3.2.4 การยอมรับรวม

ผลการประเมินการยอมรับรวมของเนื้อหมูคืนรูปสุกด้วยวิธี QDA แสดงในตาราง 14 คะแนนการยอมรับรวมของเนื้อหมูคืนรูปสุกประเมินจากความนุ่ม การเชื่อมตัวของเนื้อ และกลิ่นรสผิดปกติ พบว่าเนื้อหมูคืนรูปสุกที่มีเกลือร้อยละ 0.00-1.25 มีการยอมรับรวมใกล้เคียงกัน (คะแนนเฉลี่ย 3.20 -3.54) และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 9) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีการยอมรับรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่าเนื้อหมูคืนรูปสุกที่มีเกลือร้อยละ 0.50 มีคะแนนการยอมรับรวมสูงที่สุด รองลงมาคือชุดการทดลองที่มีเกลือร้อยละ 0.25 ทั้งนี้เนื่องจากทั้ง 2 ชุดการทดลองนี้มีความนุ่มพอเหมาะ ไม่แข็งหรือนุ่มจนเกินไป และมีกลิ่นรสใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม

คัดเลือกเกลือร้อยละ 0.50 สำหรับใช้ในการทดลองผลิตเนื้อหมูคืนรูปขั้นตอนต่อไป โดยมีเหตุผลดังนี้

1. เกลือร้อยละ 0.50 ทำให้เนื้อหมูคืนรูปดิบมีคุณภาพสีที่ดี มีการกระจายตัวของไขมันและการเชื่อมตัวของเนื้อดี และมีคะแนนการยอมรับรวมของเนื้อหมูคืนรูปดิบสูงที่สุด ในขณะที่เกลือปริมาณสูงคือร้อยละ 0.75 เป็นต้นไปมีคุณภาพสีไม่ดี สำหรับเนื้อหมูคืนรูปสุก พบว่าเกลือร้อยละ 0.50 มีความนุ่มพอเหมาะ มีการเชื่อมตัวของเนื้อดี มีกลิ่นรสปกติ และมีคะแนนการยอมรับรวมสูงที่สุดเช่นเดียวกัน แม้ว่าเกลือปริมาณสูงคือร้อยละ 0.75 เป็นต้นไป มีความนุ่มเพิ่มขึ้นและมีการเชื่อมตัวของเนื้อดีขึ้น แต่มีรสเค็มผิดไปจากปกติ ทำให้มีการยอมรับรวมลดลง เนื่องจากผลิตภัณฑ์เนื้อคืนรูปเป็นผลิตภัณฑ์สดจึงต้องการลักษณะปรากฏที่ดี มีสีน่ารับประทาน มีความฉ่ำและความนุ่ม และไม่มีกลิ่นผิดปกติ Pearson และ Tauber (1984) รายงานว่าเกลือร้อยละ 0.50 เป็นระดับที่เหมาะสมต่อการสกัดโปรตีนจากกล้ามเนื้อในขั้นตอนการผสม ซึ่งจะมีผลต่อการเชื่อมตัวของเนื้อคืนรูปที่ผลิตได้

2. แม้ว่าเกลือร้อยละ 0.25 จะทำให้เนื้อหมูคืนรูปมีคุณภาพที่ดีทั้งคุณลักษณะดิบและสุก แต่เนื่องจากในขั้นตอนสุดท้ายเป็นการศึกษาผลร่วมกันของสารเชื่อม เกลือ และฟอสเฟต ซึ่งต้องการศึกษาเกลือในระดับความเข้มข้นที่ลดลงจากปกติคือร้อยละ 0.25 ร่วมกับฟอสเฟต

ร้อยละ 0.25 และตัวอย่างควบคุม ดังนั้นการศึกษาเกลือเพียงชนิดเดียวจึงคัดเลือกที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.50

4. ปริมาณของฟอสเฟตที่เหมาะสมในการผลิตเนื้อหมูคืนรูป

ศึกษาโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต ความเข้มข้น 4 ระดับ คือร้อยละ 0.00, 0.25, 0.50 และ 0.75 เพื่อคัดเลือกปริมาณของฟอสเฟตที่เหมาะสม 1 ชุดการทดลอง สำหรับใช้ในการทดลองขั้นตอนต่อไป ได้ผลการทดลองดังนี้

4.1 เนื้อหมูคืนรูปดิบ

4.1.1 พีเอช

จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 10) พบว่าชุดการทดลองมีพีเอชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ฟอสเฟตปริมาณสูงมีผลให้พีเอชของเนื้อหมูคืนรูปดิบสูงขึ้น กล่าวคือตัวอย่างควบคุมมีพีเอช 5.78 สำหรับเนื้อหมูคืนรูปที่มีฟอสเฟตร้อยละ 0.25, 0.50 และ 0.75 มีพีเอช 6.00, 6.31 และ 6.40 ตามลำดับ (ตาราง 15) แต่จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในตาราง 15 พบว่าเนื้อหมูคืนรูปที่มีฟอสเฟตร้อยละ 0.25-0.75 มีพีเอชไม่แตกต่างกัน ซึ่งเนื้อหมูคืนรูปที่มีฟอสเฟตร้อยละ0.25-0.50 มีพีเอช ไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม แต่ Choi, et al. (1987 b) รายงานว่าฟอสเฟตร้อยละ 0.5 ทำให้พีเอชของเนื้อหมูบดเพิ่มขึ้นจากปกติ (พีเอช 5.76 และ 5.55 ตามลำดับ)

4.1.2 สี

ฟอสเฟตปริมาณต่างกันมีผลต่อสีของเนื้อหมูคืนรูปดิบ (ตาราง 16) และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 11) พบว่าชุดการทดลองมีคุณภาพสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง จากตาราง 16 พบว่าเนื้อหมูคืนรูปที่มีฟอสเฟตร้อยละ 0.50-0.75 มีสีแดงสดเล็กน้อย ซึ่งมีคุณภาพสีดีกว่าเนื้อหมูคืนรูปที่มีฟอสเฟตร้อยละ 0.25 และตัวอย่างควบคุมที่มีสีแดงออกน้ำตาล สอดคล้องกับรายงานของ Miller, et al. (1986) ซึ่งรายงานว่าฟอสเฟตร้อยละ 0.5 ทำให้สีของเนื้อวัวคืนรูปดิบดีขึ้น แต่ฟอสเฟตร้อยละ 0.25 มีสีไม่แตกต่างจากปกติ ศิวาพร ศิวเวชช (2529) รายงานว่าที่สภาวะที่มีพีเอชต่ำ การเกิดออกซิเดชันของเนื้อจะถูกเร่งให้เกิดเร็วขึ้นทำให้เกิดเมทไมโอโกลบินซึ่งมีสีน้ำตาล พีเอชที่เหมาะสมสำหรับการรักษาสีของเนื้อจะประมาณ 6.0-6.6 ทั้งนี้การ

ตาราง 15 พีเอชของเนื้อหมูดิบรูปที่มีฟอสเฟตปริมาณต่างกัน เก็บที่อุณหภูมิ-20°ซ เวลา 1 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	pH
STP 0.00 %	5.78^{b}
STP 0.25 %	6.00^{ab}
STP 0.50 %	6.31^{ab}
STP 0.75 %	6.40^{a}

STP : โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต

ab : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันไม่มีความแตกต่าง ($p>0.05$)

ตาราง 16 คะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อหมูดีนรูปติบที่มีฟอสเฟตปริมาณต่างกัน เก็บที่อุณหภูมิ -20°ซ เวลา 1 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	คุณลักษณะ				
	สี	กลิ่นออกซิไดซ์	การกระจายตัวของไขมัน	การเชื่อมตัวของเนื้อ	การยอมรับรวม
ตัวอย่างควบคุม	4.19[a]	2.15[a]	3.15[a]	3.29[a]	3.71[a]
STP 0.25 %	3.88[ab]	1.79[a]	2.96[a]	3.04[a]	3.39[a]
STP 0.50 %	2.69[b]	1.71[a]	2.92[a]	3.38[a]	3.61[a]
STP 0.75 %	3.31[ab]	1.81[a]	3.60[a]	3.47[a]	3.72[a]

STP : โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต

สี : คะแนนเต็ม 8 (1=แดงสดมาก 2=แดงสด 3=แดงสดเล็กน้อย 4=แดงออกน้ำตาล 5=แดงออกเทา 6=แดงออกเขียว 7=แดงออกม่วง 8=ไม่มีสีแดง)

กลิ่นออกซิไดซ์ : คะแนนเต็ม 6 (0=น้อย 6=มาก)

การกระจายตัวของไขมัน : คะแนนเต็ม 6 (0=ไม่สม่ำเสมอ 6=สม่ำเสมอดี)

การเชื่อมตัวของเนื้อ : คะแนนเต็ม 6 (0=น้อย 6=มาก)

การยอมรับรวม : คะแนนเต็ม 6 (0=น้อย 6=มาก)

[ab] : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันของสีไม่มีความแตกต่าง ($p>0.01$)

[a] : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันของกลิ่นออกซิไดซ์ การกระจายตัวของไขมัน การเชื่อมตัวของเนื้อ และการยอมรับรวมไม่มีความแตกต่าง ($p>0.05$)

ควบคุมพีเอชและโลหะที่มีประจุที่มีอยู่โดยใช้สารประกอบฟอสเฟตจะช่วยให้สีแดงสดของเนื้อคงอยู่ได้ อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในตาราง 15 พบว่าฟอสเฟตร้อยละ0.25-0.75 ให้ผลของสีของเนื้อหมูคืนรูปดิบไม่แตกต่างกัน ซึ่งคุณภาพสีที่ดีในเนื้อหมูคืนรูปดิบคือมีสีแดงสดมากถึงแดงออกน้ำตาล (คะแนนเฉลี่ย ไม่เกิน 4.50) ดังนั้นการใช้ฟอสเฟตร้อยละ 0.25-0.75 มีคุณภาพสีเป็นที่ยอมรับ น่ารับประทาน และมีลักษณะของเนื้อที่มีคุณภาพดี

4.1.3 กลิ่นออกซิไดซ์

ผลการประเมินกลิ่นออกซิไดซ์ของเนื้อหมูคืนรูปดิบด้วยวิธี QDA แสดงในตาราง 16 เนื้อหมูคืนรูปดิบที่มีฟอสเฟตร้อยละ 0.00-0.75 มีกลิ่นออกซิไดซ์ใกล้เคียงกัน และมีกลิ่นออกซิไดซ์ไม่มากนัก (คะแนนเฉลี่ย 1.71-2.15) และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 11) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีกลิ่นออกซิไดซ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ Choi, et al. (1987 b) รายงานว่าฟอสเฟตสามารถยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของไขมันในเนื้อหมูบดได้ โดยการจับกับโลหะที่มีประจุ และจากผลของการเพิ่มขึ้นของพีเอช ทั้งนี้พบว่าเมื่อใช้ฟอสเฟตร้อยละ 0.5 เนื้อหมูบดมีค่า TBA ลดลงเป็น 0.082 จากปกติซึ่งมีค่า TBA เป็น 0.162

4.1.4 การกระจายตัวของไขมัน

ผลการประเมินการกระจายตัวของไขมันของเนื้อหมูคืนรูปดิบด้วยวิธี QDA แสดงในตาราง 16 เนื้อหมูคืนรูปดิบที่มีฟอสเฟตร้อยละ 0.00-0.75 มีการกระจายตัวของไขมันใกล้เคียงกัน (คะแนนเฉลี่ย 2.92-3.60) และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 11) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีการกระจายตัวของไขมันไม่แตกต่างกันทางสถิติ Knipe, et al. (1985) รายงานว่าฟอสเฟตร้อยละ 0.5 ทำให้ความหนืดของฮิมัลชันลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่ Choi, et al. (1987 a) รายงานว่าฟอสเฟตร้อยละ 0.5 ทำให้ความหนืดของฮิมัลชันของเนื้อหมูบดลดลงเล็กน้อย

4.1.5 การเชื่อมตัวของเนื้อ

ผลการประเมินการเชื่อมตัวของเนื้อของเนื้อหมูคืนรูปดิบด้วยวิธี QDA แสดงในตาราง 16 เนื้อหมูคืนรูปดิบที่มีฟอสเฟตร้อยละ 0.00-0.75 มีการเชื่อมตัวของเนื้อใกล้เคียงกัน (คะแนนเฉลี่ย 3.04-3.47) และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 11) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีการเชื่อมตัวของเนื้อไม่แตกต่างกันทาง

สถิติ อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่าฟอสเฟตปริมาณสูงมีการเชื่อมตัวของเนื้อดีกว่าฟอสเฟตปริมาณต่ำ Choi, et al. (1987 a) รายงานว่าฟอสเฟตร้อยละ 0.5 ทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อหมูบดเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการละลายของโปรตีนเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลจากไพโรฟอสเฟตทำให้แอคโตไมโอซิน (actomyosin) เกิดการแตกตัวเป็นไมโอซินและแอกติน

4.1.6 การยอมรับรวม

การยอมรับรวมของเนื้อหมูตีนรูปตีบประเมินจากทุกคุณลักษณะร่วมกัน ได้แก่ คุณภาพสี กลิ่นออกซิไดซ์ และเนื้อสัมผัส ใช้วิธีประเมินแบบ QDA แสดงผลในตาราง 16 พบว่าเนื้อหมูตีนรูปตีบที่มีฟอสเฟตร้อยละ 0.00-0.75 มีการยอมรับรวมใกล้เคียงกัน (คะแนนเฉลี่ย 3.39-3.72) และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 11) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีการยอมรับรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ จากตาราง 16 พบว่าคะแนนการยอมรับรวมเพิ่มขึ้นตามระดับของฟอสเฟตที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากมีคุณภาพสี และการเชื่อมตัวของเนื้อดีขึ้น ในขณะที่มีกลิ่นออกซิไดซ์ใกล้เคียงกัน Sofos (1986) รายงานว่ากลไกการทำงานของฟอสเฟตในผลิตภัณฑ์เนื้อ คือทำให้กำลังไอออนเพิ่มขึ้น ทำหน้าที่จับโลหะ ทำหน้าที่เป็นอนุมูลบวกจำนวนมาก ทำให้พีเอชเพิ่มขึ้นจากจุดสมดุล และทำให้เกิดการแตกตัวของแอคโตไมโอซิน

4.2 เนื้อหมูตีนรูปสุก

4.2.1 ความนุ่ม

ผลการประเมินความนุ่มของเนื้อหมูตีนรูปสุกด้วยวิธี QDA แสดงในตาราง 17 พบว่าเนื้อหมูตีนรูปสุกที่มีฟอสเฟตร้อยละ 0.00-0.75 มีความนุ่มใกล้เคียงกัน (คะแนนเฉลี่ย 2.85-3.48) และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 12) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีความนุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่าเนื้อหมูตีนรูปสุกที่มีฟอสเฟตร้อยละ 0.25-0.75 มีความนุ่มไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม Siegel, et al. (1979) รายงานว่าฟอสเฟตเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ Miller, et al. (1986) รายงานว่าโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตร้อยละ 0.25-0.50 ทำให้เนื้อวัวตีนรูปสุกมีความนุ่มใกล้เคียงกัน และมีความนุ่มมากกว่าตัวอย่างควบคุม

4.2.2 การเชื่อมตัวของเนื้อ

ผลการประเมินการเชื่อมตัวของเนื้อของเนื้อหมูตีนรูปสุกด้วยวิธี QDA

ตาราง 17 คะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อหมูตุ๋นรูปสุก ที่มีฟอสเฟตปริมาณต่างกัน เก็บที่อุณหภูมิ -20°ซ เวลา 1 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	คุณลักษณะ			
	ความนุ่ม	การเชื่อมตัวของเนื้อ	กลิ่นรสผิดปกติ	การยอมรับรวม
ตัวอย่างควบคุม	2.85[a]	2.88[a]	1.31[a]	3.56[a]
STP 0.25 %	3.13[a]	2.99[a]	1.33[a]	3.63[a]
STP 0.50 %	3.48[a]	3.36[a]	1.09[a]	3.94[a]
STP 0.75 %	3.30[a]	3.46[a]	1.11[a]	3.85[a]

STP : โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต

ความนุ่ม : คะแนนเต็ม 6 (0=น้อย 6=มาก)

การเชื่อมตัวของเนื้อ : คะแนนเต็ม 6 (0=น้อย 6=มาก)

กลิ่นรสผิดปกติ : คะแนนเต็ม 6 (0=น้อย 6=มาก)

การยอมรับรวม : คะแนนเต็ม 6 (0=น้อย 6=มาก)

[a] : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันของความนุ่ม การเชื่อมตัวของเนื้อ กลิ่นรสผิดปกติ และการยอมรับรวมไม่มีความแตกต่าง ($p>0.05$)

แสดงในตาราง 17 พบว่าเนื้อหมูคืนรูปสุกที่มีฟอสเฟตร้อยละ 0.00-0.75 มีการเชื่อมตัวของเนื้อใกล้เคียงกัน (คะแนนเฉลี่ย 2.88-3.46) และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 12) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีการเชื่อมตัวของเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่าเนื้อหมูคืนรูปสุกมีการเชื่อมตัวของเนื้อเพิ่มขึ้นตามระดับของฟอสเฟตที่เพิ่มขึ้น ซึ่ง Siegel, et al. (1979) รายงานว่าฟอสเฟตเพิ่มความสามารถในการสกัดโปรตีนของกล้ามเนื้อ Miller, et al. (1986) รายงานว่าฟอสเฟตทำให้การเชื่อมติดของเนื้อ (cohesiveness) ของเนื้อวัวคืนรูปสุกเพิ่มขึ้น กล่าวคือโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตร้อยละ 0, 0.25 และ 0.50 มีคะแนนการเชื่อมติดของเนื้อเป็น 5.2, 5.5 และ 5.7 ตามลำดับ และเมื่อทดสอบเนื้อสัมผัสในรูปของแรงที่ใช้เป็นกิโลกรัมในการฉีกตัวอย่าง พบว่ามีค่า 4.5, 5.8 และ 5.9 ตามลำดับ ในทำนองเดียวกันงานที่ใช้ในการฉีกตัวอย่างเป็นเซนติเมตรต่อกิโลกรัมแรง พบว่ามีค่า 12.0, 14.0 และ 12.4 ตามลำดับ

4.2.3 กลิ่นรสผิดปกติ

ผลการประเมินกลิ่นรสผิดปกติของเนื้อหมูคืนรูปสุกด้วยวิธี QDA แสดงในตาราง 17 พบว่าเนื้อหมูคืนรูปสุกที่มีฟอสเฟตร้อยละ 0.00-0.75 มีกลิ่นรสผิดปกติใกล้เคียงกัน (คะแนนเฉลี่ย 1.09-1.33) และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 12) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีกลิ่นรสผิดปกติไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ Matlock, et al. (1984) รายงานว่าฟอสเฟตเพิ่มรสเค็มของไส้กรอกหมูและสามารถป้องกันการเกิดกลิ่นรสผิดปกติและกลิ่นหืนได้ Miller, et al. (1986) รายงานว่าฟอสเฟตทำให้เนื้อวัวคืนรูปสุกมีกลิ่นรสผิดปกติและมีรสเค็มเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของพีเอช

4.2.4 การยอมรับรวม

คะแนนการยอมรับรวมของเนื้อหมูคืนรูปสุกประเมินจากความนุ่ม การเชื่อมตัวของเนื้อ และกลิ่นรสผิดปกติ ผลการประเมินการยอมรับรวมของเนื้อหมูคืนรูปสุกด้วยวิธี QDA แสดงในตาราง 17 พบว่าเนื้อหมูคืนรูปสุกที่มีฟอสเฟตร้อยละ 0.00-0.75 มีการยอมรับรวมใกล้เคียงกัน (คะแนนเฉลี่ย 3.56-3.94) และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 12) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีการยอมรับรวม

ไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่าชุดการทดลองที่มีฟอสเฟตจะมีการยอมรับรวมมากกว่าตัวอย่างควบคุม และเนื้อหมูคืนรูปสุกได้รับการยอมรับมากที่สุดเมื่อใช้ฟอสเฟตร้อยละ 0.5 ซึ่ง Miller, et al. (1986) รายงานว่าโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตร้อยละ 0.25 ไม่มีผลต่อการยอมรับรวมของเนื้อสัมผัสของเนื้อวัวคืนรูปสุก แต่ฟอสเฟตร้อยละ 0.5 ทำให้มีการยอมรับรวมน้อยกว่าตัวอย่างควบคุม Choi, et al. (1987 a) รายงานว่าฟอสเฟตลดการสูญเสียเมื่อสุก (cooking loss) การปลดปล่อยของไขมัน (fat release) การปลดปล่อยของเจล (gel release) และการปลดปล่อยทั้งหมดได้ (total release)

คัดเลือกฟอสเฟตความเข้มข้นร้อยละ 0.50 สำหรับใช้ในการทดลองผลิตเนื้อหมูคืนรูปขั้นตอนต่อไปโดยมีเหตุผลดังนี้

1. ฟอสเฟตร้อยละ 0.50 ทำให้เนื้อหมูคืนรูปดิบมีคุณภาพสีที่ดี มีการกระจายตัวของไขมันและการเชื่อมตัวของเนื้อดี และมีคะแนนการยอมรับรวมของเนื้อหมูคืนรูปดิบสูงเมื่อเปรียบเทียบกับฟอสเฟตร้อยละ 0.25 แต่ไม่แตกต่างจากฟอสเฟตร้อยละ 0.75 สำหรับเนื้อหมูคืนรูปสุก พบว่าฟอสเฟตร้อยละ 0.50 มีความนุ่มพอเหมาะ มีการเชื่อมตัวของเนื้อดี มีกลิ่นรสผิดปกติน้อยและมีคะแนนการยอมรับรวมสูงที่สุด Pearson และ Tauber (1984) รายงานว่าฟอสเฟตร้อยละ 0.50 เป็นระดับที่เหมาะสมต่อการสกัดโปรตีนจากกล้ามเนื้อในขั้นตอนการผสม ซึ่งจะมีผลต่อการเชื่อมตัวของเนื้อคืนรูปที่ผลิตได้
2. ในขั้นตอนสุดท้ายเป็นการศึกษาผลร่วมกันของสารเชื่อม เกลือ และฟอสเฟต ซึ่งต้องการศึกษาเกลือในระดับที่ลดลงจากปกติ คือร้อยละ 0.25 ร่วมกับฟอสเฟตร้อยละ 0.25 และตัวอย่างควบคุม ดังนั้นการศึกษาฟอสเฟตเพียงชนิดเดียวจึงคัดเลือกที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.50

5. เวลาผสมที่เหมาะสมในการผลิตเนื้อหมูคืนรูป

ศึกษาเวลาผสม 4 ระดับ ได้แก่ 3, 6, 9 และ 12 นาที ร่วมกับส่วนผสม 5 ชนิด ได้แก่สารเชื่อม 2 ชนิด จากการคัดเลือกชนิดและปริมาณในข้อ 2 (โซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 ร่วมกับแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2 และโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5)

เกลือโซเดียมคลอไรด์ ร้อยละ 0.50 โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต ร้อยละ 0.50 และตัวอย่างควบคุม ผลิตเนื้อหมูคืนรูปตั้งกระบวนการผลิตภาพประกอบ 3 และเก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์ วิเคราะห์พีเอชและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อหมูคืนรูปที่ผลิตได้ เพื่อคัดเลือกเวลาผสมที่เหมาะสม 1 ระดับ สำหรับใช้ในการทดลองขั้นตอนต่อไป ได้ผลการทดลองดังนี้

5.1 เนื้อหมูคืนรูปดิบ

5.1.1 พีเอช

ตาราง 18 แสดงผลของพีเอชของเนื้อหมูคืนรูปดิบที่ผลิตโดยใช้เวลาผสม 3-12 นาที จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 13) พบว่าเวลาผสมไม่มีผลทำให้พีเอชของเนื้อหมูคืนรูปแตกต่างกัน ในขณะที่ชนิดของส่วนผสมมีผลทำให้พีเอชของเนื้อหมูคืนรูปดิบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่ทั้ง 2 ปัจจัยไม่มีปฏิกิริยาร่วมกัน

ตาราง 18 พบว่าเนื้อหมูคืนรูปดิบที่ผลิตโดยใช้เวลาผสม 3-12 นาที มีพีเอชใกล้เคียงกันโดยไม่แตกต่างกันทางสถิติ และเป็นไปในทำนองเดียวกันในส่วนผสมทุกชนิด สารเชื่อมโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 ร่วมกับแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2 มีผลให้พีเอชของเนื้อหมูคืนรูปสูงกว่าปกติมาก กล่าวคือมีพีเอช 6.72-6.74 ซึ่งเนื้อหมูคืนรูปตัวอย่างควบคุมมีพีเอช 5.78-5.80 รองลงมาเป็นโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต ทำให้พีเอชของเนื้อหมูคืนรูปสูงกว่าปกติเช่นกัน คือมีพีเอช 6.36-6.40 โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นทำให้พีเอชของเนื้อหมูคืนรูปสูงกว่าปกติเล็กน้อยคือมีพีเอช 5.96-6.05 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับเกลือโซเดียมคลอไรด์ไม่มีผลต่อพีเอชของเนื้อหมูคืนรูป คือมีพีเอชใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม คือ 5.74-5.81

5.1.2 สี

ตาราง 19 แสดงคุณภาพสีของเนื้อหมูคืนรูปดิบที่ผลิตโดยใช้เวลาผสม 3-12 นาที จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 14) พบว่าส่วนผสมที่ใช้ และเวลาผสมมีผลทำให้สีของเนื้อหมูคืนรูปดิบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่ปัจจัยทั้ง 2 ชนิดไม่มีปฏิกิริยาร่วมกัน

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในตาราง 19 พบว่าเนื้อหมูคืนรูปตัวอย่างควบคุมที่ใช้เวลาผสม 3-12 นาที มีสีใกล้เคียงกันคือสีแดงออกน้ำตาล (คะแนนเฉลี่ย 4.06-4.75)

ตาราง 18 พีเอชของเนื้อหมูคีนรูปที่ผลิตโดยใช้เวลาผสมต่างกัน เก็บที่อุณหภูมิ-20°ซ เวลา 1 สัปดาห์

สารเชื่อม	เวลาผสม (นาที)			
	3	6	9	12
ตัวอย่างควบคุม	5.78^{an}	5.80^{an}	5.78^{an}	5.80^{an}
โซเดียมอัลจิเนตและแคลเซียม คาร์บอเนต = 0.6:0.2 %	6.74^{al}	6.72^{al}	6.74^{al}	6.72^{al}
โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น 2.5 %	6.04^{almn}	6.01^{almn}	6.05^{almn}	5.96^{almn}
โซเดียมคลอไรด์ 0.5 %	5.74^{an}	5.80^{an}	5.72^{an}	5.81^{an}
โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 0.5 %	6.40^{alm}	6.38^{alm}	6.36^{alm}	6.36^{alm}

a : อักษรเหมือนกันในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่าง ($p>0.05$)

lmn : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันไม่มีความแตกต่าง ($p>0.01$)

ตาราง 19 คะแนนเฉลี่ย[A]การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อหมูคืนรูปดิบที่ผลิตโดยใช้เวลาผสมต่างกัน เก็บที่อุณหภูมิ -20°ซ เวลา 1 สัปดาห์

คุณลักษณะ / ส่วนผสม	เวลาผสม (นาที) 3	6	9	12
สี				
ตัวอย่างควบคุม	4.06[al]	4.06[al]	4.75[al]	4.56[al]
โซเดียมอัลจิเนตและแคลเซียม คาร์บอเนต = 0.6:0.2 %	3.31[al]	3.63[al]	3.50[alm]	4.13[al]
โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น 2.5 %	3.19[cl]	3.94[abcl]	4.13[abclm]	5.00[al]
โซเดียมคลอไรด์ 0.5 %	4.00[al]	4.31[al]	4.94[al]	4.44[al]
โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 0.5 %	2.88[al]	2.88[al]	2.88[am]	2.88[am]
กลิ่นออกซิไดซ์				
ตัวอย่างควบคุม	1.98	1.93	2.15	2.01
โซเดียมอัลจิเนตและแคลเซียม คาร์บอเนต = 0.6:0.2 %	1.81	1.65	1.64	1.67
โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น 2.5 %	1.67	1.64	1.91	1.86
โซเดียมคลอไรด์ 0.5 %	1.81	1.88	1.92	1.94
โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 0.5 %	1.69	1.55	1.85	1.59
การกระจายตัวของไขมัน				
ตัวอย่างควบคุม	2.95[al]	3.09[alm]	3.52[al]	3.38[al]
โซเดียมอัลจิเนตและแคลเซียม คาร์บอเนต = 0.6:0.2 %	3.51[al]	3.68[al]	3.67[al]	3.33[al]
โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น 2.5 %	3.37[al]	3.81[al]	3.58[al]	3.27[al]
โซเดียมคลอไรด์ 0.5 %	2.36[bm]	3.10[alm]	3.04[alm]	3.13[al]
โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 0.5 %	3.16[al]	3.86[al]	3.89[al]	3.88[al]

ตาราง 19 (ต่อ)

คุณลักษณะ	เวลาผสม (นาที)			
ส่วนผสม	3	6	9	12
การเชื่อมตัวของเนื้อ				
ตัวอย่างควบคุม	3.04^{l}	3.02^{l}	2.86^{m}	3.08^{lm}
โซเดียมอัลจิเนตและแคลเซียม คาร์บอเนต = 0.6:0.2 %	3.66^{l}	3.53^{l}	3.49^{l}	3.37^{l}
โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น 2.5 %	3.17^{l}	3.09^{l}	3.02^{m}	3.02^{lm}
โซเดียมคลอไรด์ 0.5 %	3.06^{l}	3.09^{l}	2.89^{m}	2.89^{m}
โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 0.5 %	3.44^{l}	3.36^{l}	3.59^{l}	3.44^{l}
การยอมรับรวม				
ตัวอย่างควบคุม	3.49	3.49	3.19	3.33
โซเดียมอัลจิเนตและแคลเซียม คาร์บอเนต = 0.6:0.2 %	3.42	3.42	3.38	3.26
โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น 2.5 %	3.32	3.49	3.28	3.25
โซเดียมคลอไรด์ 0.5 %	3.16	3.34	3.15	3.47
โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 0.5 %	3.29	3.64	3.46	3.66

A : สี (1=แดงสดมาก 2=แดงสด 3=แดงสดเล็กน้อย 4=แดงออกน้ำตาล 5=แดงออกเทา 6=แดงออกเขียว 7=แดงออกม่วง 8=ไม่มีสีแดง) กลิ่นออกซิไดซ์ (0=น้อย 6=มาก) การกระจายตัวของไขมัน (0=ไม่สม่ำเสมอ 6=สม่ำเสมอดี) การเชื่อมตัวของเนื้อ (0=น้อย 6=มาก) การยอมรับรวม (0=น้อย 6=มาก)

abc : อักษรเหมือนกันในแถวเดียวกันของสีไม่มีความแตกต่าง ($p>0.01$)

ab : อักษรเหมือนกันในแถวเดียวกันของการกระจายตัวของไขมันไม่มีความแตกต่าง ($p>0.05$)

lm : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันของสี การกระจายตัวของไขมัน และการเชื่อมตัวของเนื้อไม่มีความแตกต่าง ($p>0.01$)

เนื้อหมูคืนรูปที่มีโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 ร่วมกับแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2 เวลาผสม 3-12 นาที มีสีใกล้เคียงกันคือสีแดงสดเล็กน้อยถึงแดงออกน้ำตาลโดยไม่แตกต่างกันทางสถิติ (คะแนนเฉลี่ย 3.31-4.13) เนื้อหมูคืนรูปที่มีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5 เวลาผสม 3-12 นาทีมีคุณภาพสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง กล่าวคือเวลาผสม 3 นาที มีสีแดงสดเล็กน้อย (คะแนนเฉลี่ย 3.19) เมื่อเวลาผสมเพิ่มขึ้นเป็น 6-9 นาที มีสีแดงออกน้ำตาล (คะแนนเฉลี่ย 3.94-4.13) และเมื่อเวลาผสมเป็น 12 นาที มีสีแดงออกเทา (คะแนนเฉลี่ย 5.00) เนื้อหมูคืนรูปที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 0.5 เวลาผสม 3-12 นาทีมีสีใกล้เคียงกันคือสีแดงออกน้ำตาลโดยไม่แตกต่างกันทางสถิติ (คะแนนเฉลี่ย 4.00-4.94) เนื้อหมูคืนรูปที่มีโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตร้อยละ 0.5 เวลาผสม 3-12 นาที มีคุณภาพสีไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือมีสีแดงสดเล็กน้อยทุกเวลาผสม (คะแนนเฉลี่ย 2.88)

จากตาราง 19 มีแนวโน้มว่าเมื่อไม่มีส่วนผสม (ตัวอย่างควบคุม) หรือมีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น หรือเกลือเป็นส่วนผสม เนื้อหมูคืนรูปที่ผลิตโดยใช้เวลาผสมน้อยมีคุณภาพสีดีกว่าที่เวลาผสมเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเวลาผสมมากทำให้เนื้อสัมผัสกับแสงและอากาศได้มาก ซึ่งปัจจัยเหล่านี้สามารถเร่งการเปลี่ยนแปลงสีได้ (Dugan, 1976) สำหรับเนื้อหมูคืนรูปที่มีอัลจินและแคลเซียมเจล หรือฟอสเฟต การใช้เวลาผสม 3-12 นาที มีคุณภาพสีไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากสารเหล่านี้สามารถป้องกันการเปลี่ยนแปลงสีได้ แคลเซียมคาร์บอเนตในอัลจินและแคลเซียมเจลมีคุณสมบัติป้องกันการเกิดออกซิเดชันของไมโอโกลบินได้ เนื่องจากผลของการเพิ่มขึ้นของพีเอช หรือผลของอนุมูลบวกและอนุมูลลบ (Chen and Trout, 1991) ฟอสเฟตสามารถป้องกันการเปลี่ยนแปลงสีได้โดยการทำหน้าที่เป็นตัวจับโลหะ และโดยการเพิ่มขึ้นของพีเอช ทำให้สามารถลดอัตราการเกิดออกซิเดชันที่เกิดขึ้นเองของไมโอโกลบินได้ (Chu, et al., 1987) คุณภาพสีที่ดีในเนื้อหมูคืนรูปดิบคือมีสีแดงสดมากถึงแดงออกน้ำตาล (คะแนนเฉลี่ย ไม่เกิน 4.50) ดังนั้นควรใช้เวลาผสมน้อยกว่า 9 นาทีในการผลิตเนื้อหมูคืนรูป การใช้เวลาผสม 12 นาทีจะทำให้คุณภาพสีลดลงและเสียเวลาในการผลิต

Booren, et al. (1981 b) รายงานว่าเวลาผสม 0-18 นาที มีผลต่อสีของเนื้อวัวคืนรูป เมื่อเวลาผสมเพิ่มขึ้นเป็น 18 นาที พบว่าคะแนนสีที่ไม่ต้องการมีมากขึ้น สรุปได้ว่าเวลาผสมน้อยทำให้สีของเนื้อวัวคืนรูปดีกว่าเวลาผสมมาก

5.1.3 กลิ่นออกซิไดซ์

ผลการประเมินกลิ่นออกซิไดซ์ของเนื้อหมูคืนรูปติบด้วยวิธี QDA พบว่าส่วนผสมที่ใช้ผลิต และเวลาผสมไม่มีผลต่อกลิ่นออกซิไดซ์ของเนื้อหมูคืนรูปติบ (ตาราง 19) และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 14) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีกลิ่นออกซิไดซ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่าเมื่อไม่มีส่วนผสม (ตัวอย่างควบคุม) มีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น หรือมีเกลือ การใช้เวลาผสมมากทำให้มีกลิ่นออกซิไดซ์เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นและสัมผัสกับแสงและอากาศได้มาก ซึ่งปัจจัยเหล่านี้สามารถเร่งการเกิดออกซิเดชันของไขมันได้ (Dugan, 1976) นอกจากนี้เกลือยังสามารถเร่งการเกิดออกซิเดชันของไขมันได้ (Akamittath, et al., 1990) สำหรับเนื้อหมูคืนรูปที่มีอัลจินและแคลเซียมเจล หรือฟอสเฟต การใช้เวลาผสม 3-12 นาที มีกลิ่นออกซิไดซ์ใกล้เคียงกันไม่ขึ้นกับเวลาผสม ทั้งนี้เนื่องจากสารเหล่านี้มีคุณสมบัติป้องกันการเกิดออกซิเดชันของไขมันได้ ฟอสเฟตป้องกันการเกิดออกซิเดชันของไขมันได้เนื่องจากการเป็นตัวจับโลหะที่มีประจุโดยเฉพาะเหล็ก (Fe^{2+}) ซึ่งเป็นตัวกระตุ้นการเกิดออกซิเดชันที่เกิดขึ้นเอง และหรือโดยการเพิ่มพีเอช (ตาราง 18) ทำให้สามารถลดอัตราการเกิดออกซิเดชันที่เกิดขึ้นเองของไมโอโกลบินได้ (Chu, et al., 1987) สำหรับอัลจินและแคลเซียมเจลยังไม่สามารถอธิบายกลไกการป้องกันการเกิดออกซิเดชันของไขมันได้ แต่เมื่อพิจารณาถึงผลของพีเอชที่เพิ่มขึ้นจากปกติในตาราง 18 ก็น่าจะสรุปได้ว่ามีกลไกเช่นเดียวกับฟอสเฟต

5.1.4 การกระจายตัวของไขมัน

ตาราง 19 แสดงผลการกระจายตัวของไขมันของเนื้อหมูคืนรูปติบที่ผลิตโดยใช้ส่วนผสมต่างกัน และใช้เวลาผสม 3-12 นาที ประเมินด้วยวิธี QDA จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 14) พบว่าเวลาผสมมีผลให้เนื้อหมูคืนรูปติบที่มีเกลือร้อยละ 0.5 มีการกระจายตัวของไขมันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และส่วนผสมที่ใช้มีผลให้การกระจายตัวของไขมันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่ปัจจัยทั้ง 2 ชนิดไม่มีปฏิกิริยาร่วมกัน จากตาราง 19 พบว่าเวลาผสม 6 และ 9 นาที เนื้อหมูคืนรูปติบมีการกระจายตัวของไขมันสม่ำเสมอดีกว่าที่เวลาผสม 3 หรือ 12 นาที และที่เวลาผสมเดียวกันสารเชื่อมอัลจินและแคลเซียมเจล เกลือ และฟอสเฟตทำให้เนื้อหมูคืนรูปติบมีการกระจายตัวของไขมันสม่ำเสมอดีกว่าโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นและตัวอย่างควบคุม

Tinbergen และ Olsman (1979) รายงานว่าความเป็นเนื้อเดียวกันของไขมันในเนื้อบดลดลงและปริมาณไขมันที่ถูกสกัดได้เพิ่มขึ้น เมื่อเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการสับผสมเพิ่มขึ้น Pearson และ Tauber (1984) รายงานว่าเนื้อบดที่ใช้เวลาผสมมากเกินไปจะไม่มีความคงตัวของอิมัลชัน เนื่องจากปริมาณโปรตีนที่ใช้สำหรับอุ้มอนุภาคไขมันซึ่งมีขนาดเล็กและมีปริมาณมากมีไม่เพียงพอ Lee (1985) รายงานว่าเวลาผสมมากเกินไปทำลายความคงตัวของอิมัลชันได้เนื่องจากเหตุผล 3 ประการ คือ 1) ไมโอซินเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพธรรมชาติซึ่งเป็นผลจากความร้อนและแรงเฉือน 2) ตาข่ายโปรตีนถูกรบกวนเนื่องจากมีอนุภาคไขมันขนาดเล็ก ๆกระจายอยู่ทั่วไป และ 3) เนื่องจากการไหลของไขมันซึ่งไม่สามารถป้องกันได้โดยส่วนของเหลวต่อเนื่อง (continuous phase)

5.1.5 การเชื่อมตัวของเนื้อ

เนื้อหมูคืนรูปดิบที่ผลิตโดยใช้ส่วนผสมต่างกัน และใช้เวลาผสม 3-12 นาที ประเมินด้วยวิธี QDA มีผลการเชื่อมตัวของเนื้อแสดงในตาราง 19 จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 14) พบว่าเวลาผสมไม่มีผลต่อการเชื่อมตัวของเนื้อดิบ แต่ส่วนผสมที่ใช้ทำให้การเชื่อมตัวของเนื้อดิบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง จากตาราง 19 พบว่าสารเชื่อมอัลจินและแคลเซียมเจลและฟอสเฟตทำให้เนื้อหมูคืนรูปดิบมีการเชื่อมตัวดีกว่าโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น ด้วยอย่างควบคุม และเกลือตามลำดับ

Barbut (1988) รายงานว่าเวลาผสมและปริมาณเกลือมีผลต่อความคงตัวของอิมัลชันของเนื้อบดจากสัตว์ปีก เวลาผสมมากขึ้นหรือปริมาณเกลือน้อยลงทำให้เม็ดไขมันมีขนาดเล็กลง เมื่อมีเกลือปริมาณต่ำคือร้อยละ 1.5 และใช้เวลาผสมน้อยคือ 66 วินาที พบว่ามีของเหลวคือน้ำและไขมัน และของแข็งไหลออกมาน้อยกว่าเมื่อมีเกลือปริมาณสูง คือร้อยละ 2.0 และ 2.5 แต่ที่เวลาผสมมากคือ 165 วินาที ผลจะเกิดในทางตรงกันข้าม กล่าวคือเมื่อมีเกลือปริมาณต่ำ พบว่ามีของเหลวไหลออกมามากกว่าเมื่อมีเกลือปริมาณสูง ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อใช้เวลาผสมน้อยยังคงมีชิ้นเนื้อขนาดใหญ่และเม็ดไขมันกระจายตัวอยู่ ซึ่งต้องการปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ในเกลือสำหรับเชื่อมน้ำและไขมันน้อยกว่าเมื่ออนุภาคไขมันมีขนาดเล็ก เมื่อทำให้สุกจึงพบว่าอิมัลชันที่มีเวลาผสมน้อยจะมีความเป็นเนื้อเดียวกันน้อยกว่าอิมัลชันที่มีเวลาผสมมาก

5.1.6 การยอมรับรวม

การยอมรับรวมของเนื้อหมูคืนรูปติบประเมินจากทุกคุณลักษณะร่วมกัน ได้แก่คุณภาพสี กลิ่นออกซิไดซ์และเนื้อสัมผัส ประเมินด้วยวิธี QDA แสดงผลในตาราง 19 พบว่าเนื้อหมูคืนรูปติบที่ผลิตโดยใช้เวลาผสม 3-12 นาทีมีการยอมรับรวมใกล้เคียงกัน และส่วนผสมที่ใช้ไม่มีผลต่อการยอมรับรวมของเนื้อหมูคืนรูปที่ผลิตได้ จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 14) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีการยอมรับรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากคุณภาพสี กลิ่นและเนื้อสัมผัสของทุกชุดการทดลองใกล้เคียงกัน

Booren, et al. (1981 a) รายงานว่าเวลาผสม 0-24 นาที ไม่มีผลต่อความชื้นของเนื้อติบ กลิ่นรสของเนื้อติบและค่า TBA เวลาผสมมากทำให้การสูญเสียผลผลิตเมื่อสุกลดลง เวลาผสม 16 นาทีทำให้ความนุ่มของเนื้อเพิ่มขึ้น และมีการเชื่อมติดของเนื้อดีขึ้น Booren, et al. (1981 a) กล่าวว่าการผลิตเนื้อวัวคืนรูปที่มีคุณภาพดีทำได้โดยใช้เกลือร้อยละ 0.5 เวลาผสม 16 นาที

5.2 เนื้อหมูคืนรูปสุก

5.2.1 ความนุ่ม

ผลการประเมินความนุ่มของเนื้อหมูคืนรูปสุกด้วยวิธี QDA แสดงในตาราง 20 พบว่าเนื้อหมูคืนรูปสุกที่ผลิตโดยใช้เวลาผสม 3-12 นาทีมีความนุ่มใกล้เคียงกัน แต่ส่วนผสมที่ใช้ทำให้ความนุ่มของเนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 15) พบว่าทั้ง 2 ปัจจัยไม่มีปฏิกิริยาร่วมกัน เมื่อเปรียบเทียบความนุ่มของเนื้อหมูคืนรูปสุกที่มีส่วนผสม 5 ชนิด จากตาราง 20 พบว่าฟอสเฟตและอัลจินและแคลเซียมเจลมีความนุ่มมากที่สุด สำหรับเกลือและโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นมีความนุ่มไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม

Barbut, et al. (1988) รายงานว่าเมื่อใช้เกลือ 3 ระดับคือร้อยละ 1.5, 2.0 และ 2.5 ในการผลิตเนื้อบดจากสัตว์ปีก โดยใช้เวลาผสม 2 ระดับคือ 66 และ 165 วินาที พบว่าเวลาผสมมีผลต่อความนุ่มของเนื้อบด คือเนื้อบดที่มีเกลือทุกระดับเมื่อใช้เวลาผสมน้อยจะมีความแข็งมากกว่าเนื้อบดที่ใช้เวลาผสมมาก เนื่องจากเนื้อยังคงมีชิ้นใหญ่ แต่เมื่อมีโซเดียมแอซิดไพโรฟอสเฟตร้อยละ 0.4 ผสมในเนื้อบด พบว่าผลจะเกิดขึ้นในทางตรงกันข้าม กล่าวคือเนื้อบดที่ใช้เวลาผสมน้อยจะมีความแข็งน้อยกว่าเนื้อบดที่ใช้เวลาผสมมาก

ตาราง 20 คะแนนเฉลี่ย[A]การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อหมูดีนรูปสุก ที่ผลิตโดยใช้เวลาผสมต่างกัน เก็บที่อุณหภูมิ -20°ซ เวลา 1 สัปดาห์

คุณลักษณะ	เวลาผสม (นาที)			
ส่วนผสม	3	6	9	12
<u>ความนุ่ม</u>				
ตัวอย่างควบคุม	2.61[m]	3.06[l]	2.83[m]	2.71[m]
โซเดียมอัลจิเนตและแคลเซียม คาร์บอเนต = 0.6:0.2 %	3.51[l]	3.73[l]	3.93[l]	3.54[l]
โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น 2.5 %	3.27[l]	3.24[l]	2.83[m]	3.18[l]
โซเดียมคลอไรด์ 0.5 %	2.76[m]	3.11[l]	2.99[m]	3.21[l]
โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 0.5 %	3.39[l]	3.59[l]	3.47[l]	3.43[l]
<u>การเชื่อมตัวของเนื้อ</u>				
ตัวอย่างควบคุม	2.92	3.05	3.28	2.87
โซเดียมอัลจิเนตและแคลเซียม คาร์บอเนต = 0.6:0.2 %	3.21	3.26	3.15	3.25
โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น 2.5 %	2.84	3.01	2.88	2.69
โซเดียมคลอไรด์ 0.5 %	2.69	2.89	3.19	3.32
โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 0.5 %	2.79	2.89	3.13	3.14
<u>กลิ่นรสผิดปกติ</u>				
ตัวอย่างควบคุม	1.33	1.27	1.27	1.05
โซเดียมอัลจิเนตและแคลเซียม คาร์บอเนต = 0.6:0.2 %	1.16	1.24	1.07	1.08
โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น 2.5 %	0.97	0.95	1.02	1.01
โซเดียมคลอไรด์ 0.5 %	1.40	1.48	0.97	1.44
โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 0.5 %	0.96	1.07	1.02	1.07

ตาราง 20 (ต่อ)

คุณลักษณะ	เวลาผสม (นาที)			
ส่วนผสม	3	6	9	12
การยอมรับรวม				
ตัวอย่างควบคุม	3.27	3.56	3.33	3.44
โซเดียมอัลจิเนตและแคลเซียม คาร์บอเนต = 0.6:0.2 %	3.49	3.55	3.43	3.18
โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น 2.5 %	3.41	3.60	3.37	3.66
โซเดียมคลอไรด์ 0.5 %	3.38	3.29	3.73	3.51
โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 0.5 %	3.51	3.59	3.49	3.61

A : ความนุ่ม (0=น้อย 6=มาก) การเชื่อมตัวของเนื้อ (0=น้อย 6=มาก) กลิ่นรสผิดปกติ (0=น้อย 6=มาก) การยอมรับรวม (0=น้อย 6=มาก)

lm : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันของความนุ่มไม่มีความแตกต่าง ($p>0.01$)

5.2.2 การเชื่อมตัวของเนื้อ

ผลการประเมินการเชื่อมตัวของเนื้อของเนื้อหมูคืนรูปสุกด้วยวิธี QDA พบว่าเนื้อหมูคืนรูปสุกที่ผลิตโดยใช้เวลาผสม 3-12 นาทีมีการเชื่อมตัวของเนื้อใกล้เคียงกัน และส่วนผสมที่ใช้ไม่มีผลต่อการเชื่อมตัวของเนื้อ (ตาราง 20) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 15) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีการเชื่อมตัวของเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ

Booren, et al. (1981 a) รายงานว่าเมื่อทดสอบเนื้อสัมผัสในรูปของแรงยึด (adhesion) พบว่าเวลาผสม 0 นาทีไม่มีการเชื่อมติดของเนื้อ เนื่องจากเนื้อยังไม่มีการจับตัวกัน แต่เมื่อเวลาผสมเพิ่มขึ้นเป็น 8 และ 16 นาที พบว่าเนื้อวัวคืนรูปสุกมีการเชื่อมติดเพิ่มขึ้นร้อยละ 60 และเมื่อเวลาผสมเพิ่มเป็น 24 นาที พบว่ายังคงมีการเชื่อมติดของเนื้อเท่ากับที่เวลาผสม 16 นาที เนื่องจากเวลาผสมนานทำให้มีปริมาณโปรตีนที่สกัดได้ด้วยเกลือที่บริเวณผิวของชิ้นเนื้อมาก ทำให้ชิ้นเนื้อมีลักษณะผิดรูปร่างและมีความเป็นเนื้อเดียวกันน้อยลง และเมื่อทดสอบความนุ่มของเนื้อในรูปของแรงเฉือน (Kramer shear force, Kg/g sample) พบว่าเวลาผสมเพิ่มขึ้นทำให้ความนุ่มของเนื้อเพิ่มขึ้น Booren, et al. (1981 b) ได้ทำการทดลองซ้ำอีกครั้งโดยใช้เวลาผสม 0-18 นาที พบว่าให้ผลในทำนองเดียวกัน

Barbut, et al. (1988) รายงานว่าความคงตัวของอิมัลชันขึ้นอยู่กับปริมาณเกลือหรือฟอสเฟตและเวลาผสมที่เหมาะสม เมื่อใช้เวลาผสมมากและใช้เกลือปริมาณเพียงพอ คือร้อยละ 2.5 หรือเกลือร้อยละ 1.5 ร่วมกับโซเดียมแอซิดไพโรฟอสเฟตร้อยละ 0.4 ทำให้มีการสกัดโปรตีนที่ละลายได้ในเกลือปริมาณมาก เมื่อทำให้สุกจึงมีของเหลวไหลออกมาน้อย เมื่อใช้เวลาผสมมากพบว่าปริมาณเกลือน้อยกว่าร้อยละ 2.0 ไม่เพียงพอในการทำให้เกิดความคงตัวของอิมัลชันของเนื้อบด และทำให้เนื้อบดมีความแข็งมากกว่าและมีความยืดหยุ่น (springiness) น้อยกว่าเกลือร้อยละ 2.5 เมื่อทำให้สุกจึงมีน้ำและไขมันสูญเสียออกมามาก แต่เมื่อใช้เวลาผสมน้อยพบว่าเกลือร้อย 1.5 เป็นปริมาณที่เพียงพอที่ทำให้เกิดความคงตัวของอิมัลชันได้ ฟอสเฟตช่วยปรับปรุงความคงตัวของอิมัลชันของเนื้อ โซเดียมเฮกซะเมทาฟอสเฟตมีประสิทธิภาพดีกว่าโซเดียมแอซิดไพโรฟอสเฟต และโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตตามลำดับ

5.2.3 กลิ่นรสผิดปกติ

ผลการประเมินกลิ่นรสผิดปกติของเนื้อหมูคืนรูปสุกด้วยวิธี QDA พบว่าเนื้อหมูคืนรูปสุกที่ผลิตโดยใช้เวลาผสม 3-12 นาที มีกลิ่นรสผิดปกติใกล้เคียงกัน และส่วนผสมที่ใช้ไม่มีผลต่อการเกิดกลิ่นรสผิดปกติ (ตาราง 20) และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 15) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีกลิ่นรสผิดปกติไม่แตกต่างกันทางสถิติ

Booren, et al. (1981 a) รายงานว่าเวลาผสม 0-24 นาทีไม่มีผลต่อความฉ่ำของเนื้อและรสชาติของเนื้อวัวคืนรูปที่ผลิตได้

Booren, et al. (1981 b) รายงานว่าเวลาผสม 0-18 นาทีไม่มีผลต่อความฉ่ำของเนื้อและรสชาติของเนื้อวัวคืนรูปที่ผลิตได้

5.2.4 การยอมรับรวม

การยอมรับรวมของเนื้อหมูคืนรูปสุกประเมินจากทุกคุณลักษณะร่วมกัน ได้แก่ความนุ่มการเชื่อมตัวของเนื้อ และกลิ่นรสผิดปกติ ผลการประเมินการยอมรับรวมของเนื้อหมูคืนรูปสุกด้วยวิธี QDA แสดงในตาราง 20 พบว่าเนื้อหมูคืนรูปที่ผลิตโดยใช้เวลาผสม 3-12 นาทีมีการยอมรับรวมใกล้เคียงกัน และส่วนผสมที่ใช้ไม่มีผลต่อการยอมรับรวมของเนื้อหมูคืนรูปที่ผลิตได้ และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 15) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีการยอมรับรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ

Booren, et al. (1981 b) รายงานว่าเวลาผสม 0-18 นาทีไม่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้าของเนื้อวัวคืนรูป เวลาผสมไม่มีผลต่อความฉ่ำของเนื้อดิบ กลิ่นรสของเนื้อดิบ และค่า TBA แต่ทำให้ความนุ่ม และผลผลิตของเนื้อเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผสมเพิ่มขึ้น Booren, et al. (1981 b) กล่าวว่าเวลาผสม 12 นาทีเหมาะสมที่สุดในการผลิตเนื้อวัวคืนรูปที่มีคุณภาพดีที่สุด

คัดเลือกเวลาผสม 6 นาที สำหรับใช้ในการทดลองผลิตเนื้อหมูคืนรูปขั้นตอนต่อไป โดยมีเหตุผลดังนี้

1. การใช้เวลาผสม 3 นาที แม้ว่าจะให้คุณภาพสีดี แต่มีผลให้การเชื่อมตัวของเนื้อและการกระจายตัวของไขมันไม่ดีเท่าที่ควร จัดเป็นเวลาผสมที่ไม่เพียงพอ

2. การใช้เวลาผสม 9-12 นาที มีผลให้สีของเนื้อหมูคืนรูปคล้ำเข้ม ในขณะที่เวลาผสม 6 นาที มีคุณภาพสีดี และมีสีไม่แตกต่างจากที่เวลาผสม 3 นาที เนื้อที่มีคุณภาพสีดีทำให้ได้รับการยอมรับสูง แต่เนื้อที่มีสีคล้ำมากหรือไม่มีสีแดงเป็นคุณลักษณะที่ไม่ต้องการ

3. การใช้เวลาผสม 6 นาที มีคุณภาพของกลิ่นและเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างจากที่เวลาผสม 9-12 นาที ในทางเศรษฐกิจเพื่อประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายจึงใช้ที่เวลาผสมน้อยกว่า คือ 6 นาทีในการผลิตเนื้อหมูคืนรูป

6. ผลร่วมกันของสารเชื่อม เกลือ และฟอสเฟตต่อคุณภาพการเก็บรักษาของเนื้อหมูคืนรูป

ศึกษาผลของสารเชื่อม 3 ชนิด ได้แก่ไม่มีสารเชื่อมเป็นตัวอย่างควบคุม โซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 ร่วมกับแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2 (อัลจินและแคลเซียมเจล) และโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5 ร่วมกับเกลือและฟอสเฟต 4 กลุ่ม ได้แก่ไม่มีเกลือและฟอสเฟต เกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 0.5 โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตร้อยละ 0.5 และเกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 0.25 ร่วมกับโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตร้อยละ 0.25 ผลิตเนื้อหมูคืนรูปดังกระบวนการผลิตภาพประกอบ 3 ใช้เวลาผสมที่คัดเลือกได้จากข้อ 5 คือ 6 นาที เนื้อหมูคืนรูปที่ผลิตได้เก็บที่อุณหภูมิ-20°ซ ระยะเวลาเก็บ 12 สัปดาห์ สุ่มตัวอย่างทุก ๆ 2 สัปดาห์ คือสัปดาห์ที่ 0, 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 เพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่พีเอช และค่า TBA และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้ผลการทดลองดังนี้

6.1 คุณภาพทางเคมี

6.1.1 พีเอช

ชนิดของสารเชื่อม ความเข้มข้นของเกลือและฟอสเฟต และระยะเวลาเก็บทำให้พีเอชของเนื้อหมูคืนรูปดิบแตกต่างกัน (ตาราง 21 และภาพประกอบ 8) และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 16 และ 17) พบว่าทุกปัจจัยมีผลต่อพีเอชของเนื้อหมูคืนรูปดิบอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ผลของระยะเวลาเก็บรักษาต่อพีเอชของเนื้อหมูคืนรูปดิบ จากภาพประกอบ 8ก และตาราง 21 พบว่าตัวอย่างควบคุม (ชุดการทดลอง A) มีพีเอชสุดท้ายลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยมีพีเอชลดลงอย่างรวดเร็วจนถึงสัปดาห์ที่ 4 หลังจากนั้นจะลดลงอีกเล็กน้อยจนถึงสัปดาห์ที่ 8 แล้วค่อย ๆ เพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยจนถึงสัปดาห์

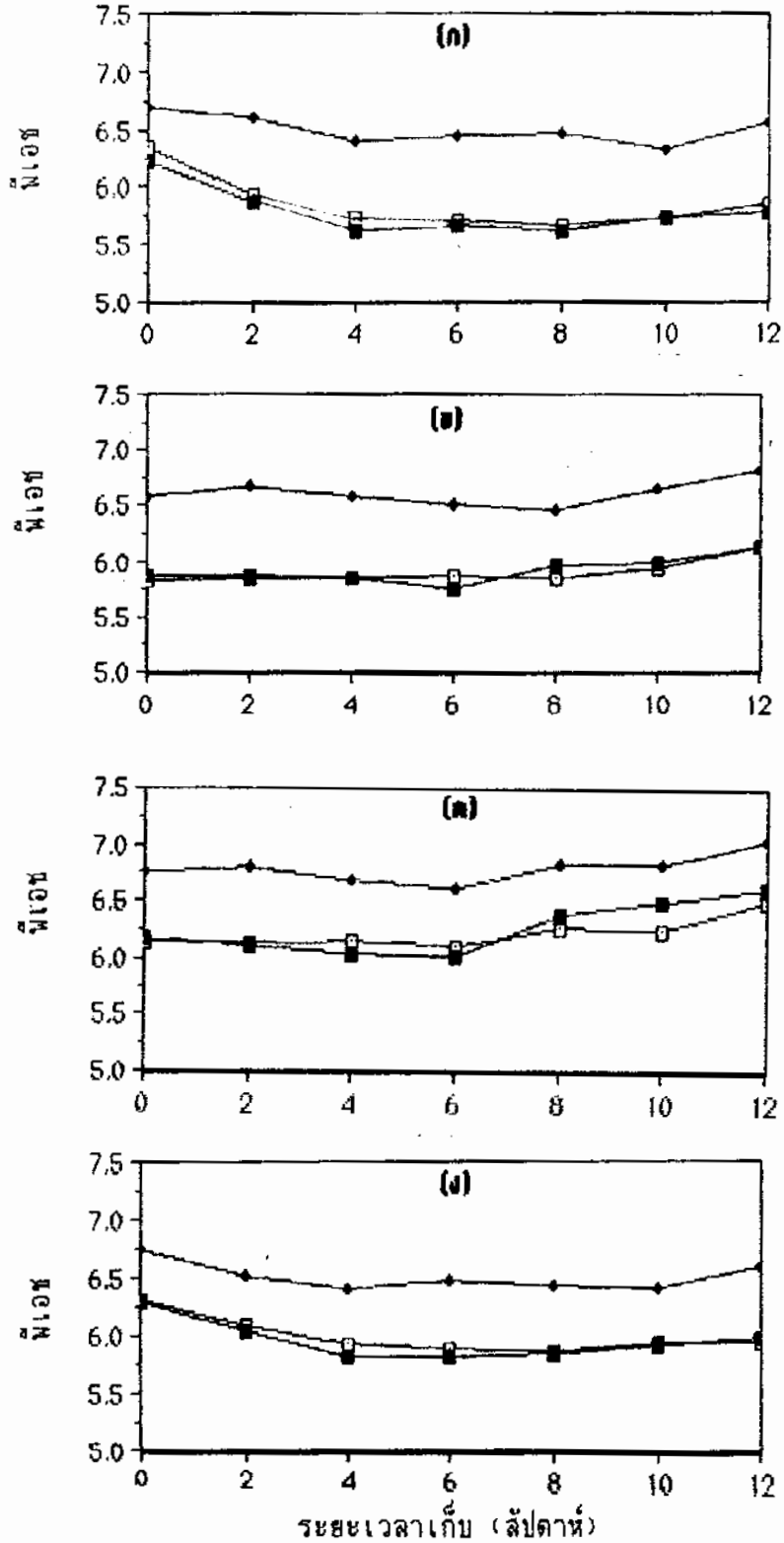
ตาราง 21 ฟีเอชของเนื้อหมูดีนรูปติบที่มีสารเชื่อม เกลือและฟอสเฟตปริมาณต่างกัน ระยะเวลาเก็บ 12 สัปดาห์ เก็บที่อุณหภูมิ-20 องศาเซลเซียส

ชุดการทดลอง	ระยะเวลาเก็บ (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
A	6.35^{am}	5.94^{bq}	5.82^{cdr}	5.70^{ep}	5.66^{eq}	5.74^{der}	5.84^{cr}
B	6.70^{al}	6.60^{abmn}	6.41^{bn}	6.44^{abl}	6.46^{abm}	6.32^{bop}	6.56^{abno}
C	6.24^{am}	5.88^{bqr}	5.71^{cds}	5.67^{dep}	5.62^{eq}	5.74^{cdr}	5.78^{cr}
D	5.82^{cn}	5.84^{cr}	5.86^{cqr}	5.87^{cno}	5.84^{cp}	5.95^{bq}	6.14^{ap}
BD	6.57^{bcl}	6.67^{abm}	6.57^{bcm}	6.51^{bcl}	6.47^{cm}	6.64^{abcm}	6.81^{am}
CD	5.87^{bcn}	5.88^{bcqr}	5.84^{bcqr}	5.76^{cop}	5.97^{abo}	5.98^{abq}	6.13^{ap}
E	6.13^{cdm}	6.14^{cdo}	6.16^{cdo}	6.11^{dm}	6.28^{bn}	6.24^{bcp}	6.50^{ao}
BE	6.77^{bl}	6.81^{bl}	6.68^{bl}	6.61^{bl}	6.83^{abl}	6.82^{abl}	7.04^{aol}
CE	6.17^{cm}	6.12^{cop}	6.04^{cp}	6.02^{cmn}	6.39^{bmn}	6.50^{abn}	6.62^{an}
F	6.31^{am}	6.08^{bop}	5.93^{cq}	5.88^{cno}	5.86^{cop}	5.94^{cq}	5.94^{cq}
BF	6.76^{al}	6.52^{bcn}	6.41^{cn}	6.48^{bcl}	6.44^{bcm}	6.40^{cno}	6.58^{bno}
CF	6.30^{am}	6.04^{bp}	5.81^{dr}	5.81^{dop}	5.84^{cdp}	5.91^{bcdq}	5.97^{bcq}

ชุดการทดลอง A:ตัวอย่างควบคุม, B:โซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 และแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2, C:โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5, D:เกลือร้อยละ 0.5, BD:โซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 และแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2 ร่วมกับเกลือร้อยละ 0.5, CD:โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5 ร่วมกับเกลือร้อยละ 0.5, E:ฟอสเฟตร้อยละ 0.5, BE:โซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 และแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2 ร่วมกับฟอสเฟตร้อยละ 0.5, CE:โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5 ร่วมกับฟอสเฟตร้อยละ 0.5, F:เกลือร้อยละ 0.25 และฟอสเฟตร้อยละ 0.25, BF:โซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 และแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2 ร่วมกับเกลือร้อยละ 0.25 และฟอสเฟตร้อยละ 0.25, CF:โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5 ร่วมกับเกลือร้อยละ 0.25 และฟอสเฟตร้อยละ 0.25

abcde : อักษรเหมือนกันในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่าง ($p>0.01$)

lmnopqrs : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันไม่มีความแตกต่าง ($p>0.01$)



ภาพประกอบ 8 พีเอชของเนื้อหมูสับรูปตับที่มีสารเชื่อม เกลือ และฟอสเฟตปริมาณต่างกัน ระยะเวลาเก็บ 12 สัปดาห์ เก็บที่อุณหภูมิ-20°ซ: ไม่มีเกลือและฟอสเฟต(ก), เกลือร้อยละ 0.5(ข), ฟอสเฟตร้อยละ 0.5(ค) และเกลือร้อยละ 0.25 และฟอสเฟตร้อยละ 0.25(ง)

—□— = ไม่มีสารเชื่อม

—◆— = โซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 และแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2

—■— = โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5

ที่ 12 มีพีเอชที่สัปดาห์ที่ 0 และสัปดาห์ที่ 12 เป็น 6.35 และ 5.84 ตามลำดับ ทำนองเดียวกันกับชุดการทดลองที่มีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น (ชุดการทดลอง C) มีพีเอชเฉลี่ยที่สัปดาห์ที่ 0 และสัปดาห์ที่ 12 เป็น 6.24 และ 5.78 ตามลำดับ สำหรับชุดการทดลองที่มีอัลจินและแคลเซียมเจล (ชุดการทดลอง B) มีพีเอชเริ่มต้นและพีเอชสุดท้ายไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีพีเอชลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 4 สัปดาห์แรกเช่นกัน แล้วขึ้นๆ ลงๆ จนถึงสัปดาห์ที่ 10 แล้วเพิ่มขึ้นที่สัปดาห์สุดท้าย คือมีพีเอชที่สัปดาห์ที่ 0 และสัปดาห์ที่ 12 เป็น 6.70 และ 6.56 ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานของ Ernst, et al. (1989) ซึ่งรายงานว่าเนื้อไก่ดีนรูปเก็บแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทุกชุดการทดลองมีพีเอชลดลงจนถึงวันที่ 4 ของการเก็บ หลังจากนั้นจะมีพีเอชเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนสิ้นสุดการเก็บเป็นเวลา 30 วัน ชุดการทดลองที่มีพีเอชเริ่มต้นต่ำก็จะมีพีเอชสุดท้ายต่ำด้วย ชุดการทดลองที่มีอัลจินและแคลเซียมเจลมีพีเอชสูงกว่าชุดควบคุมซึ่งไม่มีสารเติมแต่งอาหาร

เมื่อเปรียบเทียบผลของสารเชื่อมโดยวิธี DMRT จากตาราง 21 และภาพประกอบ 8ก พบว่าสารเชื่อมอัลจินและแคลเซียมเจล (ชุดการทดลอง B) ทำให้พีเอชของเนื้อหมูดีนรูปดิบเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สอดคล้องกับรายงานการศึกษาของ Trout, et al. (1990) ซึ่งรายงานว่าเนื้อหมูดีนรูปที่มีโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.7 ร่วมกับแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.26 มีพีเอช 6.33 ซึ่งสูงกว่าพีเอชของชุดควบคุม (5.70) จากตาราง 21 และภาพประกอบ 8ก พบว่าชุดการทดลองที่มีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5 (ชุดการทดลอง C) มีพีเอชใกล้เคียงกับพีเอชของตัวอย่างควบคุม (ชุดการทดลอง A) โดยไม่แตกต่างกันทางสถิติ สอดคล้องกับรายงานของ Simunovic, et al. (1985) ซึ่งรายงานว่าเนื้อวัวดีนรูปที่มีโปรตีนถั่วเหลืองที่ผ่านการดัดแปลงเนื้อสัมผัส (texturized soy protein) ร้อยละ 0.75 และ 1.50 มีพีเอช 6.07 และ 6.03 ตามลำดับ และไม่แตกต่างจากพีเอชของชุดควบคุมซึ่งมีพีเอช 6.06

จากภาพประกอบ 8ข และตาราง 21 พบว่าชุดการทดลองที่มีเกลือร้อยละ 0.5 (ชุดการทดลอง D) มีพีเอชเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อระยะเวลาเก็บนานขึ้นเป็น 12 สัปดาห์ โดยมีพีเอชสุดท้ายสูงกว่าพีเอชเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง กล่าวคือมีพีเอชที่สัปดาห์ที่ 0 เป็น 5.82 แล้วเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจนถึงสัปดาห์ที่ 8 เป็น 5.84 หลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนสิ้นสุดระยะเวลาเก็บที่ 12 สัปดาห์เป็น 6.14 เมื่อมีการใช้สารเชื่อมร่วมกับเกลือจะทำให้

ผลของพีเอชขึ้นๆ ลงๆ และมีพีเอชสุดท้ายสูงกว่าพีเอชเริ่มต้นเช่นเดียวกัน กล่าวคือเมื่อมีอัลจินและแคลเซียมเจลร่วมกับเกลือร้อยละ 0.5 (ชุดการทดลอง BD) มีพีเอชที่สัปดาห์ที่ 0 เป็น 6.57 แล้วเพิ่มขึ้นเป็น 6.67 ในสัปดาห์ที่ 2 หลังจากนั้นจะลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 8 เป็น 6.47 แล้วเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงสัปดาห์ที่ 12 เป็น 6.81 และเมื่อมีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น ร้อยละ 2.5 ร่วมกับเกลือร้อยละ 0.5 (ชุดการทดลอง CD) มีพีเอชที่สัปดาห์ที่ 0 เป็น 5.87 ลดลงเล็กน้อยจนถึงสัปดาห์ที่ 6 เป็น 5.76 แล้วเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงสัปดาห์ที่ 12 เป็น 6.13

จากภาพประกอบ 8ค และตาราง 21 พบว่าชุดการทดลองที่มีฟอสเฟตร้อยละ 0.5 (ชุดการทดลอง E) มีพีเอชเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อระยะเวลาเก็บนานขึ้นเป็น 12 สัปดาห์ โดยมีพีเอชสุดท้ายสูงกว่าพีเอชเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง กล่าวคือมีพีเอชที่สัปดาห์ที่ 0 เป็น 6.13 แล้วเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจนถึงสัปดาห์ที่ 4 เป็น 6.16 หลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนสิ้นสุดระยะเวลาเก็บที่ 12 สัปดาห์เป็น 6.50 เมื่อมีการใช้สารเชื่อมร่วมกับฟอสเฟตจะให้ผลของพีเอชขึ้นๆลงๆ โดยมีพีเอชสุดท้ายสูงกว่าพีเอชเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเช่นเดียวกัน กล่าวคือเมื่อมีอัลจินและแคลเซียมเจลร่วมกับฟอสเฟตร้อยละ 0.5 (ชุดการทดลอง BE) มีพีเอชที่สัปดาห์ที่ 0 เป็น 6.77 แล้วเพิ่มขึ้นเป็น 6.81 ในสัปดาห์ที่ 2 หลังจากนั้นจะลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 6 เป็น 6.61 แล้วเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงสัปดาห์ที่ 12 เป็น 7.04 และเมื่อมีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5 ร่วมกับฟอสเฟตร้อยละ 0.5 (ชุดการทดลอง CE) มีพีเอชที่สัปดาห์ที่ 0 เป็น 6.17 ลดลงเล็กน้อยจนถึงสัปดาห์ที่ 6 เป็น 6.02 แล้วเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงสัปดาห์ที่ 12 เป็น 6.62

จากภาพประกอบ 8ง และตาราง 21 พบว่าเนื้อหมูคืนรูปดิบที่มีเกลือร้อยละ 0.25 ร่วมกับฟอสเฟตร้อยละ 0.25 (ชุดการทดลอง F) เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 12 สัปดาห์ มีพีเอชสุดท้ายลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยมีพีเอชลดลงอย่างรวดเร็วจนถึงสัปดาห์ที่ 4 หลังจากนั้นจะลดลงอีกเล็กน้อยจนถึงสัปดาห์ที่ 8 แล้วค่อยๆ เพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยจนถึงสัปดาห์ที่ 12 เหมือนกับตัวอย่างควบคุม มีพีเอชที่สัปดาห์ที่ 0 และสัปดาห์ที่ 12 เป็น 6.31 และ 5.94 ตามลำดับ เมื่อมีการใช้สารเชื่อมร่วมกับเกลือและฟอสเฟตก็จะให้ผลในทำนองเดียวกัน โดยพบว่ามีพีเอชลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 4 หลังจากนั้นจะค่อนข้างคงที่ แล้วเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยจนถึงสัปดาห์ที่ 12 กล่าวคือเมื่อมีอัลจินและแคลเซียมเจลร่วมกับเกลือร้อยละ 0.25 และฟอสเฟต

ร้อยละ 0.25 (ชุดการทดลอง BF) มีพีเอชที่สัปดาห์ที่ 0 และสัปดาห์ที่ 12 เป็น 6.76 และ 6.58 ตามลำดับ และเมื่อมีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5 ร่วมกับเกลือและฟอสเฟตในอัตราส่วนร้อยละ 0.25 และ 0.25 (ชุดการทดลอง CF) มีพีเอชเฉลี่ยที่สัปดาห์ที่ 0 และสัปดาห์ที่ 12 เป็น 6.30 และ 5.97 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีพีเอชลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บนานขึ้น ไม่สอดคล้องกับรายงานการศึกษาของ Chu, et al. (1987) ซึ่งรายงานว่าเนื้อวัวตีนรูปที่มีส่วนผสมของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตร้อยละ 0.5 และเกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 1.5 มีพีเอชคงที่ตลอดระยะเวลาเก็บ 3 เดือน และพบว่าชุดการทดลองที่มีส่วนผสมของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตร้อยละ 0.32 และเกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 1.4 และชุดการทดลองที่มีอัลจินและแคลเซียมเจลมีพีเอชสูงกว่าชุดควบคุมซึ่งไม่มีสารเติมแต่งอาหาร

จากตาราง 21 และภาพประกอบ 8ก พบว่าเมื่อเริ่มต้นชุดการทดลองที่มีอัลจินและแคลเซียมเจล (ชุดการทดลอง B) มีพีเอช 6.70 ไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมื่อมีการใช้ร่วมกับเกลือร้อยละ 0.5 (ชุดการทดลอง BD พีเอชเริ่มต้น 6.57) หรือฟอสเฟตร้อยละ 0.5 (ชุดการทดลอง BE พีเอชเริ่มต้น 6.77) หรือเกลือร้อยละ 0.25 ร่วมกับฟอสเฟตร้อยละ 0.25 (ชุดการทดลอง BF พีเอชเริ่มต้น 6.76) เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 12 สัปดาห์ ชุดการทดลองที่มีอัลจินและแคลเซียมเจล (ชุดการทดลอง B) มีพีเอช 6.56 ไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมื่อมีการใช้ร่วมกับเกลือร้อยละ 0.25 และฟอสเฟตร้อยละ 0.25 (ชุดการทดลอง BF พีเอชสุดท้าย 6.58) แต่มีพีเอชต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเมื่อมีการใช้ร่วมกับเกลือร้อยละ 0.5 (ชุดการทดลอง BD พีเอชสุดท้าย 6.81) หรือฟอสเฟตร้อยละ 0.5 (ชุดการทดลอง BE พีเอชสุดท้าย 7.04) จะเห็นได้ว่าฟอสเฟตร้อยละ 0.5 ทำให้พีเอชของเนื้อหมูตีนรูปเติบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สอดคล้องกับรายงานของ Trout และ Schmidt (1986) ซึ่งรายงานว่าฟอสเฟตทำหน้าที่เพิ่มพีเอช

จากตาราง 21 และภาพประกอบ 8ก พบว่าเมื่อเริ่มต้นชุดการทดลองที่มีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น (ชุดการทดลอง C) มีพีเอช 6.24 ไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมื่อมีการใช้ร่วมกับฟอสเฟตร้อยละ 0.5 (ชุดการทดลอง CE พีเอชเริ่มต้น 6.17) หรือเกลือร้อยละ 0.25 และฟอสเฟตร้อยละ 0.25 (ชุดการทดลอง CF พีเอชเริ่มต้น 6.30) ซึ่งทั้ง 3 ชุดการทดลองนี้มีพีเอชสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อเปรียบเทียบกับเมื่อมีการใช้

ร่วมกับเกลือร้อยละ 0.5 (ชุดการทดลอง CD พีเอช เริ่มต้น 5.87) เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 12 สัปดาห์ ทุกชุดการทดลองที่มีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นเป็นสารเชื่อมมีพีเอชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ชุดการทดลองที่มีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นเพียงอย่างเดียว (ชุดการทดลอง C) มีพีเอช 5.78 ซึ่งต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเมื่อมีการใช้ร่วมกับเกลือร้อยละ 0.25 และฟอสเฟตร้อยละ 0.25 (ชุดการทดลอง CF พีเอชสุดท้าย 5.97) หรือเกลือร้อยละ 0.5 (ชุดการทดลอง CD พีเอชสุดท้าย 6.13) หรือฟอสเฟตร้อยละ 0.5 (ชุดการทดลอง CE พีเอชสุดท้าย 6.62) ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าฟอสเฟตร้อยละ 0.5 ทำให้พีเอชของเนื้อหมูคืนรูปดิบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง สอดคล้องกับรายงานของ Trout และ Schmidt (1986) ซึ่งรายงานว่าฟอสเฟตทำหน้าที่เพิ่มพีเอช และมีคุณสมบัติในการควบคุมการเปลี่ยนแปลงของพีเอชได้

Clarke, et al. (1987) รายงานว่าพีเอชเริ่มต้นของเนื้อสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เมื่อมีเกลือร่วมกับฟอสเฟตเป็นส่วนผสม (พีเอช 6.00) เนื้อวัวบดมีพีเอชสูงกว่าเมื่อมีเกลือเพียงอย่างเดียว (พีเอช 5.60) เนื้อวัวบดเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์ พบว่าเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นมีพีเอชลดลงและทำให้การสูญเสียน้ำหนักเมื่อสุกลดลง เนื่องจากตาข่ายโปรตีนในเนื้อมีการรวมตัวกันมากขึ้น Trout และ Schmidt (1984) รายงานว่าการปรับพีเอชเริ่มต้นของเนื้อให้มากกว่า 6.0 เป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตมีประโยชน์ในผลิตภัณฑ์เนื้อบดโดยการใช้แทนที่เกลือโซเดียมคลอไรด์ โดยทำให้พีเอชและกำลังไอออนเพิ่มขึ้นและดัดแปลงตาข่ายโปรตีนในเนื้อ ทำให้เกิดการละลายของโปรตีนในกล้ามเนื้อเกิดเป็นตาข่ายโปรตีนเล็ก ๆ ในผลิตภัณฑ์เมื่อสุก ทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตเมื่อสุกของเนื้อได้ เนื้อที่มีพีเอชมากกว่า 5.9 และมีกำลังไอออนมากกว่า 0.57 มีผลผลิตเมื่อสุกสูงถึงร้อยละ 92 เกลือทำให้กำลังไอออนของเนื้อสูงขึ้นได้ แต่ไม่สามารถดัดแปลงโครงสร้างของเนื้อให้เกิดตาข่ายโปรตีนเล็กๆ ดังกล่าวได้เช่นเดียวกับฟอสเฟต

6.1.2 ค่า TBA

ค่า TBA หรือปริมาณการดไทโอบาบิทูริค หมายถึงมิลลิกรัมของมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมของตัวอย่าง (Dugan, 1976) ใช้เป็นดัชนีบ่งบอกอัตราการเกิดออกซิเดชันของไขมัน แสดงผลในตาราง 22 และภาพประกอบ 9 พบว่าชนิดของสารเชื่อม ความเข้มข้นของเกลือและฟอสเฟต และระยะเวลาเก็บมีผลต่อค่า TBA ของเนื้อหมูคืนรูปดิบอย่างมีนัย

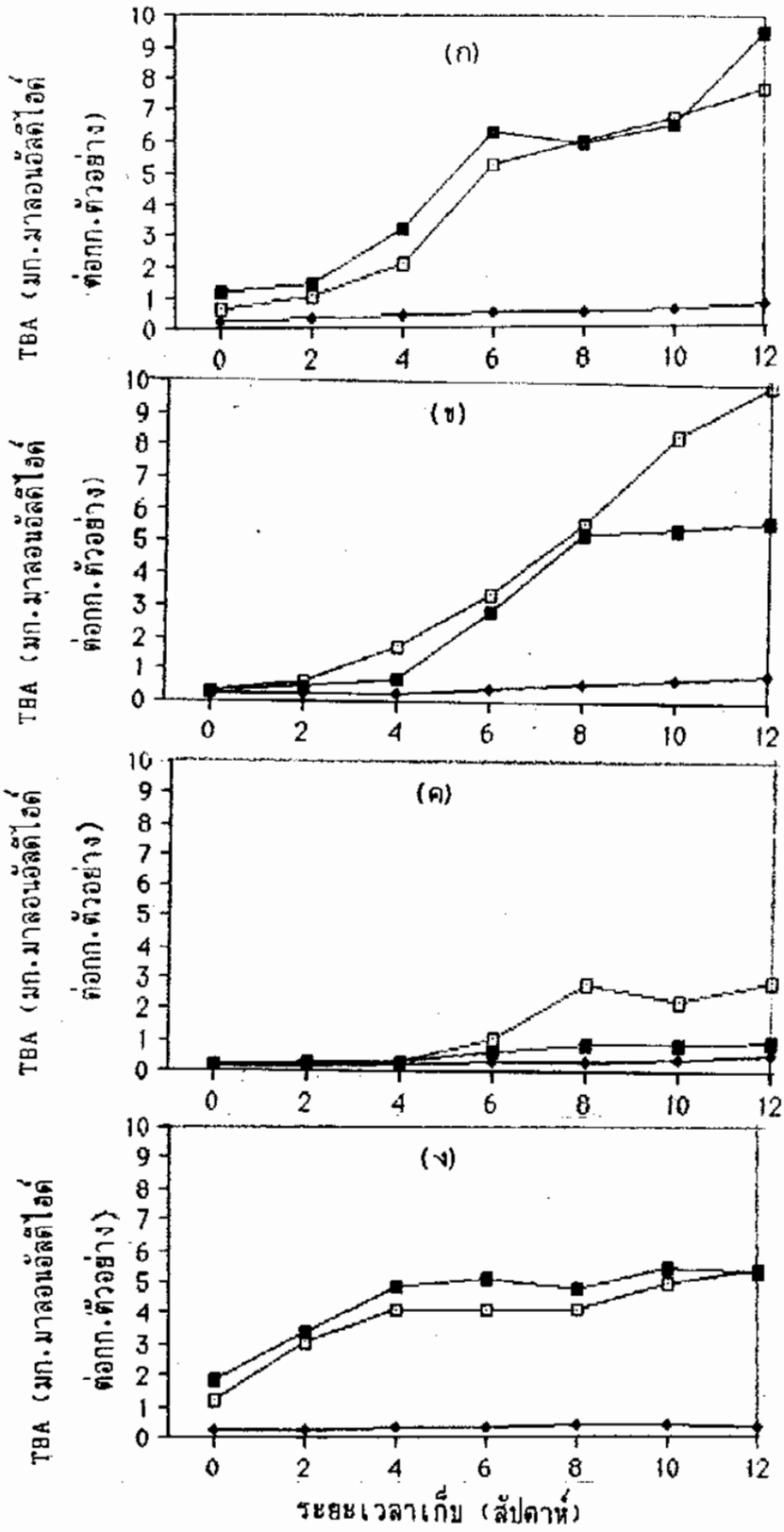
ตาราง 22 ค่า TBA ของเนื้อหมูผึ่งรูปตับที่มีสารเชื่อม เกลือและฟอสเฟตปริมาณต่างกัน ระยะเวลาเก็บ 12 สัปดาห์ เก็บที่อุณหภูมิ-20 องศาเซลเซียส

ชุดการทดลอง	ระยะเวลาเก็บ (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
A	0.67^{fn}	1.02^{fmn}	2.05^{eo}	5.22^{dm}	5.92^{cl}	6.64^{bm}	7.51^{an}
B	0.27^{do}	0.31^{do}	0.40^{cp}	0.49^{br}	0.50^{bp}	0.54^{bp}	0.75^{aq}
C	1.24^{dm}	1.46^{dm}	3.24^{cn}	6.25^{bl}	5.84^{bl}	6.42^{bm}	9.29^{am}
D	0.28^{fo}	0.66^{fno}	1.73^{eo}	3.42^{do}	5.58^{bl}	8.32^{bl}	9.92^{al}
BD	0.22^{co}	0.23^{co}	0.23^{cp}	0.38^{cr}	0.58^{bp}	0.73^{abp}	0.86^{aq}
CD	0.30^{co}	0.44^{cno}	0.69^{cp}	2.85^{bp}	5.30^{alm}	5.46^{an}	5.64^{ao}
E	0.23^{do}	0.28^{do}	0.29^{dp}	1.08^{cq}	2.83^{ao}	2.27^{bo}	2.96^{ap}
BE	0.17^{eo}	0.19^{eo}	0.22^{dcp}	0.30^{cdr}	0.34^{bcp}	0.43^{bp}	0.54^{aqr}
CE	0.18^{do}	0.34^{cno}	0.34^{cp}	0.61^{br}	0.88^{ap}	0.93^{ap}	0.96^{aq}
F	1.18^{dm}	3.08^{cl}	4.11^{bcm}	4.13^{bcn}	4.13^{bcn}	4.92^{abn}	5.34^{ao}
BF	0.21^{bo}	0.26^{abo}	0.31^{abp}	0.29^{abr}	0.37^{ap}	0.37^{ap}	0.31^{abr}
CF	1.88^{cl}	3.37^{bl}	4.82^{al}	5.06^{am}	4.72^{am}	5.37^{an}	5.28^{ao}

ชุดการทดลอง A:ตัวอย่างควบคุม, B:โซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 และแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2, C:โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5, D:เกลือร้อยละ 0.5, BD:โซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 และแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2 ร่วมกับเกลือร้อยละ 0.5, CD:โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5 ร่วมกับเกลือร้อยละ 0.5, E:ฟอสเฟตร้อยละ 0.5, BE:โซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 และแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2 ร่วมกับฟอสเฟตร้อยละ 0.5, CE:โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5 ร่วมกับฟอสเฟตร้อยละ 0.5, F:เกลือร้อยละ 0.25 และฟอสเฟตร้อยละ 0.25, BF:โซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 และแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2 ร่วมกับเกลือร้อยละ 0.25 และฟอสเฟตร้อยละ 0.25, CF:โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5 ร่วมกับเกลือร้อยละ 0.25 และฟอสเฟตร้อยละ 0.25

abcdef : อักษรเหมือนกันในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่าง ($p>0.01$)

lmnopqr : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันไม่มีความแตกต่าง ($p>0.01$)



ภาพประกอบ 9 ค่า TBA ของเนื้อหมูดิบที่มีสารเชื่อม เกลือ และฟอสเฟตปริมาณต่างกัน ระยะเวลาเก็บ 12 สัปดาห์ เก็บที่อุณหภูมิ -20°ซ: ไม่มีเกลือและฟอสเฟต(ก), เกลือร้อยละ 0.5(ข), ฟอสเฟตร้อยละ 0.5(ค) และเกลือร้อยละ 0.25 และฟอสเฟตร้อยละ 0.25(ง)

—□— = ไม่มีสารเชื่อม

—◆— = โซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 และแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2

—■— = โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5

สำคัญยิ่ง จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 18 และ 19) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีค่า TBA แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบผลของระยะเวลาเก็บต่อค่า TBA ของเนื้อหมูคืนรูปดิบ จากภาพประกอบ 9 และตาราง 22 พบว่าเมื่อระยะเวลาเก็บนานขึ้น ชุดการทดลองทั้งหมดมีค่า TBA เพิ่มขึ้น

จากภาพประกอบ 9ก พบว่าตัวอย่างควบคุม (ตาราง 22 ชุดการทดลอง A) มีค่า TBA เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 12 สัปดาห์ (ค่า TBA ที่สัปดาห์ที่ 0 และสัปดาห์ที่ 12 มีค่า 0.67 และ 7.51 ตามลำดับ) ชุดการทดลองที่มีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5 มีค่า TBA เริ่มต้น 1.24 (ตารางที่ 22 ชุดการทดลอง C) โดยมีค่า TBA เริ่มต้นสูงกว่าตัวอย่างควบคุม และมีค่า TBA เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 12 สัปดาห์ คือมีค่า TBA 9.29 สำหรับชุดการทดลองที่มีโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 และแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2 (ตาราง 22 ชุดการทดลอง B) พบว่าเริ่มต้นมีค่า TBA ต่ำ คือ 0.27 เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 12 สัปดาห์ มีค่า TBA 0.75 เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าอัลจินและแคลเซียมเจลสามารถป้องกันการเกิดออกซิเดชันของไขมันได้ (ทำให้ค่า TBA ลดลงจากปกติ) แต่โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5 ทำให้ค่า TBA เพิ่มขึ้นจากปกติ สอดคล้องกับรายงานของ Romijn, et al. (1991) ซึ่งรายงานว่าเนื้อวัวบดสุกแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่า TBA เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 6 วัน แต่ไม่สอดคล้องในกรณีที่พบว่าเมื่อมีโปรตีนถั่วเหลืองสกัดร้อยละ 8-24 มีค่า TBA ลดลงจากเนื้อวัวบดปกติอย่างมีนัยสำคัญ และเป็นไปในทำนองเดียวกันตลอดระยะเวลาเก็บ 6 วัน และเมื่อมีปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัดเพิ่มขึ้นทำให้ค่า TBA ลดลงมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากในโปรตีนถั่วเหลืองมีสารที่สามารถป้องกันการเกิดออกซิเดชันของไขมันได้ ได้แก่เอนไซม์ต่างๆ เช่น α-amylase นอกจากนี้ยังมีสารเลคทิน (lectin) และเฟสโวนอยด์ Liu, et al. (1991) รายงานว่าเนื้อวัวบดแผ่นที่เติมน้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 10 หรือโปรตีนถั่วเหลืองสกัดร้อยละ 5-25 ทำให้การเกิดออกซิเดชันของไขมันลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

จากภาพประกอบ 9ข พบว่าเริ่มต้นเนื้อหมูคืนรูปดิบที่มีเกลือร้อยละ 0.5 (ตาราง 22 ชุดการทดลอง D) มีค่า TBA ต่ำ คือ 0.28 เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 12 สัปดาห์ พบว่ามีค่า TBA เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง คือ 9.92 เมื่อมีสารเชื่อมคือโซเดียมอัลจิเนต

ร้อยละ 0.6 และแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2 ร่วมกับเกลือร้อยละ 0.5 (ตาราง 22 ชุดการทดลอง BD) พบว่าเริ่มต้นมีค่า TBA ต่ำ คือ 0.22 และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 12 สัปดาห์ (ค่า TBA 0.86) เมื่อมีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5 ร่วมกับเกลือร้อยละ 0.5 (ตาราง 22 ชุดการทดลอง CD) พบว่ามีค่า TBA เริ่มต้น 0.30 ซึ่งใกล้เคียงกับเมื่อมีเกลือร้อยละ 0.5 เพียงอย่างเดียว และมีค่า TBA เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 12 สัปดาห์ (ค่า TBA 5.64)

จากภาพประกอบ 9ค พบว่าชุดการทดลองที่มีฟอสเฟตร้อยละ 0.5 (ตาราง 22 ชุดการทดลอง E) มีค่า TBA ต่ำ คือ 0.23 เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 12 สัปดาห์ พบว่ามีค่า TBA เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง คือ 2.96 เมื่อมีสารเชื่อมคีเยโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 และแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2 ร่วมกับฟอสเฟตร้อยละ 0.5 (ตาราง 22 ชุดการทดลอง BE) พบว่าเริ่มต้นมีค่า TBA ต่ำ (0.17) และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 12 สัปดาห์ (ค่า TBA 0.54) เมื่อมีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5 ร่วมกับฟอสเฟตร้อยละ 0.5 (ตาราง 22 ชุดการทดลอง CE) พบว่ามีค่า TBA เริ่มต้น 0.18 ใกล้เคียงกับเมื่อมีฟอสเฟตร้อยละ 0.5 เพียงอย่างเดียว และมีค่า TBA เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 12 สัปดาห์ (ค่า TBA 0.96)

จากภาพประกอบ 9ง พบว่าเมื่อมีเกลือร้อยละ 0.25 และฟอสเฟตร้อยละ 0.25 (ตาราง 22 ชุดการทดลอง F) เนื้อหมูคืนรูปดิบเริ่มต้นมีค่า TBA สูง คือ 1.18 เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 12 สัปดาห์ พบว่ามีค่า TBA เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง คือ 5.34 เมื่อมีสารเชื่อมคีโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 และแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2 ร่วมกับเกลือร้อยละ 0.25 และฟอสเฟตร้อยละ 0.25 (ตาราง 22 ชุดการทดลอง BF) พบว่าเริ่มต้นมีค่า TBA ต่ำ (ค่า TBA 0.21) และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 12 สัปดาห์ (ค่า TBA 0.31) เมื่อมีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5 ร่วมกับเกลือร้อยละ 0.25 และฟอสเฟตร้อยละ 0.25 (ตาราง 22 ชุดการทดลอง CF) พบว่ามีค่า TBA เริ่มต้นสูงกว่าเมื่อมีเกลือร้อยละ 0.25 และฟอสเฟตร้อยละ 0.25 คือมีค่า TBA 1.88 และมีค่า TBA เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 12 สัปดาห์ (ค่า TBA 5.28)

จากตาราง 22 พบว่าชุดการทดลองที่มีฟอสเฟตร้อยละ 0.5 (ชุดการทดลอง E) มีค่า TBA เพิ่มขึ้นในอัตราที่น้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่มีเกลือร่วมกับ

ฟอสเฟตในอัตราส่วนร้อยละ 0.25 และ 0.25 (ชุดการทดลอง F) ตัวอย่างควบคุมซึ่งไม่มีเกลือและฟอสเฟต (ชุดการทดลอง A) และชุดการทดลองที่มีเกลือร้อยละ 0.5 (ชุดการทดลอง D) ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานการศึกษาของ Stoick, et al. (1991) ซึ่งรายงานว่าเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 6 เดือน เนื้อวัวดีนรูปที่มีเกลือร้อยละ 0.75 หรือมีเกลือร้อยละ 0.75 ร่วมกับฟอสเฟตร้อยละ 0.3 มีค่า TBA เพิ่มขึ้น แต่เมื่อมีฟอสเฟตอยู่ด้วยจะมีค่า TBA เพิ่มขึ้นในอัตราที่น้อยกว่าเมื่อไม่มีฟอสเฟต

จากตาราง 22 และภาพประกอบ 9ก พบว่าเมื่อเริ่มต้นชุดการทดลองที่มีอัลจินและแคลเซียมเจล (ชุดการทดลอง B) มีค่า TBA ต่ำ คือ 0.27 และเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 12 สัปดาห์ (ค่า TBA 0.75) เมื่อมีเกลือร้อยละ 0.5 ร่วมกับอัลจินและแคลเซียมเจล (ตาราง 22 ชุดการทดลอง BD และภาพประกอบ 9ข) พบว่าเริ่มต้นมีค่า TBA ต่ำ คือ 0.22 และเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 12 สัปดาห์ (ค่า TBA 0.86) ซึ่งจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่าเมื่อมีเกลือร้อยละ 0.5 ร่วมกับอัลจินและแคลเซียมเจล เนื้อหมูดีนรูปดิบมีค่า TBA เริ่มต้นและสุดท้ายไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเมื่อมีอัลจินและแคลเซียมเจลเพียงอย่างเดียว แตกต่างกับเมื่อมีฟอสเฟตร้อยละ 0.5 เป็นส่วนผสมร่วมด้วย (ตาราง 22 ชุดการทดลอง BE และภาพประกอบ 9ค) หรือเมื่อมีเกลือร้อยละ 0.25 และฟอสเฟตร้อยละ 0.25 เป็นส่วนผสมร่วมด้วย (ตาราง 22 ชุดการทดลอง BF และภาพประกอบ 9ง) ซึ่งพบว่ามีค่า TBA เริ่มต้นและสุดท้ายน้อยกว่าเมื่อมีอัลจินและแคลเซียมเจลเพียงอย่างเดียว หรือเมื่อมีเกลือร้อยละ 0.5 ร่วมด้วยอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และทั้ง 2 ชุดการทดลองที่มีฟอสเฟตร่วมด้วยมีค่า TBA ลดลงจากเมื่อไม่มีฟอสเฟตอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 12 สัปดาห์ (ตารางภาคผนวก 19) สอดคล้องกับรายงานการศึกษาของ Akamittath, et al. (1990) ซึ่งรายงานว่าฟอสเฟตยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของไขมันได้ สเต็กดีนรูปที่มีฟอสเฟตและเกลือเป็นส่วนผสมมีค่า TBA น้อยกว่าสเต็กดีนรูปที่มีเกลือเพียงอย่างเดียว

จากตาราง 22 และภาพประกอบ 9ก พบว่าเมื่อมีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5 (ชุดการทดลอง C) เนื้อหมูดีนรูปดิบมีค่า TBA 1.24 และมีค่า TBA สูงกว่าตัวอย่างควบคุม และเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 12 สัปดาห์ (ค่า TBA

9.29) เมื่อมีเกลือร้อยละ 0.5 เป็นส่วนผสมร่วมกับโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น (ตาราง 22 ชุดการทดลอง CD และภาพประกอบ 9ข) พบว่าเริ่มต้นมีค่า TBA ต่ำคือ 0.30 และเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 12 สัปดาห์ (ค่า TBA 5.64) ซึ่งจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่าเมื่อมีเกลือร้อยละ 0.5 ร่วมกับโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น เนื้อหมูคืนรูปดิบมีค่า TBA เริ่มต้นและสุดท้ายต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่มีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5 (ชุดการทดลอง C) แต่มีค่า TBA เริ่มต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ และมีค่า TBA สุดท้ายสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อเปรียบเทียบกับเมื่อมีการใช้ร่วมกับฟอสเฟตร้อยละ 0.5 (ชุดการทดลอง CE ค่า TBA เริ่มต้นและสุดท้ายมีค่า 0.18 และ 0.96 ตามลำดับ) แต่มีค่า TBA เริ่มต้นต่ำกว่าและมีค่า TBA สุดท้ายไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมื่อมีการใช้ร่วมกับเกลือร้อยละ 0.25 และฟอสเฟตร้อยละ 0.25 (ชุดการทดลอง CF ค่า TBA เริ่มต้นและสุดท้ายมีค่า 1.88 และ 5.28 ตามลำดับ) ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5 เมื่อใช้ร่วมกับเกลือร้อยละ 0.25 และฟอสเฟตร้อยละ 0.25 สามารถลดการเกิดออกซิเดชันของไขมันได้เล็กน้อย

6.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

6.2.1 เนื้อหมูคืนรูปดิบ

6.2.1.1 สี

ผลการประเมินคุณภาพสีของเนื้อหมูคืนรูปดิบ โดยวิธี hedonic scale ตามแบบประเมินในภาคผนวก ข-1 แสดงผลในตาราง 23 และภาพประกอบ 10 จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 20) พบว่าชนิดของสารเชื่อม และความเข้มข้นของเกลือและฟอสเฟต มีผลต่อคุณภาพสีของเนื้อหมูคืนรูปดิบอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่ทั้ง 2 ปัจจัยไม่มีปฏิกิริยาร่วมกัน สำหรับระยะเวลาเก็บพบว่าไม่มีผลต่อคุณภาพสีของเนื้อหมูคืนรูปดิบส่วนใหญ่ ยกเว้นเมื่อมีอัลจินและแคลเซียมเจล (ตารางภาคผนวก 21)

จากภาพประกอบ 10ก พบว่าตัวอย่างควบคุมซึ่งไม่มีสารเชื่อม (ตาราง 23 ชุดการทดลอง A) และชุดการทดลองที่มีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5 (ตาราง 23 ชุดการทดลอง C) มีคุณภาพสีเริ่มต้นใกล้เคียงกัน คือมีสีแดงออกน้ำตาลถึงแดงออกเทา และ

ตาราง 23 คะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพสีของเนื้อหมูคืนรูปติบที่มีสารเชื่อม เกลือและฟอสเฟตปริมาณต่างกัน ระยะเวลาเก็บ 12 สัปดาห์ เก็บที่อุณหภูมิ-20 องศาเซลเซียส

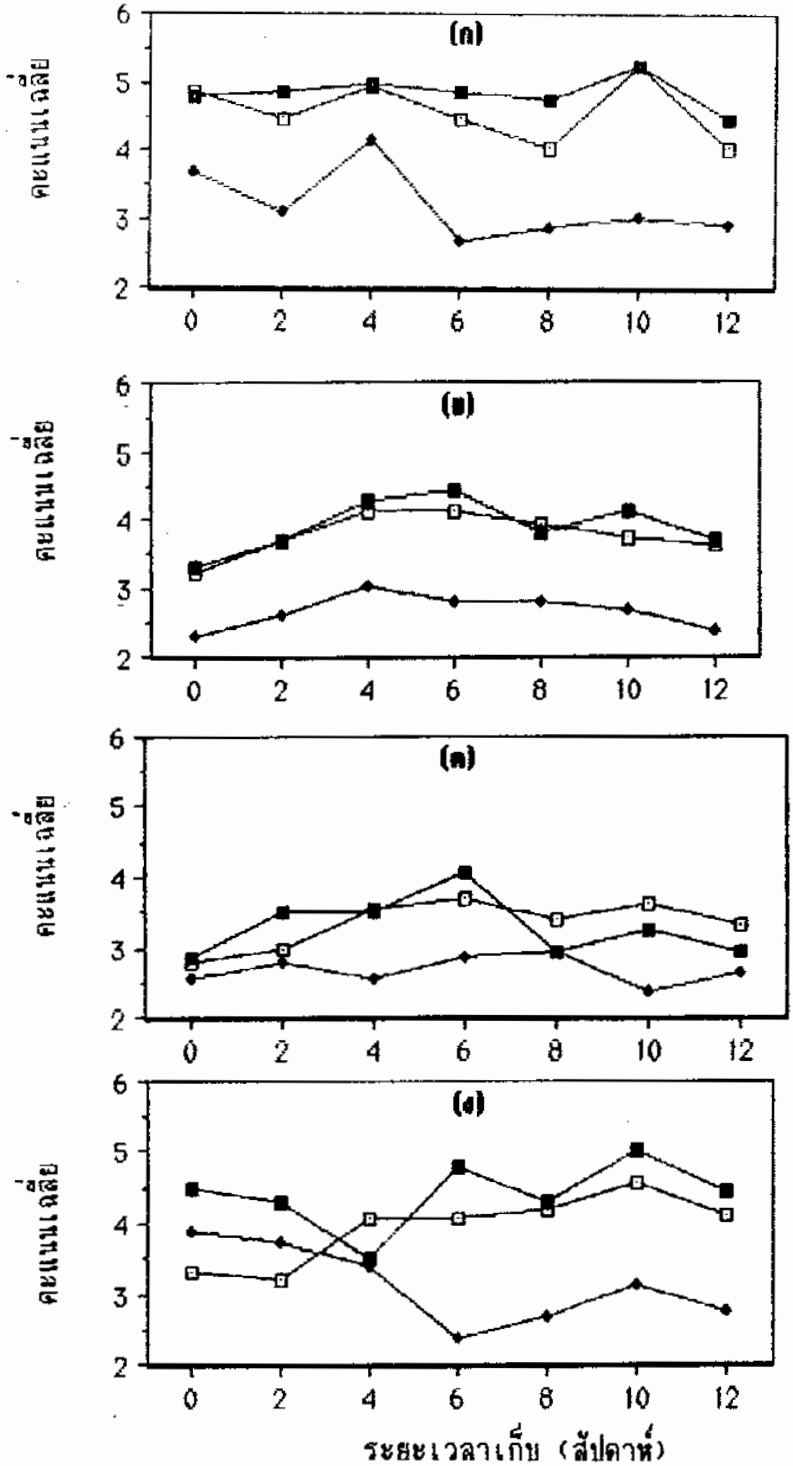
ชุดการทดลอง	ระยะเวลาเก็บ (สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
A	4.88^{al}	4.50^{alm}	4.94^{al}	4.50^{al}	4.06^{alm}	5.25^{al}	4.06^{almn}
B	3.69^{ablmn}	3.13^{bmn}	4.19^{alm}	2.69^{bmn}	2.88^{bm}	3.06^{bnop}	2.94^{bmno}
C	4.81^{al}	4.88^{al}	5.00^{al}	4.88^{al}	4.75^{al}	5.25^{al}	4.50^{al}
D	3.25^{amno}	3.69^{almn}	4.13^{alm}	4.13^{alm}	3.94^{alm}	3.75^{almnop}	3.63^{almno}
BD	2.31^{ao}	2.63^{an}	3.06^{am}	2.81^{amn}	2.81^{am}	2.69^{aop}	2.38^{ao}
CD	3.31^{amno}	3.69^{almn}	4.31^{alm}	4.44^{al}	3.81^{alm}	4.13^{almno}	3.69^{almno}
E	2.81^{ano}	3.00^{amn}	3.56^{alm}	3.69^{almn}	3.38^{alm}	3.63^{amnop}	3.31^{almno}
BE	2.56^{ano}	2.81^{amn}	2.56^{am}	2.88^{amn}	2.94^{am}	2.38^{ap}	2.63^{ano}
CE	2.88^{ano}	3.50^{almn}	3.50^{alm}	4.06^{alm}	2.94^{am}	3.25^{anop}	2.94^{amno}
F	3.31^{amno}	3.19^{amn}	4.06^{alm}	4.06^{alm}	4.19^{alm}	4.56^{almn}	4.13^{almn}
BF	3.88^{ablmn}	3.75^{abclmn}	4.25^{alm}	2.38^{cn}	2.69^{abcm}	3.13^{abcnop}	2.75^{bcno}
CF	4.50^{alm}	4.31^{almn}	3.50^{alm}	4.81^{al}	4.31^{alm}	5.00^{alm}	4.44^{alm}

คะแนนเต็ม 8 : (1=แดงสดมาก 2=แดงสด 3=แดงสดเล็กน้อย 4=แดงออกน้ำตาล 5=แดงออกเทา 6=แดงออกเขียว 7=แดงออกม่วง 8=ไม่มีสีแดง)

ชุดการทดลอง A:ตัวอย่างควบคุม, B:โซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 และแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2, C:โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5, D:เกลือร้อยละ 0.5, BD:โซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 และแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2 ร่วมกับเกลือร้อยละ 0.5, CD:โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5 ร่วมกับเกลือร้อยละ 0.5, E:ฟอสเฟตร้อยละ 0.5, BE:โซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 และแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2 ร่วมกับฟอสเฟตร้อยละ 0.5, CE:โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5 ร่วมกับฟอสเฟตร้อยละ 0.5, F:เกลือร้อยละ 0.25 และฟอสเฟตร้อยละ 0.25, BF:โซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 และแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2 ร่วมกับเกลือร้อยละ 0.25 และฟอสเฟตร้อยละ 0.25, CF:โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5 ร่วมกับเกลือร้อยละ 0.25 และฟอสเฟตร้อยละ 0.25

abc : อักษรเหมือนกันในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่าง ($p>0.01$)

lmnop : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันไม่มีความแตกต่าง ($p>0.01$)



ภาพประกอบ 10 สีของเนื้อหมูดีนรูปดิบที่มีสารเชื่อม เกลือ และฟอสเฟตปริมาณต่างกัน ระยะเวลาเก็บ 12 สัปดาห์ เก็บที่อุณหภูมิ-20°ซ :ไม่มีเกลือและฟอสเฟต(ก), เกลือร้อยละ 0.5(ข), ฟอสเฟตร้อยละ 0.5(ค) และเกลือร้อยละ 0.25 และฟอสเฟตร้อยละ 0.25 (ง) (1=สีแดงสดมาก 2=แดงสด 3=แดงสดเล็กน้อย 4=แดงออกน้ำตาล 5=แดงออกเทา 6=แดงออกเขียว 7=แดงออกม่วง 8=ไม่มีสีแดง) —□— = ไม่มีสารเชื่อม

—◆— = โซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 และแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2

—■— = โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5

มีสีค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาเก็บ 12 สัปดาห์ โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นให้ผลของคุณภาพสีไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมตลอดระยะเวลาเก็บ (ตารางภาคผนวก 20) สอดคล้องกับรายงานการศึกษาของ Liu, et al. (1991) ซึ่งรายงานว่าเนื้อวัวบดแผ่นที่เติมน้ำมันถั่วเหลืองหรือโปรตีนถั่วเหลืองสกัดร้อยละ 5-25 และเนื้อวัวบดแผ่นปกติ มีคะแนนเฉลี่ยสีลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพิ่มขึ้นเป็นเวลา 15 วัน แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยสีระหว่างชุดการทดลองทั้งหมด ชุดการทดลองที่มีส่วนผสมของน้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 10 มีการเปลี่ยนแปลงสีเกิดขึ้นน้อยกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ จากภาพประกอบ 10ก พบว่าเนื้อหมูคืนรูปติบที่มีโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 และแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2 (ตาราง 23 ชุดการทดลอง B) เริ่มต้นมีสีแดงสดเล็กน้อย (คะแนนเฉลี่ย 3.69) เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 4 สัปดาห์ มีสีเข้มขึ้นเล็กน้อยเป็นสีแดงออกน้ำตาล (คะแนนเฉลี่ย 4.19) หลังจากนั้นมีคะแนนเฉลี่ยลดลงอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 6 แล้วคงที่จนสิ้นสุดระยะเวลาเก็บที่ 12 สัปดาห์ (คะแนนเฉลี่ย 2.94) จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 21) พบว่าระยะเวลาเก็บมีผลต่อคุณภาพสีของเนื้อหมูคืนรูปติบที่มีอัลจินและแคลเซียมเจลเป็นสารเชื่อมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และจากการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่าเริ่มต้นและสัปดาห์ที่ 4 เนื้อหมูคืนรูปติบมีสีเหมือนกันคือสีแดงสดเล็กน้อยถึงแดงออกน้ำตาล แตกต่างจากคุณภาพสีของสัปดาห์ที่ 6 จนสิ้นสุดระยะเวลาเก็บซึ่งมีสีแดงสดถึงแดงสดเล็กน้อย ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าอัลจินและแคลเซียมเจลทำให้เนื้อหมูคืนรูปติบมีสีแดงเพิ่มขึ้นจากปกติ และเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นจะมีคุณภาพสีดีกว่าเมื่อเริ่มต้น สอดคล้องกับรายงานของ Means และ Schmidt (1986) ซึ่งพบว่าอัลจินและแคลเซียมเจลมีประสิทธิภาพในการป้องกันการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อวัวคืนรูปได้ และรายงานของ Trout, et al. (1990) ซึ่งพบว่าอัลจินและแคลเซียมเจลสามารถป้องกันการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อหมูคืนรูปตลอดระยะเวลาเก็บ 3 เดือนได้

จากภาพประกอบ 10ข พบว่าเริ่มต้นเนื้อหมูคืนรูปติบที่มีเกลือร้อยละ 0.5 (ตาราง 23 ชุดการทดลอง D) มีสีแดงสดเล็กน้อย เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นพบว่ามีคะแนนเฉลี่ยของสีเพิ่มขึ้นเล็กน้อยโดยไม่แตกต่างกันทางสถิติจนสิ้นสุดระยะเวลาเก็บ กล่าวคือมีคะแนนเฉลี่ยที่สัปดาห์ที่ 0 เป็น 3.25 และมีคะแนนเฉลี่ยที่สัปดาห์ที่ 12 เป็น 3.63 ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าเนื้อหมูคืนรูปติบนี้เก็บที่อุณหภูมิต่ำ จึงยังมีการเกิดออกซิเดชันของ

เม็ดสีน้อย เมื่อมีโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 และแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2 ร่วมกับเกลือร้อยละ 0.5 (ตาราง 23 ชุดการทดลอง BD) พบว่าเริ่มต้นมีสีแดงสด (คะแนนเฉลี่ย 2.31) และยังคงมีสีแดงสดจนสิ้นสุดระยะเวลาเก็บ 12 สัปดาห์ (คะแนนเฉลี่ย 2.38) เมื่อมีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5 ร่วมกับเกลือร้อยละ 0.5 (ตาราง 23 ชุดการทดลอง CD) พบว่าผลการทดลองเป็นไปในทำนองเดียวกันกับชุดการทดลองที่มีเกลือร้อยละ 0.5 เพียงอย่างเดียว คือเริ่มต้นมีสีแดงสดเล็กน้อย (คะแนนเฉลี่ย 3.31) เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 12 สัปดาห์ พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยสีเพิ่มขึ้นเล็กน้อยโดยไม่แตกต่างกันทางสถิติ (คะแนนเฉลี่ย 3.69)

จากภาพประกอบ 10ค พบว่าชุดการทดลองที่มีฟอสเฟตร้อยละ 0.5 (ตาราง 23 ชุดการทดลอง E) มีสีแดงสดเล็กน้อย (คะแนนเฉลี่ย 2.81) เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยสีเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยไม่แตกต่างกันทางสถิติจนสิ้นสุดระยะเวลาเก็บ (คะแนนเฉลี่ย 3.31) เมื่อมีสารเชื่อมคือโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 และแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2 ร่วมกับฟอสเฟตร้อยละ 0.5 (ตาราง 23 ชุดการทดลอง BE) พบว่าเริ่มต้นมีสีแดงสด (คะแนนเฉลี่ย 2.56) และยังคงมีสีแดงสดจนสิ้นสุดระยะเวลาเก็บ 12 สัปดาห์ (คะแนนเฉลี่ย 2.63) เมื่อมีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5 ร่วมกับฟอสเฟตร้อยละ 0.5 (ตาราง 23 ชุดการทดลอง CE) พบว่าผลการทดลองเป็นไปในทำนองเดียวกันกับชุดการทดลองที่มีฟอสเฟตร้อยละ 0.5 เพียงอย่างเดียว คือเริ่มต้นมีสีแดงสดเล็กน้อย (คะแนนเฉลี่ย 2.88) เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 12 สัปดาห์ พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยสีเพิ่มขึ้นเล็กน้อยโดยไม่แตกต่างกันทางสถิติ (คะแนนเฉลี่ย 2.94) ซึ่งยังคงมีสีแดงสดเล็กน้อย

จากภาพประกอบ 10ง พบว่าเมื่อมีเกลือร้อยละ 0.25 และฟอสเฟตร้อยละ 0.25 (ตาราง23 ชุดการทดลอง F) เนื้อหมูคืนรูปติบเริ่มต้นมีสีแดงสดเล็กน้อย (คะแนนเฉลี่ย 3.31) เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 12 สัปดาห์ พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยสีเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเป็นสีแดงออกน้ำตาลโดยไม่แตกต่างกันทางสถิติ (คะแนนเฉลี่ย 4.13) เมื่อมีโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 และแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2 ร่วมกับเกลือร้อยละ 0.25 และฟอสเฟตร้อยละ 0.25 (ตาราง 23 ชุดการทดลอง BF) พบว่าเริ่มต้นมีสีแดงสดเล็กน้อยถึงแดงออกน้ำตาล (คะแนนเฉลี่ย 3.88) ค่อนข้างคงที่จนถึงสัปดาห์ที่ 4 หลังจากนั้นมีคะแนนเฉลี่ยสีลดลงเป็นสีแดงสดถึงแดงสดเล็กน้อยในสัปดาห์ที่ 6 (คะแนนเฉลี่ย 2.38)

และค่อนข้างคงที่จนสิ้นสุดระยะเวลาเก็บ 12 สัปดาห์ (คะแนนเฉลี่ย 2.75) ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าเมื่อมีเกลือร้อยละ 0.25 และฟอสเฟตร้อยละ 0.25 ร่วมกับอัลจินและแคลเซียมเจลทำให้เนื้อหมูคืนรูปดิบมีสีแดงเพิ่มขึ้นจากปกติ และเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นจะมีคุณภาพสีดีกว่าเมื่อเริ่มต้น เมื่อมีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5 ร่วมกับเกลือร้อยละ 0.25 และฟอสเฟตร้อยละ 0.25 (ตาราง 23 ชุดการทดลอง CF) พบว่าเริ่มต้นมีสีแดงออกน้ำตาล (คะแนนเฉลี่ย 4.50) และค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาเก็บ 12 สัปดาห์

จากตาราง 23 และภาพประกอบ 10ก พบว่าเมื่อเริ่มต้นชุดการทดลองที่มีอัลจินและแคลเซียมเจล (ชุดการทดลอง B) มีสีแดงสดเล็กน้อย เมื่อมีเกลือร้อยละ 0.25 และฟอสเฟตร้อยละ 0.25 ร่วมด้วย (ตาราง 23 ชุดการทดลอง BF และภาพประกอบ 10ง) พบว่าเนื้อหมูคืนรูปดิบมีสีแดงสดเล็กน้อยเหมือนกัน และทั้ง 2 ชุดการทดลองนี้มีคุณภาพสีดีขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 12 สัปดาห์ เมื่อมีเกลือร้อยละ 0.5 ร่วมกับอัลจินและแคลเซียมเจล (ตาราง 23 ชุดการทดลอง BD และภาพประกอบ 10ข) พบว่าเริ่มต้นมีสีแดงสด ทำนองเดียวกันกับเมื่อมีฟอสเฟตร้อยละ 0.5 ร่วมด้วย (ตาราเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเนื้อหมูคืนรูปดิบยังคงมีสีแดงสดตลอดระยะเวลาเก็บ 12 สัปดาห์ ทั้งนี้เนื่องจากอัลจินและแคลเซียมเจล หรือฟอสเฟตมีประสิทธิภาพในการป้องกันการเปลี่ยนแปลงสี และการเกิดออกซิเดชันของไขมันได้ ทำให้เนื้อหมูคืนรูปดิบมีสีแดงเล็กน้อยไม่คล้ำหรือเข้มขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น จากผลการเปรียบเทียบคุณภาพสีที่ระยะเวลาเก็บ 12 สัปดาห์ของเนื้อหมูคืนรูปดิบที่มีอัลจินและแคลเซียมเจล โดยมีเกลือและฟอสเฟตร่วมด้วย 4 ระดับ พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ผลการทดลองนี้พอจะสรุปได้ว่าอัลจินและแคลเซียมเจลมีผลการป้องกันการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อหมูคืนรูปดิบได้เช่นเดียวกับฟอสเฟตร้อยละ 0.5 สอดคล้องกับรายงานการศึกษาของ Trout, et al. (1990) ซึ่งพบว่าแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.26 มีประสิทธิภาพในการป้องกันการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อหมูคืนรูปในระหว่างการเก็บ 3 เดือนได้ โดยสามารถป้องกันได้ดีที่สุดเมื่อใช้ร่วมกับโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.7 และป้องกันได้บ้างเมื่อใช้ร่วมกับเกลือร้อยละ 0.75 และยังมีประสิทธิภาพในการป้องกันการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อหมูคืนรูปที่มีเกลือได้ดีกว่าโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต

จากตาราง 23 และภาพประกอบ 10ก พบว่าเมื่อมีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5 (ชุดการทดลอง C) เนื้อหมูคืนรูปดิบมีสีแดงออกน้ำตาลและมีสีคงที่ตลอดระยะ

เวลาเก็บ 12 สัปดาห์ มีสีเริ่มต้นและสุดท้ายเหมือนกับตัวอย่างควบคุม (ชุดการทดลอง A) เมื่อมีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นและมีเกลือร้อยละ 0.5 ร่วมด้วย (ตาราง 23 ชุดการทดลอง CD และภาพประกอบ 10ข) พบว่ามีสีแดงสดเล็กน้อยถึงแดงออกน้ำตาล ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติตลอดระยะเวลาเก็บ 12 สัปดาห์ (คะแนนเฉลี่ย 3.31-4.44) มีคุณภาพสีเริ่มต้นดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่มีคุณภาพสีสุดท้ายไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมื่อมีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นเพียงอย่างเดียว แต่เมื่อมีฟอสเฟตร้อยละ 0.5 ร่วมด้วย (ตาราง 23 ชุดการทดลอง CE และภาพประกอบ 10ค) พบว่ามีสีแดงสดเล็กน้อยถึงแดงออกน้ำตาล ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติตลอดระยะเวลาเก็บ 12 สัปดาห์ (คะแนนเฉลี่ย 2.88-4.06) มีคุณภาพสีเริ่มต้นและสุดท้ายดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเมื่อมีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นเพียงอย่างเดียว แต่เมื่อมีเกลือร้อยละ 0.25 และฟอสเฟตร้อยละ 0.25 ร่วมกับโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5 (ตาราง 23 ชุดการทดลอง CF และภาพประกอบ 10ง) พบว่ามีคุณภาพสีเริ่มต้นและสุดท้ายเช่นเดียวกันกับเมื่อมีโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 2.5 เพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตามจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 21) พบว่าเมื่อสิ้นสุดการเก็บ 12 สัปดาห์ชุดการทดลองที่มีเกลือร้อยละ 0.5 หรือฟอสเฟตร้อยละ 0.5 หรือเกลือร้อยละ 0.25 ร่วมกับฟอสเฟตร้อยละ 0.25 เป็นส่วนผสมร่วมกับโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นมีคุณภาพสีไม่แตกต่างกันทางสถิติ สรุปได้ว่าโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5 ที่ใช้ในเนื้อหมูดีนรูปดิบไม่มีผลในการป้องกันการเปลี่ยนแปลงสี แต่ฟอสเฟตร้อยละ 0.5 สามารถป้องกันการเปลี่ยนแปลงสีได้บ้างเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นเป็น 12 สัปดาห์

6.2.1.2 *กลิ่นออกซิไดซ์*

ผลการประเมินกลิ่นออกซิไดซ์ของเนื้อหมูดีนรูปดิบด้วยวิธี QDA โดยใช้ผู้ประเมิน 8 คน ใช้แบบสอบถามที่แสดงในภาคผนวก ข-2 ได้คะแนนเฉลี่ยแสดงในตาราง 24 และภาพประกอบ 11 พบว่าชนิดของสารเชื่อม ความเข้มข้นของเกลือและฟอสเฟต และระยะเวลาเก็บไม่มีผลต่อกลิ่นออกซิไดซ์ของเนื้อหมูดีนรูปดิบ และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 22 และ 23) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีกลิ่นออกซิไดซ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ กลิ่นออกซิไดซ์เป็นดัชนีบ่งบอกอัตราการเกิดออกซิเดชันของไขมัน แสดงผลทางเคมีได้ในรูปของค่า TBA หรือปริมาณการดไทโอบาบิทูริค