บทที่ 4

ผลและวิจารณ์

1. คุณสมบัติของวัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ผลิตเนื้อหมูคืนรูปได้จากเนื้อ 2 ส่วน คือหมูเนื้อแดงส่วนสะโพก ตัดแต่งไขมันและพังผืดออก มีลักษณะเนื้อแน่น สีแดงสด และมันหมูส่วนมันขาว ตัดแต่งเนื้อแดง และพังผืดออก มีองค์ประกอบทางเคมีแสดงในตาราง 5 พบว่าหมูเนื้อแดงมีปริมาณความชื้นร้อยละ 75.92 ซึ่งมากกว่าปริมาณความชื้นในเนื้อแดงทั่วไปซึ่งมีอยู่ร้อยละ 70 (Rice, 1970) และมีปริมาณความชื้นสูงกว่าเนื้อวัวส่วนสะโพกที่ผ่านการตัดแต่งไขมัน และพังผืดออกซึ่งมีปริมาณความชื้นร้อยละ 73.9 (Clarke, et al., 1988 a) และเนื้อวัวจากหลาย ๆส่วนของกล้ามเนื้อที่ผ่านการตัดแต่งไขมันและพังผืดออก ซึ่งมีปริมาณความชื้นร้อยละ 72.9 (Trout and Schmidt, 1984) สำหรับมันหมูมีปริมาณความชื้นร้อยละ 12.67

หมูเนื้อแดงมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 21.73 ใกล้เคียงกับปริมาณโปรตีนในเนื้อวัวส่วนสะโพกที่ผ่านการตัดแต่งไขมันและพังผืดออก ซึ่งรายงานโดย Clarke, et al. (1988 a) คือมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 21 และใกล้เคียงกับปริมาณโปรตีนในเนื้อวัวจากหลาย ๆ ส่วนของกล้ามเนื้อที่ผ่านการตัดแต่งไขมันและพังผืดออก ซึ่งมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 21.3 (Trout and Schmidt, 1984) แต่มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าเนื้อแดงทั่วไปเล็กน้อย ซึ่งมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 20 (Rice, 1970) สำหรับมันหมูมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 1.69

หมูเนื้อแดงมีปริมาณไขมันร้อยละ 1.42 ทั้งนี้มีปริมาณต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อวัวส่วนสะโพกที่ผ่านการตัดแต่งไขมันและพังผืดออก ซึ่งรายงานโดย Clarke, et al. (1988 a) คือมีปริมาณไขมันร้อยละ 2.5 และเนื้อวัวจากหลาย ๆ ส่วนของกล้ามเนื้อที่ผ่านการตัดแต่งไขมันและพังผืดออกซึ่งมีปริมาณไขมันร้อยละ 5.0 (Trout and Schmidt, 1984) และเนื้อแดงทั่วไปซึ่งมีปริมาณไขมันอยู่ร้อยละ 9 (Rice, 1970) สำหรับมันหมูมีปริมาณไขมันร้อยละ 82.62

หมูเนื้อแดงมีปริมาณเถ้าร้อยละ 1.08 ใกล้เคียงกับปริมาณเถ้าในเนื้อแดงทั่วไปซึ่งมีอยู่ร้อยละ 1 (Rice, 1970) สำหรับมันหมูมีปริมาณเถ้าร้อยละ 0.20

ตาราง 5 องค์ประกอบทางเคมีและพีเอชของหมูเนื้อแดงและมันหมู

วัตถุดิบ	องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)				pH
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า	
หมูเนื้อแดง	75.92	21.73	1.42	1.08	5.52
มันหมู	12.67	1.93	82.62	0.20	5.72

หมูเนื้อแดงมีพีเอช 5.52 ทั้งนี้ใกล้เคียงกับพีเอชของเนื้อวัวจากหลาย ๆ ส่วนของกล้ามเนื้อที่ผ่านการตัดแต่งไขมันและผังผืดออกซึ่งมีพีเอช 5.60 (Trout and Schmidt, 1984) สำหรับมันหมูมีพีเอช 5.72 Clarke, et al. (1988 b) รายงานว่าเนื้อที่มีพีเอช 5.7-5.8 มีการเชื่อมตัวของเนื้อดิบที่ดี การลดพีเอชของเนื้อมีผลให้ความแข็งของเนื้อคืนรูปสุกและดิบเพิ่มขึ้นและมีผลผลิตลดลง Means และ Schmidt (1986) รายงานว่าเนื้อที่มีพีเอชสูงกว่าปกติ คือมีพีเอช 5.6-5.8 มักมีการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ได้เร็วกว่าเนื้อที่มีพีเอชปกติ คือประมาณ 5.5

Pearson และ Tauber (1984) รายงานว่าวัตถุดิบที่ใช้ผลิตเนื้อคืนรูปควรเป็นเนื้อสดปราศจากเชื้อจุลินทรีย์และกลิ่นผิดปกติ ตัดแต่งเอ็น กระดูกอ่อน ต่อม ไขมัน และเนื้อผังผืดที่มากเกินพอทิ้งไป หากเป็นเนื้อแช่เยือกแข็งควรเลาะกระดูกออกก่อนแช่เยือกแข็ง Smith (1989) รายงานว่าชนิดของเนื้อ เศษเนื้อ และอัตราส่วนของเนื้อแดงและส่วนมันมีผลต่อคุณภาพของเนื้อคืนรูปที่ผลิตได้ Jolley และ Purslow (1988) รายงานว่าเศษเนื้อที่ดีและการเชื่อมระหว่างเศษชิ้นเนื้อที่ดีทำให้เนื้อคืนรูปที่ผลิตได้มีคุณภาพดี นงลักษณ์ สุทธิวนิช (2519) รายงานว่าเนื้อหมูที่มีคุณภาพดีต้องมีเนื้อแน่น ผิวแห้ง สีชมพูแดง ไม่มีน้ำเยิ้ม มีไขมันแทรกอยู่บ้าง ไม่มีลักษณะยืดหรืออ่อนนุ่ม

2. ปริมาณและชนิดของสารเชื่อมที่เหมาะสมในการผลิตเนื้อหมูคืนรูป

2.1 อัลจินและแคลเซียมเจล

การศึกษาการใช้สารเชื่อม 2 ชนิดร่วมกัน คือโซเดียมอัลจิเนต 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.0, 0.6 และ 1.2 ร่วมกับแคลเซียมคาร์บอเนต 3 ระดับ คือร้อยละ 0.0, 0.1 และ 0.2 ผลิตเนื้อหมูคืนรูปโดยใช้เวลาผสม 6 นาที และเก็บที่อุณหภูมิ -20°ซ เป็นเวลา 1 สัปดาห์ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารเชื่อมในแต่ละระดับ เพื่อคัดเลือกชุดการทดลองที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการทดลองขั้นตอนต่อไป ได้ผลการทดลองดังนี้

2.1.1 เนื้อหมูคืนรูปดิบ

2.1.1.1 พีเอช

สารเชื่อมทั้ง 2 ชนิด คือโซเดียมอัลจิเนต และแคลเซียมคาร์บอเนต มีผลให้พีเอชของเนื้อหมูคืนรูปสูงขึ้นเมื่อใช้ในปริมาณสูงขึ้น (ตาราง 6 และภาพประกอบ 4) และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 1) พบว่าชุดการทดลองมีพีเอชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และสารเชื่อมทั้ง 2 ชนิดมีปฏิกิริยาร่วมกัน

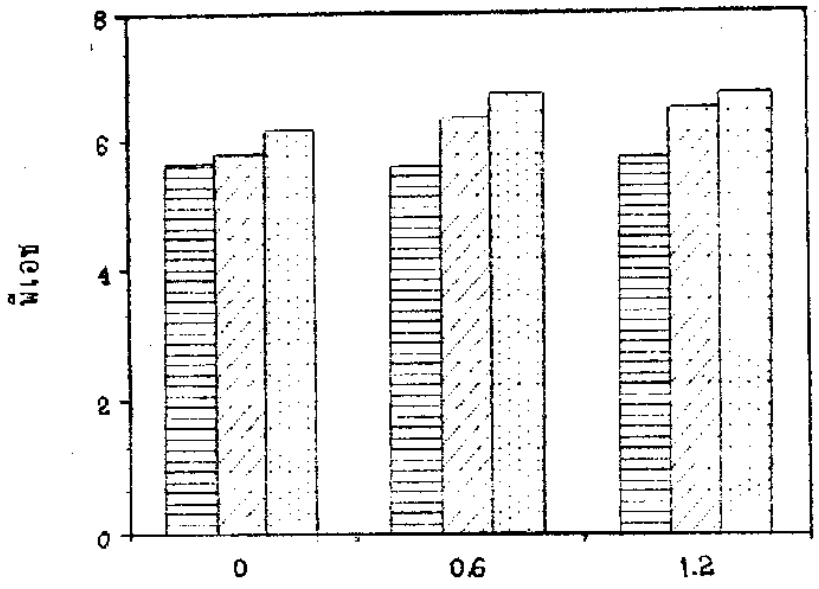
ตาราง 6 พีเอชของเนื้อหมูคีนรูปที่มีอัลจินและแคลเซียมเจล เก็บที่อุณหภูมิ-20°ซ เวลา 1 สัปดาห์

ชุดการทดลอง		pH
Naalg(ร้อยละ)	$CaCO_3$(ร้อยละ)	
0.0	0.0	5.65^{d}
0.0	0.1	5.81^{cd}
0.0	0.2	6.14^{bc}
0.6	0.0	5.61^{d}
0.6	0.1	6.32^{ab}
0.6	0.2	6.66^{a}
1.2	0.0	5.72^{d}
1.2	0.1	6.50^{ab}
1.2	0.2	6.66^{a}

Naalg : โซเดียมอัลจิเนต

$CaCO_3$: แคลเซียมคาร์บอเนต

abcd : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันไม่มีความแตกต่าง ($p>0.01$)



ภาพประกอบ 4 พีเอชของเนื้อหมูดีนรูปตีบที่มีอัลจิเนตและแคลเซียมเจลเป็นสารเชื่อม เก็บที่อุณหภูมิ-20°ซ เวลา 1 สัปดาห์

▤ =แคลเซียมคาร์บอเนต ร้อยละ 0.0

▨ =แคลเซียมคาร์บอเนต ร้อยละ 0.1

▨ =แคลเซียมคาร์บอเนต ร้อยละ 0.2

ตัวอย่างควบคุมมีพีเอช 5.65 (ตาราง 6) ใกล้เคียงกับผลการทดลองของ Trout, et al. (1990) ซึ่งพบว่าเนื้อหมูคืนรูปดิบที่ไม่มีสารเติมแต่งอาหารมีพีเอช 5.70 และใกล้เคียงกับผลการทดลองของ Means, et al. (1987) ซึ่งพบว่าเนื้อวัวคืนรูปดิบที่ไม่มีสารเติมแต่งอาหารมีพีเอช 5.60 แต่มีพีเอชสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองของ Clarke, et al. (1988 a) ซึ่งพบว่าเนื้อวัวคืนรูปดิบที่ไม่มีสารเติมแต่งอาหารมีพีเอช 5.50 และผลการทดลองของ Trout (1989) ซึ่งพบว่าเนื้อวัวคืนรูปดิบที่ไม่มีสารเติมแต่งอาหารมีพีเอช 5.49 ทั้งนี้เนื่องจากคุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้ทดลองต่างกัน

จากภาพประกอบ 4 และตาราง 6 พบว่าโซเดียมอัลจิเนตมีผลให้พีเอชของเนื้อหมูคืนรูปดิบสูงขึ้นเล็กน้อยเมื่อใช้ในปริมาณสูงขึ้น กล่าวคือเมื่อใช้โซเดียมอัลจิเนตเพียงชนิดเดียวร้อยละ 0.6 ทำให้เนื้อหมูคืนรูปดิบที่ผลิตได้มีพีเอช 5.61 โดยมีพีเอชใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุมซึ่งมีพีเอช 5.65 แต่มีพีเอชต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองของ Trout (1989) และ Trout, et al. (1990) ซึ่งพบว่าเนื้อหมูคืนรูปดิบที่มีโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.7 มีพีเอช 5.77 จากตาราง 6 พบว่าเมื่อใช้โซเดียมอัลจิเนตปริมาณสูงขึ้นเป็นร้อยละ 1.2 ทำให้พีเอชของเนื้อหมูคืนรูปดิบสูงขึ้นเล็กน้อย เป็น 5.72 สอดคล้องกับผลการทดลองของ Trout (1989) ซึ่งพบว่าเนื้อหมูคืนรูปดิบที่มีโซเดียมอัลจิเนตปริมาณสูงขึ้นเป็นร้อยละ 1.4 มีพีเอชสูงขึ้นเล็กน้อยเป็น 5.80

จากภาพประกอบ 4 และ ตาราง 6 พบว่าแคลเซียมคาร์บอเนตให้ผลของพีเอชที่สูงขึ้นอย่างไม่สม่ำเสมอตามระดับที่เพิ่มขึ้น กล่าวคือเมื่อใช้แคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.0, 0.1 และ 0.2 เพียงชนิดเดียว เนื้อหมูคืนรูปดิบมีพีเอช 5.65, 5.81 และ 6.14 ตามลำดับ พบว่ามีพีเอชสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองของ Trout, et al. (1990) ซึ่งพบว่าเมื่อใช้แคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0 และ 0.26 เนื้อหมูคืนรูปดิบมีพีเอช 5.70 และ 6.03 ตามลำดับ

จากผลการทดลองนี้ พบว่าเมื่อใช้สารเชื่อมเพียงชนิดเดียว สารเชื่อมที่ระดับสูงมีอัตราการเพิ่มขึ้นของพีเอชในอัตราที่สูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับสารเชื่อมที่ระดับต่ำ กล่าวคือเมื่อใช้โซเดียมอัลจิเนตเพียงชนิดเดียวร้อยละ 0.0, 0.6 และ 1.2 ทำให้เนื้อหมูคืนรูปดิบที่ผลิตได้มีพีเอช 5.65, 5.61 และ 5.72 ตามลำดับ เมื่อใช้แคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.0, 0.1 และ 0.2 เพียงชนิดเดียว เนื้อหมูคืนรูปดิบมีพีเอช 5.65, 5.81 และ 6.14 ตามลำดับ ไม่สอดคล้องกับผลการทดลองของ Trout (1989) ซึ่ง

พบว่าเมื่อใช้สารเชื่อมเพียงชนิดเดียว ร้อยละ 80 ของการเพิ่มขึ้นของพีเอชเกิดขึ้นในช่วงแรกของความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น กล่าวคือเมื่อใช้โซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.0, 0.7 และ 1.4 เนื้อหมูคืนรูปติบที่ผลิตได้มีพีเอช 5.49, 5.77 และ 5.80 ตามลำดับ และเมื่อใช้แคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0, 0.13 และ 0.26 มีพีเอช 5.49, 5.94 และ 6.05 ตามลำดับ

เมื่อใช้สารเชื่อมทั้ง 2 ชนิดร่วมกัน คือใช้โซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6-1.2 ร่วมกับแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.1-0.2 จากตาราง 6 พบว่าทำให้เนื้อหมูคืนรูปติบมีพีเอชสูงขึ้นมาก (พีเอช 6.32-6.66) เมื่อเปรียบเทียบกับเมื่อไม่มีสารเชื่อม (พีเอช 5.65) หรือมีสารเชื่อมเพียงชนิดเดียว คือโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6-1.2 (พีเอช 5.61-5.72) หรือแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.1-0.2 (พีเอช 5.81-6.14) และมีอัตราการเพิ่มขึ้นของพีเอชเป็นไปอย่างไม่สม่ำเสมอ กล่าวคือสารเชื่อมระดับสูงมีอัตราการเพิ่มขึ้นของพีเอชในอัตราที่ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสารเชื่อมระดับต่ำ กล่าวคือโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0, 0.6 และ 1.2 เมื่อใช้ร่วมกับแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.1 ทำให้เนื้อหมูคืนรูปติบที่ผลิตได้มีพีเอช 5.81, 6.32 และ 6.50 ตามลำดับ และเมื่อใช้ร่วมกับแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2 ทำให้เนื้อหมูคืนรูปติบที่ผลิตได้มีพีเอช 6.14, 6.66 และ 6.66 ตามลำดับ ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าเมื่อใช้สารเชื่อมทั้ง 2 ชนิดร่วมกัน โซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 1.2 ทำให้พีเอชเพิ่มสูงขึ้นในอัตราที่ต่ำกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 เหตุผลที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากสารเชื่อมทั้ง 2 ชนิดมีปฏิกิริยาร่วมกัน ในทำนองเดียวกัน แคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2 ทำให้พีเอชเพิ่มสูงขึ้นในอัตราที่ต่ำกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.1 กล่าวคือแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0, 0.1 และ 0.2 เมื่อใช้ร่วมกับโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 เนื้อหมูคืนรูปติบมีพีเอช 5.61, 6.32 และ 6.66 ตามลำดับ และเมื่อใช้ร่วมกับโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 1.2 เนื้อหมูคืนรูปติบมีพีเอช 5.72, 6.50 และ 6.66 ตามลำดับ

อัตราการเพิ่มขึ้นของพีเอชในผลการทดลองนี้ ไม่สอดคล้องกับผลการทดลองของ Trout (1989) ซึ่งพบว่าการใช้สารเชื่อม 2 ชนิดร่วมกันมีอัตราการเพิ่มขึ้นของพีเอชเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ทั้งนี้เนื่องจากความสามารถในการเป็นบัฟเฟอร์ของสารเชื่อมทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวช่วยปรับปรุงการเพิ่มขึ้นของพีเอชได้ และพีเอชของผลการทดลองนี้พบว่าสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานการศึกษาของ Means และ Schmidt (1986) ซึ่งพบว่าเนื้อวัวคืนรูปที่มีโซเดียมอัลจิเนตและแคลเซียมคาร์บอเนต ในอัตราส่วนร้อยละ 0.8:0.144 และ

1.2:0.216 มีพีเอช 6.03 และ 6.13 ตามลำดับ ผลการทดลองของ Clarke, et al. (1988 a) ซึ่งพบว่าเนื้อวัวดีนรูปที่มีสารเชื่อมร่วมกัน คือโซเดียมอัลจิเนตและแคลเซียมคาร์บอเนตและกรดแลคติคร่วมกับแคลเซียมแลคเตท ในอัตราส่วนร้อยละ 0.6:0.10:0.15 และ 1.0:0.167:0.25 มีพีเอช 5.81 และ 5.90 ตามลำดับ และรายงานการศึกษาของ Trout, et al. (1990) ซึ่งพบว่าเนื้อหมูดีนรูปดิบที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.26 เพียงชนิดเดียว มีพีเอช 6.03 และเมื่อใช้ร่วมกับโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.7 มีพีเอชสูงขึ้นเป็น 6.33

2.1.1.2 สี

ผลการประเมินคุณภาพสีของเนื้อหมูดีนรูปดิบ (ตาราง 7 และภาพประกอบ 5) พบว่าแคลเซียมคาร์บอเนตระดับสูงมีผลให้สีของเนื้อหมูดีนรูปดีขึ้นคือเป็นสีแดงมากขึ้น ในขณะที่โซเดียมอัลจิเนตไม่มีผลต่อสีของเนื้อหมูดีนรูป แต่เมื่อใช้ร่วมกับแคลเซียมคาร์บอเนตจะมีปฏิกิริยาร่วมกันคือทำให้สีแดงน้อยลง และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวกที่ 1) พบว่าชุดการทดลองมีคุณภาพสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง อย่างไรก็ตามชุดการทดลองทั้งหมดมีคุณภาพสีที่ดี น่ารับประทาน คือมีสีแดงสดเล็กน้อยถึงแดงออกน้ำตาล

เนื้อหมูดีนรูปดิบชุดควบคุมซึ่งไม่มีสารเชื่อมมีสีแดงออกน้ำตาล (คะแนนเฉลี่ย 4.69) แต่เมื่อมีแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.1 และ 0.2 เพียงอย่างเดียว เนื้อหมูดีนรูปดิบมีสีดีขึ้น คือมีสีแดงสดเล็กน้อย (คะแนนเฉลี่ย 3.31 และ 2.69 ตามลำดับ) ทั้งนี้แคลเซียมคาร์บอเนตมีผลให้สีของเนื้อแดงดีขึ้นอย่างชัดเจนในช่วงแรกของการใช้ คือความเข้มข้นร้อยละ 0.1 เมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 0.2 เนื้อมีสีแดงขึ้นเพียงเล็กน้อย แต่เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยที่ทั้ง 2 ระดับ พบว่าไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับรายงานของ Trout (1989) ซึ่งพบว่าแคลเซียมคาร์บอเนตทำให้เนื้อหมูดีนรูปมีสีแดงดีขึ้น และเห็นได้ชัดเจนในช่วงแรกของการใช้คือความเข้มข้นร้อยละ 0.13 แต่เมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 0.26 พบว่าเนื้อมีสีแดงดีขึ้นเพียงเล็กน้อย

สำหรับเนื้อหมูดีนรูปดิบที่มีโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 และ 1.2 เพียงอย่างเดียว จากภาพประกอบ 5 และตาราง 6 พบว่ามีสีเหมือนกันคือสีแดงออกน้ำตาล (คะแนนเฉลี่ย 4.38 และ 4.69 ตามลำดับ) และมีสีเหมือนตัวอย่างควบคุม สอดคล้องกับรายงานของ Trout (1989) ซึ่งพบว่าโซเดียมอัลจิเนตไม่มีผลต่อสีของเนื้อหมูดีนรูป กล่าวคือที่

ตาราง 7 คะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อหมูดีนรูปติบที่มีอัลจินและแคลเซียมเจล เก็บที่อุณหภูมิ-20°ซ เวลา 1 สัปดาห์

ชุดการทดลอง		คุณลักษณะ				
Naalg (ร้อยละ)	$CaCO_3$ (ร้อยละ)	สี	กลิ่นออกซิไดซ์	การกระจายตัวของไขมัน	การเชื่อมตัวของเนื้อ	การยอมรับรวม
0.0	0.0	4.69^{a}	2.00^{a}	2.91^{a}	2.87^{a}	2.64^{a}
0.0	0.1	3.31^{cd}	1.54^{a}	2.88^{a}	2.92^{a}	3.05^{a}
0.0	0.2	2.69^{d}	1.09^{a}	2.81^{a}	2.62^{a}	3.31^{a}
0.6	0.0	4.38^{ab}	1.75^{a}	2.64^{a}	2.83^{a}	2.86^{a}
0.6	0.1	4.00^{abc}	1.86^{a}	2.94^{a}	2.79^{a}	3.13^{a}
0.6	0.2	3.50^{bcd}	1.59^{a}	3.16^{a}	3.13^{a}	3.49^{a}
1.2	0.0	4.69^{a}	1.58^{a}	2.61^{a}	2.66^{a}	2.66^{a}
1.2	0.1	2.75^{d}	1.62^{a}	3.19^{a}	3.18^{a}	3.27^{a}
1.2	0.2	3.31^{cd}	1.86^{a}	2.87^{a}	2.97^{a}	3.07^{a}

Naalg : โซเดียมอัลจิเนต $CaCO_3$: แคลเซียมคาร์บอเนต

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)

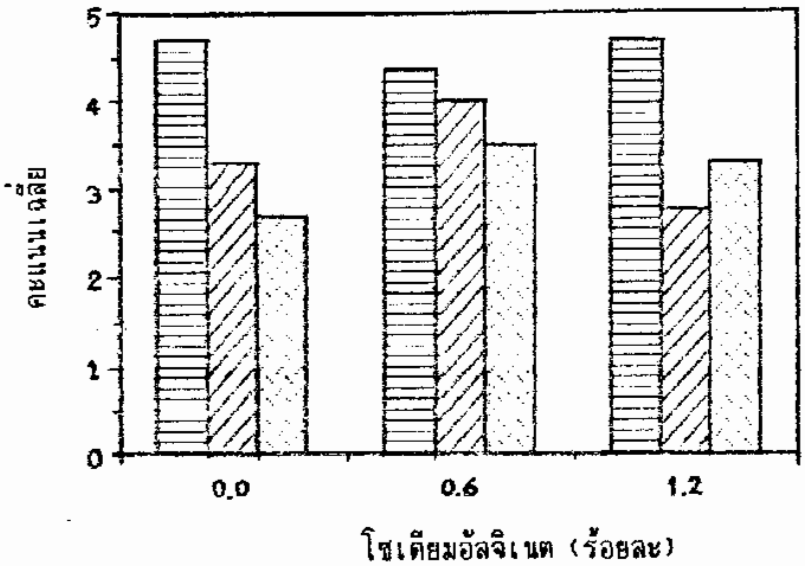
การกระจายตัวของไขมัน : คะแนนเต็ม 6 (0=ไม่สม่ำเสมอ 6=สม่ำเสมอดี)

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

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

abcd : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันของสีไม่มีความแตกต่าง ($p>0.01$)

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



ภาพประกอบ 5 สีของเนื้อหมูคืนรูปดิบที่มีอัลจินและแคลเซียมเจลเป็นสารเชื่อม เก็บที่อุณหภูมิ-20°ซ เวลา 1 สัปดาห์

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

▤ =แคลเซียมคาร์บอเนต ร้อยละ 0.0

▨ =แคลเซียมคาร์บอเนต ร้อยละ 0.1

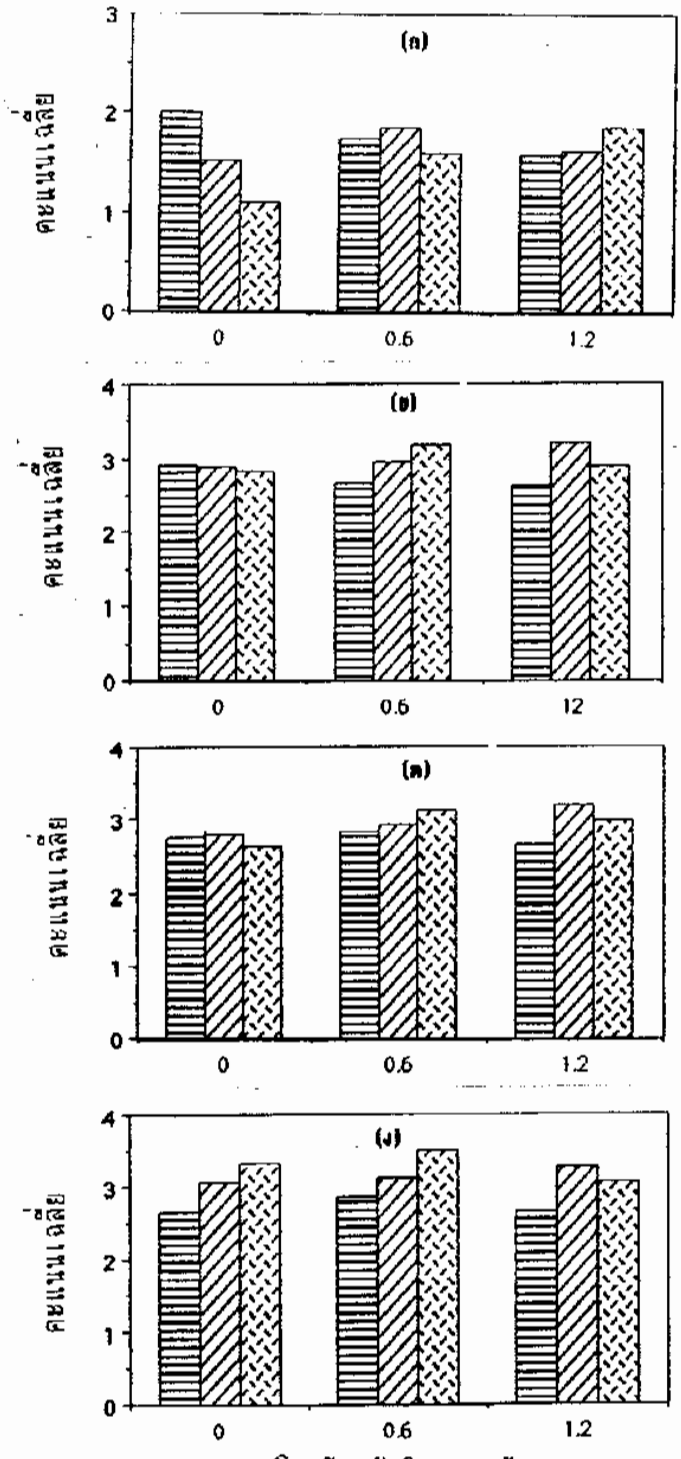
▩ =แคลเซียมคาร์บอเนต ร้อยละ 0.2

ความเข้มข้นร้อยละ 0, 0.7 และ 1.4 ให้สีที่เหมือนกัน

เมื่อมีสารเชื่อม 2 ชนิดร่วมกัน ผลของโซเดียมอัลจิเนตและแคลเซียมคาร์บอเนตเหมือนกับเมื่อใช้สารเชื่อมเพียงชนิดเดียว แต่มีผลชัดเจนขึ้นและมีปฏิกิริยาร่วมกัน กล่าวคือ เนื้อหมูคืนรูปดิบที่มีโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 ร่วมกับแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.1 และ 0.2 มีสีแดงออกน้ำตาล (คะแนนเฉลี่ย 4.00 และ 3.50 ตามลำดับ) และมีสีใกล้เคียงกับชุดการทดลองที่มีโซเดียมอัลจิเนตเพียงอย่างเดียว แต่เมื่อใช้โซเดียมอัลจิเนตความเข้มข้นสูงขึ้นเป็นร้อยละ 1.2 ร่วมกับแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.1 และ 0.2 เนื้อหมูคืนรูปดิบมีสีแดงมากขึ้นคือมีสีแดงสดเล็กน้อย (คะแนนเฉลี่ย 2.75 และ 3.31 ตามลำดับ) ซึ่งมีสีใกล้เคียงกับชุดการทดลองที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตเพียงอย่างเดียวร้อยละ 0.1-0.2 แต่มีสีดีกว่าเมื่อใช้โซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 1.2 เพียงอย่างเดียว เนื่องจากสารเชื่อมทั้ง 2 ชนิดมีปฏิกิริยาร่วมกัน อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในตาราง 7 พบว่าชุดการทดลองที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.1 และ 0.2 เพียงอย่างเดียว และชุดการทดลองที่มีสารเชื่อมทั้ง 2 ชนิดร่วมกันในอัตราส่วนร้อยละ 0.6:0.2, 1.2:0.1 และ 1.2:0.2 มีคุณภาพสีไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับรายงานของ Trout (1989) ซึ่งพบว่าเมื่อใช้สารเชื่อมโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.7-1.4 ร่วมกับแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.13-0.26 พบว่ามีสีแดงดีกว่าตัวอย่างควบคุม และมีสีดีกว่าเมื่อใช้โซเดียมอัลจิเนตเพียงอย่างเดียว แต่มีสีใกล้เคียงกับเมื่อใช้แคลเซียมคาร์บอเนตเพียงอย่างเดียว

2.1.1.3 กลิ่นออกซิไดซ์

ผลการประเมินกลิ่นออกซิไดซ์ของเนื้อหมูคืนรูปดิบที่ผลิตโดยใช้สารเชื่อม 2 ชนิดร่วมกันคือโซเดียมอัลจิเนตและแคลเซียมคาร์บอเนตด้วยวิธี QDA แสดงในตาราง 7 และภาพประกอบ 6ก พบว่าสารเชื่อมทั้ง 2 ชนิดไม่มีผลต่อกลิ่นออกซิไดซ์ของเนื้อหมูคืนรูปดิบ และชุดการทดลองทั้งหมดมีกลิ่นออกซิไดซ์ใกล้เคียงกัน (คะแนนเฉลี่ย 1.09-2.00) และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 2) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีกลิ่นออกซิไดซ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ จากตาราง 7 พบว่าเนื้อหมูคืนรูปดิบยังมีกลิ่นออกซิไดซ์น้อย ทั้งนี้เนื่องจากมีการเก็บเนื้อหมูคืนรูปที่อุณหภูมิ-20°ซ เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ซึ่งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำและระยะเวลาสั้นทำให้มีอัตราการเกิดออกซิเดชันของไขมันได้น้อย อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่าชุดการทดลองที่มีสารเชื่อมเพียงชนิดใดชนิดหนึ่ง (คะแนนเฉลี่ย 1.09-1.75) หรือมีสารเชื่อม 2 ชนิดร่วมกัน (คะแนนเฉลี่ย 1.59-1.86)



ภาพประกอบ 6 คุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่กลิ่นออกซิไดซ์(ก), การกระจายตัวของไขมัน(ข), การเชื่อมตัวของเนื้อ(ค) และการยอมรับรวม(ง) ของเนื้อหมูคืนรูปดิบที่มีอัลจินและแคลเซียมเจลเป็นสารเชื่อม เก็บที่อุณหภูมิ-20°ซ เวลา 1 สัปดาห์ : ▤ =แคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.0 ▨ =แคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.1 ▨ =แคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2

มีกลิ่นออกซิไดซ์น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (คะแนนเฉลี่ย 2.00) จากข้อมูลดังกล่าวพอจะสรุปได้ว่าการใช้โซเดียมอัลจิเนต หรือแคลเซียมคาร์บอเนต หรือทั้ง 2 ชนิดร่วมกันในการผลิตเนื้อหมูคืนรูปสามารถป้องกันหรือลดอัตราการเกิดออกซิเดชันของไขมันได้ สอดคล้องกับผลการทดลองของ Wanstedt, et al. (1981) ซึ่งพบว่าหมูบดแผ่น (pork patties) หรือหมูบดแผ่นกึ่งสุกที่เคลือบด้วยแคลเซียมอัลจิเนตมีค่า TBA น้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับหมูบดแผ่นหรือหมูบดแผ่นกึ่งสุกที่ไม่มีการเคลือบด้วยแคลเซียมอัลจิเนต ซึ่งค่า TBA เป็นดัชนีบ่งบอกอัตราการเกิดออกซิเดชันของไขมัน

2.1.1.4 การกระจายตัวของไขมัน

ผลการประเมินการกระจายตัวของไขมันด้วยวิธี QDA แสดงผลในตาราง 7 และภาพประกอบ 6ข พบว่าเนื้อหมูคืนรูปดิบทุกชุดการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของการกระจายตัวของไขมันใกล้เคียงกัน (คะแนนเฉลี่ย 2.61-3.19) จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 2) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีการกระจายตัวของไขมันไม่แตกต่างกันทางสถิติ จากตาราง 7 มีแนวโน้มว่าชุดการทดลองที่มีสารเชื่อมทั้ง 2 ชนิดร่วมกันมีการกระจายตัวของไขมัน (คะแนนเฉลี่ย 2.87-3.19) สม่ำเสมอดีกว่าชุดการทดลองที่มีสารเชื่อมเพียงชนิดใดชนิดหนึ่ง (คะแนนเฉลี่ย 2.61-2.88) และตัวอย่างควบคุม (คะแนนเฉลี่ย 2.91) ชุดการทดลองที่มีโซเดียมอัลจิเนตและแคลเซียมคาร์บอเนตในอัตราส่วนร้อยละ 0.6:0.2 และ 1.2:0.1 มีแนวโน้มว่ามีการกระจายตัวของไขมัน (คะแนนเฉลี่ย 3.16 และ 3.19 ตามลำดับ) สม่ำเสมอดีกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ อย่างไรก็ตามคะแนนเฉลี่ยของทุกชุดการทดลองอยู่ในช่วงปานกลาง ทั้งนี้เนื่องจากในความรู้สึกของผู้ประเมินมีการเปรียบเทียบเนื้อหมูคืนรูปกับชิ้นเนื้อที่ได้จากซากซึ่งมีไขมันกระจายอยู่ทั่วไปในกล้ามเนื้อ ในขณะที่เนื้อหมูคืนรูปมีชิ้นไขมันชิ้นใหญ่กระจายอยู่ในชิ้นเนื้อ ชิ้นไขมันดังกล่าวมาจากกระบวนการผลิตเนื้อหมูคืนรูป ซึ่งใช้เนื้อแดงและส่วนมันผสมกันในอัตราส่วนร้อยละ 80:20 และเนื้อส่วนมันผ่านการบดในเครื่องบดที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของรูบด 10 มิลลิเมตร จึงมีลักษณะเป็นชิ้นใหญ่และมองเห็นได้ชัดเจน Means และ Schmidt (1986) รายงานว่าไม่มีความแตกต่างของการกระจายตัวของไขมันในเนื้อวัวคืนรูปดิบที่ผลิตโดยใช้โซเดียมอัลจิเนตและแคลเซียมคาร์บอเนตในอัตราส่วนร้อยละ 0.4-1.2 และ 0.072-0.216 ตามลำดับ และตัวอย่างควบคุม 3 ชุดการทดลอง ได้แก่ เนื้อวัวคืนรูปที่ไม่มีสารเติมแต่งอาหาร สเต็กที่ตัดจากชิ้นเนื้อ และเนื้อวัวคืนรูปที่มีเกลือและฟอสเฟตเป็นส่วนผสม

2.1.1.5 การเชื่อมตัวของเนื้อ

ผลการประเมินการเชื่อมตัวของเนื้อด้วยวิธี QDA แสดงผลในตาราง 7 และภาพประกอบ 6ค พบว่าเนื้อหมูคืนรูปดิบทุกชุดการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของการเชื่อมตัวของเนื้อใกล้เคียงกัน (คะแนนเฉลี่ย 2.62-3.18) และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 2) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีการเชื่อมตัวของเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ จากตาราง 7 มีแนวโน้มว่าชุดการทดลองที่มีสารเชื่อม 2 ชนิดร่วมกันมีการเชื่อมตัวของเนื้อ (คะแนนเฉลี่ย 2.79-3.18) ดีกว่าชุดการทดลองที่มีสารเชื่อมเพียงชนิดใดชนิดหนึ่ง (คะแนนเฉลี่ย 2.62-2.92) และตัวอย่างควบคุมซึ่งไม่มีสารเชื่อม (คะแนนเฉลี่ย 2.87) ชุดการทดลองที่มีโซเดียมอัลจิเนตและแคลเซียมคาร์บอเนตในอัตราส่วนร้อยละ 0.6:0.2 และ 1.2:0.1 (คะแนนเฉลี่ย 3.13 และ 3.18 ตามลำดับ) มีแนวโน้มว่ามีการเชื่อมตัวของเนื้อดิบดีที่สุด ซึ่งจากตาราง 7 พบว่าชุดการทดลองดังกล่าวมีพีเอช 6.66 และ 6.50 ตามลำดับ ซึ่งช่วงพีเอชนี้สูงกว่าพีเอชปกติของเนื้อมาก

ผลการทดลองในตาราง 7 สอดคล้องกับหลายรายงานการศึกษาซึ่งรายงานว่าเนื้อคืนรูปที่มีโซเดียมอัลจิเนตและแคลเซียมคาร์บอเนตร่วมกัน มีการเชื่อมตัวของเนื้อทั้งสุกและดิบได้ดี (Means and Schmidt, 1986; Clarke, et al., 1988 a; Clarke, et al., 1988 b; Trout, 1989; Trout, et al., 1990) Clarke, et al. (1988 a) รายงานว่าเนื้อวัวคืนรูปที่มีสารเชื่อมร่วมกันคือโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคาร์บอเนต และกรดแลคติคร่วมกับแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้นร้อยละ 0, 0.28, 0.57, 0.85, 1.13 และ 1.42 มีการเชื่อมตัวของเนื้อดิบเพิ่มขึ้นตามระดับของสารเชื่อมที่เพิ่มขึ้น Clarke, et al. (1988 b) รายงานว่าการผลิตเนื้อวัวคืนรูปที่มีการเชื่อมตัวของเนื้อดิบดีที่สุดคือการใช้สารเชื่อมร่วมกันของโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคาร์บอเนต และกรดแลคติคร่วมกับแคลเซียมแลคเตทที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.6, 0.1 และ 0.15 ตามลำดับ โดยมีพีเอชของวัตถุดิบ 5.7-5.8 ซึ่งพีเอชของวัตถุดิบมีผลต่อการเชื่อมตัวของเนื้อดิบ วัตถุดิบที่มีพีเอช 4.9-5.8 มีการเชื่อมตัวของเนื้อดิบสูง ในทางตรงกันข้ามวัตถุดิบที่มีพีเอชเริ่มต้น 4.9 มีการเชื่อมตัวของเนื้อดิบน้อย อาจเนื่องจากมีการปลดปล่อยอนุมูลแคลเซียมอย่างรวดเร็วเป็นสาเหตุของการทำลายเจลตาข่ายของอัลจิเนต (alginate gel matrix) ซึ่งเมื่อไม่มีโซเดียมอัลจิเนต พบว่าแคลเซียมคาร์บอเนตและแลคเตทไม่มีผลต่อการเชื่อมตัวของเนื้อดิบกล่าวคือมีการเชื่อมตัวของเนื้อดิบน้อย ในทำนองเดียวกัน เมื่อมีโซเดียมอัลจิเนตเพียง

อย่างเดียวก็มีการเชื่อมตัวของเนื้อดิบน้อย การเติมส่วนผสมของกรดแลคติคร่วมกับแคลเซียมแลคเตทและแคลเซียมคาร์บอเนตร่วมกับโซเดียมอัลจิเนต จึงเป็นสิ่งจำเป็นในการผลิตเนื้อคืนรูปเพื่อช่วยเพิ่มการเชื่อมตัวของเนื้อ (Clarke, et al. 1988 b)

2.1.1.6 การยอมรับรวม

การยอมรับรวมของเนื้อหมูคืนรูปดิบประเมินจากคุณภาพสี กลิ่น และเนื้อสัมผัส ผลการประเมินการยอมรับรวมด้วยวิธี QDA แสดงผลในตาราง 7 และภาพประกอบ 6ง พบว่าชุดทุกการทดลองมีคะแนนการยอมรับรวมใกล้เคียงกัน (คะแนนเฉลี่ย 2.64-3.49) และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 2) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีคะแนนการยอมรับรวมของเนื้อดิบไม่แตกต่างกันทางสถิติ จากตาราง 7 มีแนวโน้มว่าเนื้อหมูคืนรูปดิบที่มีสารเชื่อม 2 ชนิดร่วมกัน (คะแนนเฉลี่ย 3.07-3.49) มีคะแนนการยอมรับรวมสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่มีสารเชื่อมเพียงชนิดใดชนิดหนึ่ง (คะแนนเฉลี่ย 2.66-3.31) และตัวอย่างควบคุม (คะแนนเฉลี่ย 2.64) ชุดการทดลองที่มีโซเดียมอัลจิเนตและแคลเซียมคาร์บอเนตในอัตราส่วนร้อยละ 0.6:0.2 และ 1.2:0.1 (คะแนนเฉลี่ย 3.49 และ 3.27 ตามลำดับ) มีการยอมรับรวมสูงที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากทั้ง 2 ชุดการทดลองดังกล่าวมีคุณภาพสี กลิ่น และเนื้อสัมผัสดีกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่น ๆ กล่าวคือมีสีแดงสดเล็กน้อย มีกลิ่นออกซิไดซ์น้อย มีการกระจายตัวของไขมันสม่ำเสมอดี และมีการเชื่อมตัวของเนื้อดี ทำให้มีคะแนนการยอมรับรวมสูง

2.1.2 เนื้อหมูคืนรูปสุก

2.1.2.1 ความนุ่ม

คะแนนเฉลี่ยของความนุ่มของเนื้อหมูคืนรูปสุกประเมินด้วยวิธี QDA แสดงในตาราง 8 และภาพประกอบ 7ก และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวกที่ 3) พบว่าชุดการทดลองมีความนุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่สารเชื่อมทั้ง 2 ชนิดนี้ไม่มีปฏิกิริยาร่วมกัน

จากภาพประกอบ 7ก และตาราง 8 พบว่าตัวอย่างควบคุมมีความนุ่มปานกลาง (คะแนนเฉลี่ย 2.41) โซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6-1.2 ทำให้เนื้อหมูคืนรูปสุกมีความนุ่มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง กล่าวคือเมื่อใช้โซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 และ 1.2 มีคะแนนเฉลี่ย 2.94 และ 3.38 ตามลำดับ แต่โซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 หรือ 1.2 มีความนุ่ม

ตาราง 8 คะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อหมูสันรูปสุกที่มีอัลจินและแคลเซียมเจล เก็บที่อุณหภูมิ -20°ซ เวลา 1 สัปดาห์

ชุดการทดลอง		คุณลักษณะ			
Naalg (ร้อยละ)	$CaCO_3$ (ร้อยละ)	ความนุ่ม	การเชื่อมตัวของเนื้อ	กลิ่นรสผิดปกติ	การยอมรับรวม
0.0	0.0	2.41^{c}	2.93^{a}	1.18^{a}	3.09^{a}
0.0	0.1	2.57^{bc}	2.79^{a}	1.07^{a}	3.18^{a}
0.0	0.2	2.54^{bc}	2.96^{a}	1.14^{a}	3.11^{a}
0.6	0.0	2.94^{abc}	2.69^{a}	1.38^{a}	3.11^{a}
0.6	0.1	3.33^{ab}	3.06^{a}	1.11^{a}	3.57^{a}
0.6	0.2	3.12^{abc}	3.10^{a}	1.21^{a}	3.60^{a}
1.2	0.0	3.38^{ab}	2.71^{a}	1.21^{a}	3.24^{a}
1.2	0.1	3.31^{ab}	3.17^{a}	1.02^{a}	3.49^{a}
1.2	0.2	3.48^{a}	2.89^{a}	1.11^{a}	3.27^{a}

Naalg : โซเดียมอัลจิเนต $CaCO_3$: แคลเซียมคาร์บอเนต

ความนุ่ม : คะแนนเต็ม 6 (0=น้อย 6=มาก)

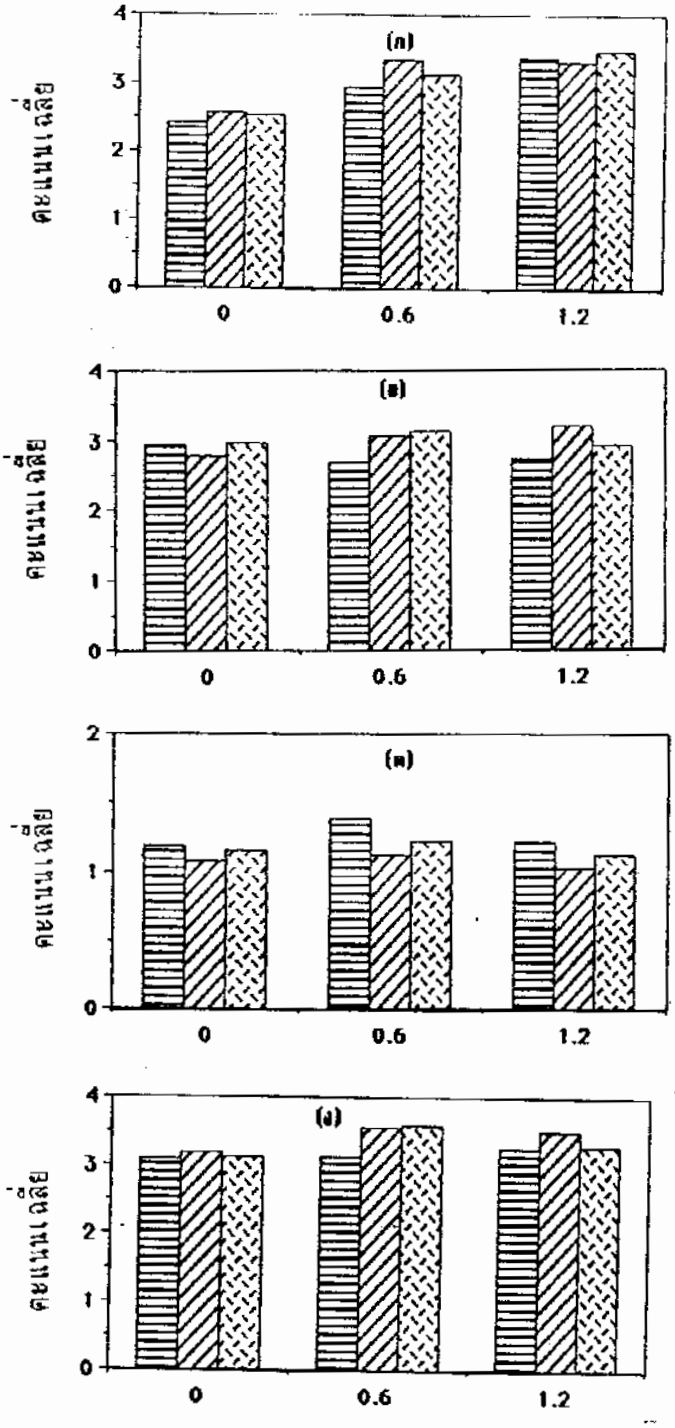
การเชื่อมตัวของเนื้อ : คะแนนเต็ม 6 (0=น้อย 6=มาก)

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

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

a : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันของคุณลักษณะอื่นไม่มีความแตกต่าง ($p>0.05$)

abc : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันของความนุ่มไม่มีความแตกต่าง ($p>0.01$)



ภาพประกอบ 7 คุณภาพทางประสาทสัมผัสได้แก่ความนุ่ม (ก), การเชื่อมตัวของเนื้อ (ข), กลิ่นรสผิดปกติ (ค) และการยอมรับรวม (ง) ของเนื้อหมูคืนรูปสุกที่มีอัลจินและแคลเซียมเจลเป็นสารเชื่อม เก็บที่อุณหภูมิ-20 °ซ เวลา 1 สัปดาห์

▤ =แคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.0 ▨ =แคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.1

▨ =แคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2

ไม่แตกต่างกันทางสถิติ สอดคล้องกับรายงานการศึกษาของ Trout, et al. (1990) ซึ่งพบว่าโซเดียมอัลจิเนตทำให้ความแข็งของเนื้อหมูคืนรูปสุกลดลง สำหรับแคลเซียมคาร์บอเนตพบว่าไม่มีผลต่อความนุ่มของเนื้อหมูคืนรูปสุก กล่าวคือเมื่อใช้แคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.1 และ 0.2 มีคะแนนเฉลี่ย 2.57 และ 2.54 ตามลำดับ สอดคล้องกับผลการทดลองของ Clarke, et al. (1988 b) ซึ่งพบว่าเนื้อวัวคืนรูปที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.1 เพียงอย่างเดียว หรือมีกรดแลคติคร่วมกับแคลเซียมแลคเตทร้อยละ 0.15 หรือมีแคลเซียมคาร์บอเนตและกรดแลคติคร่วมกับแคลเซียมแลคเตท มีความแข็งของเนื้อไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม แต่ไม่สอดคล้องกับผลการทดลองของ Trout, et al. (1990) ซึ่งพบว่าแคลเซียมคาร์บอเนตทำให้ความแข็งของเนื้อหมูคืนรูปสุกเพิ่มขึ้น

เมื่อใช้สารเชื่อมทั้ง 2 ชนิดร่วมกัน คือโซเดียมอัลจิเนตร่วมกับแคลเซียมคาร์-บอเนตในอัตราส่วนความเข้มข้นร้อยละ 0.6-1.2 และ 0.1-0.2 ตามลำดับ จากตาราง 8 พบว่าทำให้เนื้อหมูคืนรูปสุกมีความนุ่มมากขึ้น (คะแนน 3.12-3.48) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (คะแนน 2.41) หรือมีสารเชื่อมเพียงชนิดเดียว คือโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6-1.2 (คะแนน 2.94-3.38) หรือแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.1-0.2 (คะแนน 2.54-2.57) อย่างไรก็ตามจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในตาราง 8 พบว่าเนื้อหมูคืนรูปที่มีโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 เพียงอย่างเดียว หรือใช้ร่วมกับแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.1 และ 0.2 มีความนุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ (คะแนนเฉลี่ย 2.94, 3.33 และ 3.12 ตามลำดับ) ในทำนองเดียวกันเนื้อหมูคืนรูปที่มีโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 1.2 เพียงอย่างเดียว หรือใช้ร่วมกับแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.1 และ 0.2 มีความนุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ (คะแนนเฉลี่ย 3.38, 3.31 และ 3.48 ตามลำดับ) ทำนองเดียวกับผลของพีเอช (ตาราง 6) ซึ่งพบว่าเนื้อหมูคืนรูปที่มีสารเชื่อม 2 ชนิดร่วมกันมีพีเอชสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมและชุดการทดลองที่มีสารเชื่อมเพียงชนิดเดียว แสดงให้เห็นว่าความนุ่มสัมพันธ์กับพีเอชของเนื้อ กล่าวคือความนุ่มของเนื้อเพิ่มขึ้นเมื่อพีเอชเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับผลการทดลองของ Clarke, et al. (1988 b) ซึ่งพบว่าโซเดียมอัลจิเนตทำให้ความแข็งของเนื้อคืนรูปลดลงเมื่อพีเอชของเนื้อเพิ่มขึ้น

2.1.2.2 การเชื่อมตัวของเนื้อ

การเชื่อมตัวของเนื้อประเมินด้วยวิธี QDA แสดงผลในตาราง 8 และภาพประกอบ 7ขพบว่าเนื้อหมูคืนรูปสุกทุกชุดการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของการ

เชื่อมตัวของเนื้อใกล้เคียงกัน (คะแนนเฉลี่ย 2.69-3.17) และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 3) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีการเชื่อมตัวของเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ จากตาราง 8 มีแนวโน้มว่าชุดการทดลองที่มีสารเชื่อมทั้ง 2 ชนิดร่วมกัน (คะแนนเฉลี่ย 2.89-3.17) มีการเชื่อมตัวของเนื้อดีกว่าชุดการทดลองที่มีสารเชื่อมเพียงชนิดเดียว (คะแนนเฉลี่ย 2.69-2.96) และตัวอย่างควบคุม (คะแนนเฉลี่ย 2.93) และพบว่าชุดการทดลองที่มีโซเดียมอัลจิเนตและแคลเซียมคาร์บอเนต ในอัตราส่วนร้อยละ 0.6:0.2 และ 1.2:0.1 (คะแนนเฉลี่ย 3.10 และ 3.17 ตามลำดับ) มีคะแนนการเชื่อมตัวของเนื้อสูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ สอดคล้องกับรายงานการศึกษาของ Means และ Schmidt (1986) ซึ่งกล่าวว่าปริมาณโซเดียมอัลจิเนตที่เหมาะสมในการเชื่อมตัวของเนื้อคืนรูป อยู่ในช่วงร้อยละ 0.8-1.2 และใช้ร่วมกับแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.144-0.216 และสอดคล้องกับรายงานการศึกษาของ Clarke, et al. (1988 b) ซึ่งรายงานว่าสารเชื่อมร่วมกันของโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคาร์บอเนต และกรดแลคติดร่วมกับแคลเซียมแลคเตท ทำให้เนื้อวัวคืนรูปมีการเชื่อมตัวของเนื้อสุกที่ดี และเมื่อมีสารเชื่อมดังกล่าวในอัตราส่วนร้อยละ 0.6, 0.1 และ 0.15 ซึ่งมีพีเอช 5.2-6.1 ทำให้เนื้อวัวคืนรูปมีการเชื่อมตัวของเนื้อสุกที่ดีที่สุด ซึ่งพีเอชช่วงนี้เป็นพีเอชปกติของเนื้อวัว

จากตาราง 8 ซึ่งพบว่าชุดการทดลองที่มีสารเชื่อมทั้ง 2 ชนิดร่วมกัน คือโซเดียมอัลจิเนตและแคลเซียมคาร์บอเนตในอัตราส่วนร้อยละ 0.6-1.2 และ 0.1-0.2 ตามลำดับ มีการเชื่อมตัวของเนื้อสุกดีกว่าชุดการทดลองอื่นๆ และจากตาราง 6 พบว่าชุดการทดลองดังกล่าวมีพีเอช 6.32-6.66 จะเห็นได้ว่าช่วงพีเอชช่วงนี้สูงกว่าพีเอชปกติของเนื้อมาก Clarke, et al. (1988 b) รายงานว่าการเชื่อมตัวของเนื้อสุกมีมากน้อยเพียงใดขึ้นกับชนิดของสารเชื่อมมากกว่าความเข้มข้นของอนุมูลไฮโดรเจน เนื้อคืนรูปที่มีพีเอชของวัตถุดิบเริ่มต้นต่ำกว่า 4.9 มีการเชื่อมตัวของเนื้อสุกต่ำ เนื่องจากโปรตีนเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพธรรมชาติก่อนการทำให้สุก ทำให้การเชื่อมตัวของเนื้อสุกซึ่งเกิดจากเจลที่เกิดขึ้นเนื่องจากความร้อนของไมโอไฟบริลลาโปรตีนมีน้อย ดังนั้นการผลิตเนื้อคืนรูปให้มีการเชื่อมตัวของเนื้อสุกที่ดีควรใช้เนื้อที่มีพีเอชปกติคือประมาณ 5.5

2.1.2.3 กลิ่นรสผิดปกติ

กลิ่นรสผิดปกติของเนื้อหมูคืนรูปสุกประเมินด้วยวิธี QDA แสดงผลในตาราง 8 และภาพประกอบ 7ค พบว่าทุกชุดการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกัน

(1.02-1.38) และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 3) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีกลิ่นรสผิดปกติไม่แตกต่างกันทางสถิติ จากตาราง 8 มีแนวโน้มว่าชุดการทดลองที่มีโซเดียมอัลจิเนตเพียงชนิดเดียว (คะแนนเฉลี่ย 1.21-1.38) มีกลิ่นรสผิดปกติมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่มีสารเชื่อมทั้ง 2 ชนิดร่วมกัน (คะแนนเฉลี่ย 1.02-1.21) ชุดการทดลองที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตเพียงชนิดเดียว (คะแนนเฉลี่ย 1.07-1.14) และตัวอย่างควบคุมซึ่งไม่มีสารเชื่อม (คะแนนเฉลี่ย 1.18) สำหรับชุดการทดลองที่มีโซเดียมอัลจิเนตและแคลเซียมคาร์บอเนตในอัตราส่วนร้อยละ 1.2:0.1 (คะแนนเฉลี่ย 1.02) มีกลิ่นรสผิดปกติน้อยกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ กลิ่นรสผิดปกติที่พบมาก คือกลิ่นของโซเดียมอัลจิเนตและรสขมของแคลเซียมคาร์บอเนต Means และ Schmidt (1986) รายงานว่าโซเดียมอัลจิเนตระดับสูงคือร้อยละ 1.2 ทำให้เกิดกลิ่นรสผิดปกติ โดยเกิดจากส่วนที่ยังไม่ได้ทำปฏิกิริยากับแคลเซียมคาร์บอเนต ในขณะที่การใช้โซเดียมอัลจิเนตร่วมกับแคลเซียมคาร์บอเนตระดับใดก็ตามไม่มีผลต่อกลิ่นของเนื้อสุก Lazarus, et al. (1976) รายงานว่ามีกลิ่นรสผิดปกติคือกลิ่นรสขมเกิดขึ้นในอาหารที่มีการเคลือบด้วยแคลเซียมอัลจิเนต แต่ Wanstedt, et al. (1981) รายงานว่าหมูบดแผ่น หรือหมูบดแผ่นกึ่งสุกที่เคลือบด้วยแคลเซียมอัลจิเนต มีคะแนนการยอมรับของกลิ่นรสสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับหมูบดแผ่นหรือหมูบดแผ่นกึ่งสุกที่ไม่มีการเคลือบด้วยแคลเซียมอัลจิเนต

2.1.2.4 การยอมรับรวม

คะแนนการยอมรับรวมของเนื้อหมูคืนรูปสุก ประเมินจากความนุ่ม การเชื่อมตัวของเนื้อ และกลิ่นรสผิดปกติ ใช้วิธีประเมินแบบ QDA แสดงผลในตาราง 8 และภาพประกอบ 7ง พบว่าทุกชุดการทดลองมีการยอมรับรวมใกล้เคียงกัน (คะแนนเฉลี่ย 3.09-3.60) และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 3) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีคะแนนการยอมรับรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ จากตาราง 8 พบว่าชุดการทดลองที่มีสารเชื่อมทั้ง 2 ชนิด (คะแนนเฉลี่ย 3.27-3.60) มีคะแนนการยอมรับรวมสูงกว่าชุดการทดลองที่มีสารเชื่อมเพียงชนิดใดชนิดหนึ่ง (คะแนนเฉลี่ย 3.11-3.24) และตัวอย่างควบคุม (คะแนนเฉลี่ย 3.09) ชุดการทดลองที่มีโซเดียมอัลจิเนตและแคลเซียมคาร์บอเนตในอัตราส่วนร้อยละ 0.6:0.2 และ 1.2:0.1 (คะแนนเฉลี่ย 3.60 และ 3.49 ตามลำดับ) มีการยอมรับรวมของเนื้อสุกสูงที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากทั้ง 2 ชุดการทดลองดังกล่าว มีเนื้อสัมผัสดี คือมีความนุ่มพอเหมาะ มีการเชื่อมตัวของเนื้อดี

และมีกลิ่นรสผิดปกติน้อย สอดคล้องกับผลการทดลองของ Wanstedt, et al. (1981) ซึ่งพบว่าหมูบดแผ่นหรือหมูบดแผ่นกึ่งสุกที่เคลือบด้วยแคลเซียมอัลจิเนต มีคะแนนการยอมรับรวมสูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับหมูบดแผ่นหรือหมูบดแผ่นกึ่งสุกที่ไม่มีการเคลือบด้วยแคลเซียมอัลจิเนต

ปริมาณสารเชื่อมที่เหมาะสม ที่คัดเลือกไว้สำหรับใช้ในการทดลองขั้นตอนต่อไป คือโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 ร่วมกับแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2 ตามลำดับ โดยมีเหตุผลคือ พิจารณาจากคุณลักษณะที่สามารถแยกความแตกต่างได้ดังต่อไปนี้

1. เลือกใช้แคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2 เนื่องจากเป็นระดับที่ทำให้สีของเนื้อหมูคืนรูปดีขึ้นมากกว่าการใช้แคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.1 หรือไม่ใช้แคลเซียมคาร์บอเนต สอดคล้องกับรายงานของ Trout (1989) ซึ่งกล่าวว่าแคลเซียมคาร์บอเนตช่วยรักษาสีของเนื้อหมูคืนรูปมิให้เปลี่ยนแปลง และรายงานของ Trout, et al. (1990) ซึ่งกล่าวว่าสเต็กเนื้อหมูคืนรูปที่ใช้แคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.26 มีเนื้อสัมผัสและความคงทนของสีดี
2. เลือกใช้โซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.6 เนื่องจากเป็นระดับที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้สีการเชื่อมตัวของเนื้อ และความนุ่มของเนื้อหมูคืนรูปดี รายงานจาก Means และ Schmidt (1986) กล่าวว่าปริมาณโซเดียมอัลจิเนตที่เหมาะสมในการเชื่อมตัวของเนื้อคืนรูป อยู่ในช่วงร้อยละ 0.8-1.2 และใช้ร่วมกับแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.144-0.216 โซเดียมอัลจิเนตระดับสูงทำให้เกิดกลิ่นรสผิดปกติ ดยเกิดจากส่วนที่ยังไม่ได้ทำปฏิกิริยากับแคลเซียมคาร์บอเนต ในขณะที่การใช้โซเดียมอัลจิเนตร่วมกับแคลเซียมคาร์บอเนตระดับใดก็ตามไม่มีผลต่อกลิ่นของเนื้อสุก และการกระจายตัวของไขมันในเนื้อคืนรูปดิบ รายงานจาก Trout, et al. (1990) กล่าวว่าแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.26 เมื่อใช้ร่วมกับโซเดียมอัลจิเนตร้อยละ 0.7 สามารถป้องกันการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อหมูคืนรูปได้ตลอดระยะเวลาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ-20°ซ เป็นเวลา 3 เดือน
3. เนื่องจากเนื้อหมูคืนรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายในลักษณะของผลิตภัณฑ์สด จึงต้องการลักษณะปรากฏของเนื้อที่ดี ได้แก่ สี กลิ่น มีการเชื่อมตัวของเนื้อที่ดี และมีความนุ่ม ซึ่ง Clarke, et al. (1988 a) รายงานว่าการใช้สารเชื่อมร่วมกันของโซเดียมอัลจิเนต แคลเซียมคาร์บอเนต และกรดแลคติคร่วมกับแคลเซียมแลคเตทในอัตราส่วนร้อยละ 0.57,

0.85, 1.13 และ 1.42 ทำให้เนื้อวัวคืนรูปที่ผลิตได้มีผลผลิตหลังสุกและการเชื่อมตัวของเนื้อดิบเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น แต่ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.57 สามารถให้ผลการเชื่อมตัวของเนื้อทั้งดิบและสุกที่ดี และเป็นปริมาณที่ยอมรับได้ในปริมาณสูงสุดที่หน่วยงาน USDA, FSIS (1986) อนุญาตให้ใช้คือร้อยละ 1.5

2.2 สารเชื่อมอื่นที่ไม่ใช่เนื้อ

ศึกษาการใช้สารเชื่อมอื่นที่ไม่ใช่เนื้อ 2 ชนิด ได้แก่โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น ความเข้มข้น 3 ระดับ คือร้อยละ 1.5, 2.0 และ 2.5 และนมผงพร่องไขมัน ความเข้มข้น 3 ระดับ คือร้อยละ 2.0, 3.0 และ 4.0 เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมซึ่งไม่มีสารเชื่อม ผลิตเนื้อหมูคืนรูปโดยใช้เวลาผสม 6 นาที และเก็บที่อุณหภูมิ-20°ซ เป็นเวลา 1 สัปดาห์ เพื่อคัดเลือกชนิดและปริมาณของสารเชื่อมที่เหมาะสมในกลุ่มนี้ 1 ชุดการทดลองสำหรับใช้ในการทดลองขั้นตอนต่อไป

2.2.1 เนื้อหมูคืนรูปดิบ

2.2.1.1 พีเอช

พีเอชของเนื้อหมูคืนรูปดิบที่มีสารเชื่อมกลุ่มโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น และนมผงพร่องไขมัน แสดงในตาราง 9 จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 4) พบว่าชุดการทดลองมีพีเอชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จากตาราง 9 เมื่อเปรียบเทียบพีเอชของเนื้อหมูคืนรูปกลุ่มที่มีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น 3 ระดับ คือร้อยละ 1.5, 2.0 และ 2.5 พบว่าพีเอชมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้น กล่าวคือมีพีเอช 5.86, 5.84 และ 5.82 ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ Brewer, et al. (1992) รายงานว่าเนื้อวัวบดแผ่นปกติมีพีเอช 5.69 แต่เมื่อมีส่วนผสมของโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 20 พบว่ามีพีเอชสูงขึ้น กล่าวคือเนื้อวัวบดแผ่นที่มีส่วนผสมของโปรตีนถั่วเหลืองสกัด โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น และแป้งถั่วเหลือง มีพีเอชเป็น 5.91, 5.86 และ 5.86 ตามลำดับ Simunovic, et al. (1985) รายงานว่าเนื้อวัวคืนรูปปกติมีพีเอช 6.06 แต่เมื่อมีส่วนผสมของโปรตีนถั่วเหลืองผ่านการดัดแปลงเนื้อสัมผัส (texturized soy protein, TSP) ในปริมาณร้อยละ 0.75 และ 1.50 ร่วมกับเกลือร้อยละ 1.5 และฟอสเฟตร้อยละ 0.4 มีพีเอชใกล้เคียงกันคือ 6.07 และ 6.03 ตามลำดับ

ตาราง 9 พีเอชของเนื้อหมูคีนรูปที่มีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นและนมผงพร่องไขมัน เป็นสารเชื่อม เก็บที่อุณหภูมิ-20°ซ เวลา 1 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	pH
ตัวอย่างควบคุม	5.72^{c}
SPC 1.5 %	5.86^{abc}
SPC 2.0 %	5.84^{abc}
SPC 2.5 %	5.82^{bc}
NFDM 2.0 %	5.89^{ab}
NFDM 3.0 %	6.00^{a}
NFDM 4.0 %	6.00^{a}

SPC : โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น

NFDM : นมผงพร่องไขมัน

abc : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันไม่มีความแตกต่าง ($p>0.05$)

จากตาราง 9 เมื่อเปรียบเทียบพีเอชของเนื้อหมูคืนรูปกลุ่มที่มีนมผงพร่องไขมัน 3 ระดับ คือร้อยละ 2.0, 3.0 และ 4.0 พบว่าพีเอชมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้น กล่าวคือมีพีเอช 5.89, 6.00 และ 6.00 ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และมีพีเอชสูงกว่าตัวอย่างควบคุมซึ่งมีพีเอช 5.72 Simunovic, et al. (1985) รายงานว่าเนื้อวัวคืนรูปปกติมีพีเอช 6.19 แต่เมื่อมีส่วนผสมของหางนมและโซเดียมเคซีเนตที่มีการเติมเรนเนท (whey and rennet treated sodium caseinate, WSC) ในปริมาณร้อยละ 2.0, 4.0 และ 6.0 ร่วมกับเกลือร้อยละ 1.5 และฟอสเฟตร้อยละ 0.4 ทำให้พีเอชลดลงเป็น 6.08, 6.02 และ 5.93 ตามลำดับ

2.2.1.2 สี

ผลการประเมินคุณภาพสีของเนื้อหมูคืนรูปดิบ ที่มีสารเชื่อมกลุ่มโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นและนมผงพร่องไขมันโดยวิธี hedonic scale แสดงในตาราง 10 จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 5) พบว่าสารเชื่อมทั้ง 2 กลุ่มมีผลต่อคุณภาพสีของเนื้อหมูคืนรูปดิบอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างโดยวิธี DMRT จากตาราง 10 พบว่านมผงพร่องไขมันทั้ง 3 ระดับ คือร้อยละ 2.0-4.0 มีผลให้เนื้อหมูคืนรูปมีสีแดงขึ้นกว่าปกติ และมีสีใกล้เคียงกันคือมีสีแดงสดเล็กน้อยถึงแดงออกน้ำตาล (คะแนนเฉลี่ย 2.81-3.94) และมีสีแดงดีกว่าชุดการทดลองที่มีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นทั้ง 3 ระดับ คือร้อยละ 1.5-2.5 ซึ่งมีสีใกล้เคียงกันคือสีแดงออกน้ำตาลถึงแดงออกเทา (คะแนนเฉลี่ย 3.69-4.81) ทั้งนี้พบว่าเนื้อหมูคืนรูปดิบที่มีสารเชื่อมทั้ง 2 กลุ่มมีสีแดงดีกว่าตัวอย่างควบคุมซึ่งมีสีแดงออกเทา (คะแนนเฉลี่ย 5.38) อย่างไรก็ตามจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในตาราง 10 พบว่าเนื้อหมูคืนรูปกลุ่มที่มีนมผงพร่องไขมันทั้ง 3 ระดับมีสีไม่แตกต่างกัน ทำนองเดียวกันกับเนื้อหมูคืนรูปกลุ่มที่มีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นทั้ง 3 ระดับก็มีสีไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่าเนื้อหมูคืนรูปที่มีนมผงพร่องไขมันทั้ง 3 ระดับ มีสีไม่แตกต่างกับเนื้อหมูคืนรูปที่มีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 1.5 และ 2.5 เนื้อหมูคืนรูปที่มีนมผงพร่องไขมันร้อยละ 4.0 มีสีไม่แตกต่างจากเนื้อหมูคืนรูปที่มีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นทั้ง 3 ระดับ และเนื้อหมูคืนรูปที่มีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.0 มีสีไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม

ตาราง 10 คะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อหมูคืนรูปติบที่มีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นและนมผงพร่องไขมันเป็นสารเชื่อม เก็บที่อุณหภูมิ -20°ซ เวลา 1 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	คุณลักษณะ				
	สี	กลิ่นออกซิไดซ์	การกระจายตัวของไขมัน	การเชื่อมตัวของเนื้อ	การยอมรับรวม
ตัวอย่างควบคุม	5.38[a]	1.77[a]	2.08[a]	2.18[a]	2.60[a]
SPC 1.5 %	3.94[bc]	1.71[a]	2.78[a]	2.77[a]	2.96[a]
SPC 2.0 %	4.81[ab]	1.69[a]	3.11[a]	2.72[a]	2.66[a]
SPC 2.5 %	3.69[bc]	1.90[a]	3.17[a]	3.16[a]	3.01[a]
NFDM 2.0 %	2.81[c]	1.68[a]	3.29[a]	3.26[a]	3.20[a]
NFDM 3.0 %	3.00[c]	1.69[a]	3.15[a]	3.16[a]	3.14[a]
NFDM 4.0 %	3.94[bc]	1.63[a]	3.03[a]	3.26[a]	3.24[a]

SPC : โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น

NFDM : นมผงพร่องไขมัน

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)

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

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

Brewer, et al. (1992) รายงานว่าเนื้อวัวบดแผ่นปกติมีสีแดงไม่แตกต่างจากเนื้อวัวบดแผ่นที่มีส่วนผสมของฟอสเฟต แป้งดัดแปลงและคาราจีแนน และเนื้อวัวบดแผ่นที่มีส่วนผสมของโปรตีนสกัดร้อยละ 20 แต่เมื่อมีส่วนผสมของโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 20 หรือแป้งถั่วเหลืองร้อยละ 20 พบว่ามีสีแดงน้อยลง

2.2.1.3 กลิ่นออกซิไดซ์

ผลการประเมินกลิ่นออกซิไดซ์ของเนื้อหมูคืนรูปดิบที่มีสารเชื่อมกลุ่มโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นและนมผงพร่องไขมันโดยวิธี QDA แสดงในตาราง 10 พบว่ามีน้อย และมีคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกันทุกชุดการทดลอง (คะแนนเฉลี่ย 1.63-1.90) ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อหมูคืนรูปดังกล่าวถูกเก็บไว้ที่อุณหภูมิ-20°ซ เป็นเวลา 1 สัปดาห์ จึงยังมีอัตราการเกิดออกซิเดชันอยู่ต่ำมาก จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 5) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีกลิ่นออกซิไดซ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และจากตาราง 10 มีแนวโน้มว่าเนื้อหมูคืนรูปดิบที่มีนมผงพร่องไขมันและโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น จะมีกลิ่นออกซิไดซ์น้อยกว่าตัวอย่างควบคุม สอดคล้องกับรายงานของ Brewer, et al. (1992) ซึ่งรายงานว่าสารเสริมเนื้อจากถั่วเหลืองในปริมาณร้อยละ 20 ทำให้ค่า TBA ในเนื้อวัวบดแผ่นลดลง และเมื่อเปรียบเทียบในกลุ่มสารเสริมเนื้อจากถั่วเหลือง 3 ชนิด พบว่าแป้งถั่วเหลืองทำให้ค่า TBA ลดลงได้น้อยกว่าถั่วเหลืองเข้มข้น และโปรตีนถั่วเหลืองสกัดตามลำดับ

Romijn, et al. (1991) รายงานว่าโปรตีนถั่วเหลืองสกัดร้อยละ 8-24 ที่เติมในเนื้อวัวบดสามารถป้องกันการหืนได้ เนื่องจากผลิตภัณฑ์โปรตีนถั่วเหลืองประกอบด้วยสารที่มีคุณสมบัติต้านหืนได้ ได้แก่ สารประกอบโฟสฟีฟีนอล กรดฟีโนลิก อะโรมาติกเอมีน สารประกอบซัลไฮดริล ฟอสโฟลิพิด กรดอะมิโน เปปไทด์ และไฟเตท

Simunovic, et al. (1985) รายงานว่าเนื้อวัวคืนรูปที่มีส่วนผสมของหางนมและโซเดียมเคซีเนตที่มีการเติมเรนเนทในปริมาณร้อยละ 2.0, 4.0 และ 6.0 ร่วมกับเกลือร้อยละ 1.5 และฟอสเฟตร้อยละ 0.4 หรือมีส่วนผสมของโปรตีนถั่วเหลืองผ่านการดัดแปลงเนื้อสัมผัส ในปริมาณร้อยละ 0.75 และ 1.50 ร่วมกับเกลือร้อยละ 1.5 และฟอสเฟตร้อยละ 0.4 เก็บที่อุณหภูมิ 4.4°ซ เป็นเวลา 4 เดือน ยังคงมีค่า TBA ในปริมาณน้อยคือ 0.1-0.2 โดยมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในสัปดาห์ที่ 2 ของการเก็บ และค่อนข้างคงที่จนสิ้นสุดระยะเวลาเก็บ

2.2.1.4 การกระจายตัวของไขมัน

ผลการประเมินการกระจายตัวของไขมันของเนื้อหมูคืนรูปติบที่มีสารเชื่อมกลุ่มโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นและนมผงพร่องไขมัน โดยวิธี QDA แสดงในตาราง 10 จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 5) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีการกระจายตัวของไขมันไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยในตาราง 10 พบว่าเนื้อหมูคืนรูปกลุ่มที่มีนมผงพร่องไขมันทั้ง 3 ระดับ คือร้อยละ 2.0-4.0 (คะแนนเฉลี่ย 3.03-3.29) มีการกระจายตัวของไขมันสม่ำเสมอดีกว่าชุดการทดลองที่มีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นทั้ง 3 ระดับ คือร้อยละ 1.5-2.5 (คะแนนเฉลี่ย 2.78-3.17) และสารเชื่อมทั้ง 2 กลุ่มนี้ทำให้เนื้อหมูคืนรูปติบมีการกระจายตัวของไขมัน สม่ำเสมอดีกว่าตัวอย่างควบคุม (คะแนนเฉลี่ย 2.08) เนื้อหมูคืนรูปติบที่มีการกระจายตัวของไขมันสม่ำเสมอดีจะทำให้มีลักษณะคล้ายคลึงชิ้นเนื้อที่ตัดจากซากซึ่งมีไขมันกระจายอย่างสม่ำเสมอในกล้ามเนื้อและมองไม่เห็นชิ้นไขมันนั้น ซึ่งจากตาราง 10 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของการกระจายตัวของไขมันของเนื้อหมูคืนรูปติบทุกชุดการทดลองอยู่ในช่วงสม่ำเสมอปานกลาง

2.2.1.5 การเชื่อมตัวของเนื้อ

ผลการประเมินการเชื่อมตัวของเนื้อของเนื้อหมูคืนรูปติบที่มีสารเชื่อมกลุ่มโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นและนมผงพร่องไขมันโดยวิธี QDA แสดงในตาราง 10 จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 5) พบว่าเนื้อหมูคืนรูปติบทุกชุดการทดลองมีการเชื่อมตัวของเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยในตาราง 10 พบว่าเนื้อหมูคืนรูปกลุ่มที่มีนมผงพร่องไขมันทั้ง 3 ระดับ คือร้อยละ 2.0-4.0 (คะแนนเฉลี่ย 3.16-3.26) มีการเชื่อมตัวของเนื้อดีกว่าชุดการทดลองที่มีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นทั้ง 3 ระดับ คือร้อยละ 1.5-2.5 (คะแนนเฉลี่ย 2.72-3.16) และสารเชื่อมทั้ง 2 กลุ่มนี้ทำให้เนื้อหมูคืนรูปติบมีการเชื่อมตัวของเนื้อดีกว่าตัวอย่างควบคุม (คะแนนเฉลี่ย 2.18)

เนื้อหมูคืนรูปอยู่ในลักษณะของอิมัลชันเช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ไส้กรอก แต่แตกต่างกันตรงที่เนื้อหมูคืนรูปเป็นผลิตภัณฑ์สด ซึ่งในกระบวนการผลิตไม่มีขั้นตอนการให้ความร้อน ในขณะที่ไส้กรอกจัดเป็นผลิตภัณฑ์สุก ซึ่งในกระบวนการผลิตมีการให้ความร้อนเพื่อทำให้สุก จึงทำให้ไมโอซินซึ่งเป็นโปรตีนที่มีอยู่ตามธรรมชาติในกล้ามเนื้อและสามารถสกัดได้ด้วยเกลือและความร้อน (Tarrant, 1981) สามารถเชื่อมชิ้นเนื้อเล็กๆ ให้อยู่ติดกันได้ สำหรับเนื้อหมู

คืนรูปเมื่อไม่มีความร้อนเข้ามาเกี่ยวข้อง จึงจำเป็นต้องใช้โปรตีนอื่นที่ไม่ใช่เนื้อซึ่งมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับโปรตีนเนื้อมาช่วยเพื่อให้เกิดการเชื่อมตัวของชิ้นเนื้อเล็ก ๆ ได้

Brewer, et al. (1992) รายงานว่าโปรตีนอื่นที่ไม่ใช่เนื้อมีประโยชน์ในการเชื่อมชิ้นเนื้อในผลิตภัณฑ์เนื้อ เนื่องจากมีคุณสมบัติในการทำงาน คือ เป็นอิมัลซิฟายเออ มีความสามารถในการอุ้มน้ำ และช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสและลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ได้

Simunovic, et al. (1985) รายงานว่าเนื้อวัวคืนรูปที่มีส่วนผสมของหางนมและโซเดียมเคซีเนตมีการเติมเรนเนท (WSC) ในปริมาณร้อยละ 2.0, 4.0 และ 6.0 ร่วมกับเกลือร้อยละ 1.5 และฟอสเฟตร้อยละ 0.4 มีการเชื่อมตัวของเนื้อดิบ (binding strength, N/cm^2) ดีกว่าตัวอย่างควบคุม และ WSC ร้อยละ 4.0 มีการเชื่อมตัวของเนื้อดิบดีที่สุด เมื่อความเข้มข้นของ WSC เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 6.0 ทำให้การเชื่อมตัวของเนื้อดิบและผลผลิตเมื่อสุกลดลง เนื่องจากเหตุผลหลายประการ คือมีปริมาณโซเดียมเคซีเนตเพิ่มขึ้นทำให้มีการยับยั้งปฏิกิริยาระหว่างโมเลกุลของไมโอซิน มีปริมาณหางนมเพิ่มขึ้น มีปริมาณแคลเซียมแลคเตทเพิ่มขึ้น และมีการลดลงของพีเอช ทั้งนี้พบว่าเมื่อมีเกลืออยู่ด้วยความแข็งแรงของเจลไมโอซินจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีพีเอชมากกว่า 6 และลดลงเมื่อมีพีเอชต่ำกว่า 6 แคลเซียมทำให้ปฏิกิริยาของโปรตีนเนื้อเพิ่มขึ้น แต่อาจทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำลดลง และอาจทำให้ประสิทธิภาพของฟอสเฟตลดลง เนื่องจากรวมตัวกับฟอสเฟตเกิดเป็นฟอสเฟตที่ไม่ละลายน้ำ สำหรับเนื้อวัวคืนรูปดิบที่มีส่วนผสมของโปรตีนถั่วเหลืองผ่านการดัดแปลงเนื้อสัมผัส (TSP) ในปริมาณร้อยละ 0.75 และ 1.50 ร่วมกับเกลือร้อยละ 1.5 และฟอสเฟตร้อยละ 0.4 มีการเชื่อมตัวของเนื้อดิบดีกว่าตัวอย่างควบคุม แต่ทั้ง 2 ระดับ มีการเชื่อมตัวของเนื้อดิบไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจาก TSP ทำให้มีการสกัดไมโอซินได้มากขึ้น และทำให้ไมโอซินที่สกัดได้มีความสามารถในการเชื่อมตัวของเนื้อดีขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่อความเข้มข้นของ TSP เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 1.5 พบว่าทำให้ผลผลิตเมื่อสุกลดลง

2.2.1.6 การยอมรับรวม

ผลการประเมินการยอมรับรวมของเนื้อหมูคืนรูปดิบที่มีสารเชื่อมกลุ่มโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นและนมผงพร่องไขมันโดยวิธี QDA แสดงในตาราง 10 คะแนนการยอมรับรวมของเนื้อหมูคืนรูปดิบประเมินจากคุณภาพสี กลิ่นออกซิไดซ์ การกระจายตัวของไขมันและการเชื่อมตัวของเนื้อ จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาค

ผนวก 5) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีการยอมรับรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยในตาราง 10 พบว่าเนื้อหมูคืนรูปกลุ่มที่มีนมผงพร่องไขมันทั้ง 3 ระดับ คือร้อยละ 2.0-4.0 (คะแนนเฉลี่ย 3.14-3.24) มีการยอมรับรวมมากกว่าชุดการทดลองที่มีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นทั้ง 3 ระดับ คือร้อยละ 1.5-2.5 (คะแนนเฉลี่ย 2.66-3.01) และสารเชื่อมทั้ง 2 กลุ่มนี้ ทำให้เนื้อหมูคืนรูปดิบมีการยอมรับรวมสูงกว่าตัวอย่างควบคุม (คะแนนเฉลี่ย 2.60) ทั้งนี้เนื่องจากนมผงพร่องไขมันทำให้สีของเนื้อหมูคืนรูปดิบเป็นสีแดงสดเล็กน้อย และมีการเชื่อมตัวของเนื้อที่ดี น่ารับประทาน และเมื่อเปรียบเทียบในกลุ่มนมผงพร่องไขมันทั้ง 3 ระดับ พบว่าเมื่อใช้นมผงพร่องไขมันร้อยละ 2.0 เนื้อหมูคืนรูปดิบมีคุณภาพสี กลิ่น เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมสูงที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบในกลุ่มโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นทั้ง 3 ระดับ พบว่าที่ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 เนื้อหมูคืนรูปดิบมีคุณภาพสี กลิ่น เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมสูงที่สุด

2.2.2 เนื้อหมูคืนรูปสุก

2.2.2.1 ความนุ่ม

ผลการประเมินความนุ่มของเนื้อหมูคืนรูปสุกที่มีสารเชื่อมกลุ่มโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นและนมผงพร่องไขมันโดยวิธี QDA แสดงในตาราง 11 จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 6) พบว่าสารเชื่อมมีผลต่อความนุ่มของเนื้อหมูคืนรูปสุกอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย (ตาราง 11) พบว่าเนื้อหมูคืนรูปกลุ่มที่มีนมผงพร่องไขมันทั้ง 3 ระดับคือร้อยละ 2.0-4.0 (คะแนนเฉลี่ย 3.13-3.47) มีความนุ่มมากกว่าชุดการทดลองที่มีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นทั้ง 3 ระดับคือร้อยละ 1.5-2.5 (คะแนนเฉลี่ย 2.13-2.70) และสารเชื่อมทั้ง 2 กลุ่มนี้ทำให้เนื้อหมูคืนรูปสุกมีความนุ่มมากกว่าตัวอย่างควบคุม (คะแนนเฉลี่ย 2.21)

เมื่อพิจารณาความนุ่มของเนื้อหมูคืนรูปสุกในตาราง 11 พบว่าตรงกันข้ามกับการเชื่อมตัวของเนื้อสุก กล่าวคือเนื้อหมูคืนรูปสุกที่มีนมผงพร่องไขมันและโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นมีความนุ่มมากกว่าแต่มีการเชื่อมตัวของเนื้อสุกน้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม สอดคล้องกับรายงานของ Kotula, et al. (1976) ซึ่งรายงานว่าผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองทำให้ความฉ่ำในเนื้อวัวบดเพิ่มขึ้นเล็กน้อยโดยไม่แตกต่างกันทางสถิติ กล่าวคือเนื้อวัวบดแผ่นที่มีส่วนผสมของถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 20-30 มีความฉ่ำของเนื้อเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

ตาราง 11 คะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อหมูตีนรูปสุกที่มีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นและนมผงพร่องไขมันเป็นสารเชื่อม เก็บที่อุณหภูมิ-20°ซ เวลา 1 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	คุณลักษณะ			
	ความนุ่ม	การเชื่อมตัวของเนื้อ	กลิ่นรสผิดปกติ	การยอมรับรวม
ตัวอย่างควบคุม	2.21^{b}	3.14^{a}	1.36^{a}	2.24^{a}
SPC 1.5 %	2.59^{ab}	2.93^{a}	1.31^{a}	2.61^{a}
SPC 2.0 %	2.13^{b}	2.89^{a}	1.21^{a}	2.61^{a}
SPC 2.5 %	2.70^{ab}	3.05^{a}	1.24^{a}	2.81^{a}
NFDM 2.0 %	3.24^{a}	2.93^{a}	1.69^{a}	3.38^{a}
NFDM 3.0 %	3.47^{a}	2.88^{a}	1.35^{a}	2.99^{a}
NFDM 4.0 %	3.13^{ab}	2.86^{a}	1.34^{a}	3.16^{a}

SPC : โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น

NFDM : นมผงพร่องไขมัน

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)

ab : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันของความนุ่ม, การเชื่อมตัวของเนื้อ, กลิ่นรสผิดปกติ และการยอมรับรวมไม่มีความแตกต่าง ($p>0.05$)

Brewer, et al. (1992) รายงานว่าโปรตีนถั่วเหลืองสกัดหรือถั่วเหลืองเข้มข้นในปริมาณร้อยละ 20 ทำให้ความฝ่าของเนื้อในเนื้อวัวบดแผ่นลดลง

Liu, et al. (1976) รายงานว่าเมื่อมีส่วนผสมของถั่วเหลืองสกัดในปริมาณสูงขึ้นและมีไขมันปริมาณลดลง ทำให้เนื้อวัวบดแผ่นมีความฝ่าลดลง แต่ไม่มีผลต่อเนื้อสัมผัสร่วนหรือยุ่ยของเนื้อ ในทำนองเดียวกัน เมื่อมีถั่วเหลืองสกัดร้อยละ 20-25 ทำให้เนื้อวัวบดแผ่นมีความนุ่มของเนื้อลดลง

2.2.2.2 การเชื่อมตัวของเนื้อ

การเชื่อมตัวของเนื้อของเนื้อหมูคืนรูปสุกที่มีสารเชื่อมกลุ่มโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นและนมผงพร่องไขมันประเมินด้วยวิธี QDA แสดงผลในตาราง 11 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย พบว่าเนื้อหมูคืนรูปสุกกลุ่มที่มีนมผงพร่องไขมันทั้ง 3 ระดับ คือร้อยละ 2.0-4.0 (คะแนนเฉลี่ย 2.86-2.93) มีคะแนนการเชื่อมตัวของเนื้อน้อยกว่าชุดการทดลองที่มีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นทั้ง 3 ระดับ คือร้อยละ 1.5-2.5 (คะแนนเฉลี่ย 2.89-3.05) และสารเชื่อมทั้ง 2 กลุ่มนี้ทำให้เนื้อหมูคืนรูปสุกมีการเชื่อมตัวของเนื้อน้อยกว่าตัวอย่างควบคุม (คะแนนเฉลี่ย 3.14) อย่างไรก็ตามจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 6) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีการเชื่อมตัวของเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ

Brewer, et al. (1992) รายงานว่าโปรตีนถั่วเหลืองสกัด หรือถั่วเหลืองเข้มข้นในปริมาณร้อยละ 20 ทำให้การเชื่อมติดของเนื้อ (cohesiveness) ในเนื้อวัวบดแผ่นเพิ่มขึ้น เนื่องจากสารเสริมเนื้อทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวทำให้ปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น ทั้งนี้พบว่าเนื้อสัมผัสเหนียว (rubbery texture) และการเชื่อมติดของเนื้อมีความสัมพันธ์กันและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์เนื้อเพิ่มขึ้น แต่ตรงกันข้ามกับความฝ่าซึ่งพบว่าเมื่อเนื้อสัมผัสเหนียวและการเชื่อมติดของเนื้อเพิ่มขึ้นจะมีความฝ่าลดลง

2.2.2.3 กลิ่นรสผิดปกติ

ผลการประเมินกลิ่นรสผิดปกติของเนื้อหมูคืนรูปสุกที่มีสารเชื่อมกลุ่มโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นและนมผงพร่องไขมันโดยวิธี QDA แสดงในตาราง 11 จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 6) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีกลิ่นรสผิดปกติไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย (ตาราง 11)

พบว่าเนื้อหมูคืนรูปสุกกลุ่มที่มีนมผงพร่องไขมันทั้ง 3 ระดับ คือร้อยละ 2.0-4.0 (คะแนนเฉลี่ย 1.34-1.69) มีกลิ่นรสผิดปกติมากกว่าตัวอย่างควบคุม (คะแนนเฉลี่ย 1.36) และชุดการทดลองที่มีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นทั้ง 3 ระดับ คือร้อยละ 1.5-2.5 (คะแนนเฉลี่ย 1.21-1.31) กลิ่นรสผิดปกติที่พบในเนื้อหมูคืนรูปสุกที่มีนมผงพร่องไขมัน คือกลิ่นรสเปรี้ยวของเนื้อ และกลิ่นฟ้าตาลไหม้ที่ผิวนอกของชิ้นเนื้อ ในขณะที่เนื้อที่มีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นมีกลิ่นถั่วเหลืองเล็กน้อย แต่ก็ยอมรับได้มากกว่ากลิ่นรสเปรี้ยว จึงคัดเลือกโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นเป็นสารเชื่อมในการทดลองขั้นตอนต่อไป

Kotula, et al. (1976) รายงานว่าเนื้อวัวบดที่มีส่วนผสมของโปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 20-30 มีความสม่ำเสมอของกลิ่นรสเนื้อน้อยกว่าปกติ

Brewer, et al. (1992) รายงานว่าสารเสริมเนื้อจากถั่วเหลืองในปริมาณร้อยละ 20 ทำให้กลิ่นรสเนื้อวัวในผลิตภัณฑ์เนื้อวัวบดแผ่นลดลงอย่างชัดเจน และทำให้กลิ่นรสผิดปกติเพิ่มขึ้นอย่างสัมพันธ์กัน เมื่อเปรียบเทียบในกลุ่มสารเสริมเนื้อจากถั่วเหลือง 3 ชนิด พบว่าแป้งถั่วเหลืองทำให้เกิดกลิ่นรสผิดปกติได้มากกว่าถั่วเหลืองเข้มข้นและโปรตีนถั่วเหลืองสกัดตามลำดับ

2.2.2.4 การยอมรับรวม

ผลการประเมินการยอมรับรวมของเนื้อหมูคืนรูปสุกที่มีสารเชื่อมกลุ่มโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นและนมผงพร่องไขมันโดยวิธี QDA แสดงในตาราง 11 คะแนนการยอมรับรวมของเนื้อหมูคืนรูปสุกประเมินจากความนุ่ม การเชื่อมตัวของเนื้อ และกลิ่นรสผิดปกติ จากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 6) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีการยอมรับรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย (ตาราง 11) พบว่าเนื้อหมูคืนรูปกลุ่มที่มีนมผงพร่องไขมันทั้ง 3 ระดับ คือร้อยละ 2.0-4.0 (คะแนนเฉลี่ย 2.99-3.38) มีคะแนนการยอมรับรวมมากกว่าชุดการทดลองที่มีโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นทั้ง 3 ระดับ คือร้อยละ 1.5-2.5 (คะแนนเฉลี่ย 2.61-2.81) และตัวอย่างควบคุม (คะแนนเฉลี่ย 2.24) ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบในกลุ่มนมผงพร่องไขมันทั้ง 3 ระดับ พบว่าเมื่อใช้นมผงพร่องไขมันร้อยละ 2.0 เนื้อหมูคืนรูปสุกมีคะแนนการยอมรับรวมสูงที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบในกลุ่มโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นทั้ง 3 ระดับ พบว่าที่ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 เนื้อหมูคืนรูปสุกมีคะแนนการยอมรับรวมสูงที่สุด

คัดเลือกชุดการทดลองจากสารเชื่อมกลุ่มสารเชื่อมอื่นที่ไม่ใช่เนื้อ คือโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 2.5 โดยมีเหตุผลดังต่อไปนี้

1. ต้องการใช้โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นเป็นสารเชื่อมในผลิตภัณฑ์เนื้อหมูคืนรูป เนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่มีราคาถูกและหาได้ง่ายในประเทศไทย มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบสูง (ลักขณา รุจนะไกรกานต์, 2529) เป็นการเพิ่มปริมาณโปรตีนอีกแหล่งหนึ่งให้แก่ผู้บริโภคอาหารเนื้อที่มีรายได้น้อย นอกจากนี้ยังมีสารที่มีคุณสมบัติกันหืนเป็นส่วนประกอบ (Romijn, et al., 1991) หากมีการใช้ร่วมกับเกลือและฟอสเฟตในปริมาณที่เหมาะสมก็สามารถเป็นสารเชื่อมที่ให้คุณภาพของเนื้อหมูคืนรูปที่ดีได้ คือมีการเชื่อมตัวของเนื้อทั้งดิบและสุกดี มีความคงทนของสีดี และสามารถลดการเกิดออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อหมูคืนรูปได้

2. คัดเลือกปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นที่เหมาะสม คือร้อยละ 2.5 เนื่องจากมีแนวโน้มเป็นสารเชื่อมที่ให้ผลของเนื้อหมูคืนรูปที่มีคุณภาพดีกว่าการใช้ปริมาณต่ำกว่า คือร้อยละ 1.5 และ 2.0 ซึ่งหน่วยงาน USDA ในสหรัฐอเมริกาอนุญาตให้ใช้ในปริมาณร้อยละ 3.5 ได้ (Pearson and Tauber, 1984) ทั้งนี้การใช้โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นระดับสูงยังเป็นการลดต้นทุนการผลิตได้อีกด้วย

3. ไม่ต้องการใช้นมผงพร่องไขมันเป็นสารเชื่อมในผลิตภัณฑ์เนื้อหมูคืนรูป เนื่องจากนมผงพร่องไขมันเป็นวัตถุดิบที่มีราคาแพงและสามารถผลิตได้น้อยในประเทศไทย และเหตุผลอีกประการหนึ่งคือ แม้ว่านมผงพร่องไขมันจะมีแนวโน้มให้คุณภาพสีและเนื้อสัมผัสของเนื้อหมูคืนรูปดิบที่ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น แต่หากมีการเก็บผลิตภัณฑ์เนื้อไว้นานอาจมีกลิ่นไม่พึงประสงค์ เช่นกลิ่นหืนของนมชัดเจน นอกจากนี้ยังพบว่านมผงพร่องไขมันทำให้ลักษณะปรากฏของเนื้อสุกและกลิ่นของเนื้อสุกไม่ดีเท่าที่ควร กล่าวคือที่ผิวของชิ้นเนื้อเมื่อถูกให้สุกมีลักษณะเหนียวเหมือนฉาบด้วยคาราเมล และมีกลิ่นผิดปกติคือมีกลิ่นน้ำฝึ้งและกลิ่นไหม้ แม้ว่าโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นจะให้กลิ่นรสของถั่วเหลืองเล็กน้อย แต่ผู้ประเมินให้เหตุผลว่ากลิ่นถั่วเหลืองสามารถยอมรับได้มากกว่ากลิ่นน้ำฝึ้งและกลิ่นไหม้

3. ปริมาณของเกลือที่เหมาะสมในการผลิตเนื้อหมูคืนรูป

ศึกษาเกลือโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 6 ระดับ คือร้อยละ 0.00, 0.25,

0.50, 0.75, 1.00 และ 1.25 เพื่อคัดเลือกปริมาณของเกลือที่เหมาะสม 1 ชุดการทดลองสำหรับใช้ในการทดลองขั้นตอนต่อไป ได้ผลการทดลองดังนี้

3.1 เนื้อหมูคืนรูปดิบ

3.1.1 พีเอช

เนื้อหมูคืนรูปที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 0.00-1.25 มีพีเอชใกล้เคียงกัน (5.78-5.91) (ตาราง 12) และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวกที่ 7) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีพีเอชไม่แตกต่างกันทางสถิติ สอดคล้องกับรายงานของ Clarke, et al. (1987) ซึ่งรายงานว่าปริมาณเกลือไม่มีผลต่อพีเอชของเนื้อวัวบด กล่าวคือเนื้อวัวบดที่มีเกลือร้อยละ 1.3, 2.0, 2.6 และ 3.3 มีพีเอชใกล้เคียงกันคือ 5.84, 5.90, 5.93 และ 6.00 ตามลำดับ Choi, et al. (1987 b) รายงานว่าเกลือไม่มีผลต่อพีเอชของเนื้อหมูบด กล่าวคือเนื้อหมูบดที่มีเกลือร้อยละ 0, 1.5 และ 3.0 มีพีเอช 5.55, 5.58 และ 5.58 ตามลำดับ

3.1.2 สี

เกลือโซเดียมคลอไรด์ปริมาณต่างกันมีผลต่อสีของเนื้อหมูคืนรูปดิบ (ตาราง 13) และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวกที่ 8) พบว่าชุดการทดลองมีคุณภาพสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง จากตาราง 13 พบว่าเมื่อไม่มีเกลือหรือเกลือปริมาณต่ำคือร้อยละ 0.25 ให้สีของเนื้อหมูคืนรูปดีและมีสีใกล้เคียงกัน คือมีสีแดงออกน้ำตาล ซึ่งมีคุณภาพสีดีกว่าเกลือปริมาณสูงที่มีผลให้สีของเนื้อหมูคืนรูปคล้ำเข้มขึ้น กล่าวคือเนื้อหมูคืนรูปที่มีเกลือร้อยละ 0.50 มีสีแดงออกน้ำตาลเข้ม เนื้อหมูคืนรูปที่มีเกลือร้อยละ 0.75 มีสีแดงออกเทา และเนื้อหมูคืนรูปที่มีเกลือร้อยละ 1.00-1.25 มีสีแดงออกเขียว ทั้งนี้เนื่องจากเกลือเพิ่มอัตราการเกิดออกซิเดชันของเม็ดสีในเนื้อแดง คือออกซีฮีโมโกลบิน และออกซีไมโอโกลบิน และหรือฮีโมโกลบิน และไมโอโกลบิน ตามลำดับ (Means and Schmidt, 1986) ในทำนองเดียวกัน Akamittath, et al. (1990) รายงานว่าเกลือเร่งการเปลี่ยนแปลงสีในเนื้อคืนรูปที่ผลิตจากเนื้อวัว เนื้อหมู และเนื้อไก่งวง

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในตาราง 13 พบว่าเกลือร้อยละ 0.25-0.75 ให้ผลของสีของเนื้อหมูคืนรูปดิบไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับเกลือร้อยละ 0.75-1.25 ที่ให้ผลของ

ตาราง 12 พีเอชของเนื้อหมูคีนรูปที่มีเกลือปริมาณต่างกัน เก็บที่อุณหภูมิ-20°ซ เวลา 1 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	pH
เกลือ 0.00 %	5.78[a]
เกลือ 0.25 %	5.87[a]
เกลือ 0.50 %	5.91[a]
เกลือ 0.75 %	5.84[a]
เกลือ 1.00 %	5.88[a]
เกลือ 1.25 %	5.88[a]

[a] : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันไม่มีความแตกต่าง ($p>0.05$)

ตาราง 13 คะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อหมูคืนรูปติบที่มีเกลือปริมาณต่างกัน เก็บที่อุณหภูมิ -20°ซ เวลา 1 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	คุณลักษณะ				
	สี	กลิ่นออกซิไดซ์	การกระจายตัวของไขมัน	การเชื่อมตัวของเนื้อ	การยอมรับรวม
เกลือ 0.00 %	3.88^{c}	1.64^{a}	3.09^{a}	3.18^{a}	3.65^{a}
เกลือ 0.25 %	3.94^{c}	1.70^{a}	2.69^{a}	3.14^{a}	3.41^{a}
เกลือ 0.50 %	4.69^{bc}	1.65^{a}	3.14^{a}	3.23^{a}	3.40^{a}
เกลือ 0.75 %	5.06^{abc}	1.81^{a}	3.24^{a}	3.19^{a}	3.27^{a}
เกลือ 1.00 %	5.75^{ab}	1.81^{a}	2.58^{a}	3.20^{a}	3.16^{a}
เกลือ 1.25 %	6.25^{a}	1.87^{a}	3.41^{a}	3.29^{a}	3.33^{a}

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)

abc : อักษรเหมือนกันในหลักเดียวกันของสีไม่มีความแตกต่าง ($p>0.01$)

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

สีของเนื้อหมูคืนรูปดิบไม่แตกต่างกัน แต่คุณภาพสีที่ดีในเนื้อหมูคืนรูปดิบคือมีสีแดงสดมากถึงแดงออกน้ำตาล (คะแนนเฉลี่ย ไม่เกิน 4.50) ดังนั้นการใช้เกลือร้อยละ 0.50 หรือน้อยกว่ายังมีคุณภาพสีเป็นที่ยอมรับ ในขณะที่เกลือร้อยละ 0.75 หรือมากกว่า มีคุณภาพสีไม่เป็นที่ยอมรับ เนื่องจากมีสีแดงออกเทาหรือแดงออกเขียว ไม่น่ารับประทาน และมีลักษณะคล้ายเนื้อที่เน่าเสียแล้ว

3.1.3 กลิ่นออกซิไดซ์

ผลการประเมินกลิ่นออกซิไดซ์ของเนื้อหมูคืนรูปดิบด้วยวิธี QDA แสดงในตาราง 13 พบว่าเนื้อหมูคืนรูปดิบที่มีเกลือร้อยละ 0.00-1.25 มีกลิ่นออกซิไดซ์ใกล้เคียงกัน และมีกลิ่นออกซิไดซ์ไม่มากนัก (คะแนนเฉลี่ย 1.64-1.87) และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 8) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีกลิ่นออกซิไดซ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากในการทดลองนี้มีการเก็บผลิตภัณฑ์เนื้อหมูคืนรูปที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ทำให้อัตราการเกิดออกซิเดชันของไขมันต่ำ เมื่อประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสจึงไม่สามารถแยกความแตกต่างของกลิ่นออกซิไดซ์ได้ แต่จากตาราง 13 มีแนวโน้มว่าปริมาณเกลือสูงมีคะแนนเฉลี่ยของกลิ่นออกซิไดซ์มากสอดคล้องกับรายงานการศึกษาของ Choi, et al. (1987 b) ซึ่งรายงานว่าเกลือทำให้ค่า TBA ในเนื้อหมูบดเพิ่มขึ้นจากปกติ กล่าวคือเนื้อหมูบดที่มีเกลือร้อยละ 0.0, 1.5 และ 3.0 มีค่า TBA เป็น 0.162, 1.407 และ 1.683 ตามลำดับ

3.1.4 การกระจายตัวของไขมัน

ผลการประเมินการกระจายตัวของไขมันของเนื้อหมูคืนรูปดิบด้วยวิธี QDA แสดงในตาราง 13 พบว่าเนื้อหมูคืนรูปดิบที่มีเกลือร้อยละ 0.00-1.25 มีการกระจายตัวของไขมันใกล้เคียงกัน (คะแนนเฉลี่ย 2.58-3.41) และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 8) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีการกระจายตัวของไขมันไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่าปริมาณเกลือสูงมีการกระจายตัวของไขมันสม่ำเสมอดีกว่าปริมาณเกลือต่ำ Choi, et al. (1987 a) รายงานว่าเกลือร้อยละ 1.5 และ 3.0 ทำให้ความหนืดของอิมัลชันในเนื้อหมูบดเพิ่มขึ้น

3.1.5 การเชื่อมตัวของเนื้อ

ผลการประเมินการเชื่อมตัวของเนื้อของเนื้อหมูคืนรูปดิบด้วยวิธี QDA

แสดงในตาราง 13 พบว่าเนื้อหมูคืนรูปดิบที่มีเกลือร้อยละ 0.00-1.25 มีการเชื่อมตัวของเนื้อใกล้เคียงกัน (คะแนนเฉลี่ย 3.14-3.29) และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 8) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีการเชื่อมตัวของเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่าปริมาณเกลือสูงมีการเชื่อมตัวของเนื้อดีกว่าปริมาณเกลือต่ำ Choi, et al. (1987 a) รายงานว่าเกลือร้อยละ 1.5 และ 3.0 ทำให้การละลายของโปรตีน ปริมาณซาร์โคพลาสมิกโปรตีน และปริมาณไมโอไฟบริลลาโปรตีนที่สกัดได้ในเนื้อหมูบดเพิ่มขึ้น กล่าวคือเนื้อหมูบดที่ไม่มีเกลือ และมีเกลือร้อยละ 1.5 และ 3.0 มีการละลายของโปรตีนร้อยละ 40.2, 41.7 และ 41.8 ตามลำดับ มีปริมาณซาร์โคพลาสมิกโปรตีนที่สกัดได้ร้อยละ 23.3, 23.7 และ 24.0 ตามลำดับ และมีปริมาณไมโอไฟบริลลาโปรตีนที่สกัดได้ร้อยละ 16.9, 18.0 และ 17.8 ตามลำดับ

3.1.6 การยอมรับรวม

การยอมรับรวมของเนื้อหมูคืนรูปดิบประเมินจากทุกคุณลักษณะร่วมกัน ได้แก่ คุณภาพสี กลิ่นออกซิไดซ์และเนื้อสัมผัส ประเมินด้วยวิธี QDA แสดงผลในตาราง 13 พบว่าเนื้อหมูคืนรูปดิบที่มีเกลือร้อยละ 0.00-1.25 มีการยอมรับรวมใกล้เคียงกัน (คะแนนเฉลี่ย 3.16-3.65) และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 8) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีการยอมรับรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบผลของปริมาณเกลือทั้งหมดในตาราง 13 พบว่าเกลือร้อยละ 0.25 และ 0.50 มีคะแนนการยอมรับรวมเท่ากันและสูงที่สุด อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่าปริมาณเกลือสูงขึ้นมีการยอมรับรวมต่ำลง ทั้งนี้เนื่องจากมีคุณภาพสีไม่ดี ไม่น่ารับประทาน ในขณะที่คุณลักษณะอื่นใกล้เคียงกัน ซึ่งสีของเนื้อเป็นลักษณะปรากฏที่มองเห็นได้ชัดเจน และมีผลต่อการยอมรับรวมมาก

3.2 เนื้อหมูคืนรูปสุก

3.2.1 ความนุ่ม

ผลการประเมินความนุ่มของเนื้อหมูคืนรูปสุกด้วยวิธี QDA แสดงในตาราง 14 พบว่าเนื้อหมูคืนรูปสุกที่มีเกลือร้อยละ 0.00-1.25 มีความนุ่มใกล้เคียงกัน (คะแนนเฉลี่ย 2.85-3.31) และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 9) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีความนุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่าเนื้อหมูคืนรูปสุกที่มีปริมาณเกลือสูงมีความนุ่มมากกว่าเมื่อมีปริมาณเกลือต่ำ

ตาราง 14 คะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อหมูคั่นรูปสุก ที่มีเกลือปริมาณต่างกัน เก็บที่อุณหภูมิ -20°ซ เวลา 1 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	คุณลักษณะ			
	ความนุ่ม	การเชื่อมตัวของเนื้อ	กลิ่นรสผิดปกติ	การยอมรับรวม
เกลือ 0.00 %	2.85[a]	2.88[a]	1.14[a]	3.48[a]
เกลือ 0.25 %	2.96[a]	2.97[a]	1.20[a]	3.46[a]
เกลือ 0.50 %	3.05[a]	3.06[a]	1.19[a]	3.54[a]
เกลือ 0.75 %	3.31[a]	3.05[a]	1.16[a]	3.29[a]
เกลือ 1.00 %	3.13[a]	3.17[a]	1.15[a]	3.30[a]
เกลือ 1.25 %	3.15[a]	3.14[a]	1.40[a]	3.20[a]

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 ($p>0.05$)

Mann, et al. (1990) รายงานว่าเมื่อปริมาณเกลือเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 1.0 ทำให้ปริมาณน้ำในเนื้อวัวตีนรูปอบที่งสุกเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 71.6 สูงกว่าเมื่อไม่มีเกลือและมีเกลือร้อยละ 0.5 ซึ่งมีปริมาณน้ำใกล้เคียงกันคือร้อยละ 68.3 และ 69.1 ตามลำดับ และทำให้เนื้อที่มีเกลือร้อยละ 1.0 มีความแข็งน้อยกว่าเนื้อที่ไม่มีเกลือ และมีเกลือร้อยละ 0.5 ทั้งนี้ Lamkey, et al. (1986) รายงานว่าเกลือเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อในเนื้อวัวตีนรูป และลดการสูญเสียน้ำหนักเมื่อสุกได้

3.2.2 การเชื่อมตัวของเนื้อ

ผลการประเมินการเชื่อมตัวของเนื้อของเนื้อหมูตีนรูปสุกด้วยวิธี QDA แสดงในตาราง 14 เนื้อหมูตีนรูปสุกที่มีเกลือร้อยละ 0.00-1.25 มีการเชื่อมตัวของเนื้อใกล้เคียงกัน (คะแนนเฉลี่ย 2.88-3.17) และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 9) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีการเชื่อมตัวของเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่าปริมาณเกลือสูงทำให้เนื้อมีการเชื่อมตัวดีกว่าปริมาณเกลือต่ำ สอดคล้องกับรายงานการศึกษาของ Hamm (1960) ซึ่งรายงานว่าเกลือทำให้การเชื่อมตัวของเนื้อดีขึ้น เนื่องจากสามารถละลายไมโอซินโดยการเพิ่มประจุและแยกตาข่ายไมโอซิน (myosin aggregate) ได้ ในทำนองเดียวกัน Mann, et al. (1990) รายงานว่าเกลือทำให้การเชื่อมติดของเนื้อ (cohesiveness) เพิ่มขึ้น กล่าวคือเกลือร้อยละ 0, 0.5 และ 1.0 มีคะแนนการเชื่อมติดของเนื้อเป็น 0.45, 0.48 และ 0.49 ตามลำดับ ควรใส่เกลือในปริมาณที่เพียงพอเพื่อช่วยเพิ่มการเชื่อมตัวของเนื้อซึ่งมีอยู่ตามธรรมชาติให้ดีขึ้น และเกลือร้อยละ 0.5 เป็นปริมาณที่เพียงพอในการผลิตเนื้ออบตีนรูป

3.2.3 กลิ่นรสผิดปกติ

ผลการประเมินกลิ่นรสผิดปกติของเนื้อหมูตีนรูปสุกด้วยวิธี QDA แสดงในตาราง 14 เนื้อหมูตีนรูปสุกที่มีเกลือร้อยละ 0.00-1.25 มีกลิ่นรสผิดปกติใกล้เคียงกัน (คะแนนเฉลี่ย 1.14-1.40) และจากผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ตารางภาคผนวก 9) พบว่าชุดการทดลองทั้งหมดมีกลิ่นรสผิดปกติไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อหมูตีนรูปดังกล่าวถูกเก็บไว้ที่อุณหภูมิ-20°ซ เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ซึ่งยังมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและจุลินทรีย์เกิดขึ้นได้น้อย อย่างไรก็ตามผู้ประเมินส่วนใหญ่รายงานว่าเกลือปริมาณสูงคือร้อยละ 1.25 ทำให้เนื้อมีรสเค็มชัดเจนและเป็นกลิ่นรสที่ผิดแผกจากปกติ จึงทำให้มีคะแนนของกลิ่นรสผิดปกติสูง