

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารชั้น

สิ่งเหลือทิ้งๆ ที่ใช้ในการทดลองมีความเป็นกรดสูงคือ มีค่า pH อยู่ที่ 4.2 ซึ่งใกล้เคียงกับการทดลองของ สุทธิพงศ์และคณะ (2553) ที่มีข้อมูลว่าสิ่งเหลือทิ้งๆ จะมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4 อาหารชั้นผสมขึ้นโดยมีสัดส่วนของสิ่งเหลือทิ้งๆ เพิ่มขึ้นจะมีค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น (ค่า pH ลดลง) ตามระดับการเสริมที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร เมื่อทำการเสริมโซเดียมไบคาร์บอเนตลงไปด้วยจะพบว่าอาหารชั้นที่ได้มีความเป็นกรดน้อยลงโดยการเสริมที่ระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ (T4, T5 และ T6) พบว่าอาหารชั้นมีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรดเป็นด่างสูงกว่ากลุ่มที่เสริมระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ (T1, T2 และ T3) องค์ประกอบของวัตถุแห้ง (dry matter) ในอาหารแต่ละกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน ขณะที่อินทรีย์วัตถุ (organic matter) มีค่าลดลงเมื่อมีการเพิ่มระดับของสิ่งเหลือทิ้งๆ ในสูตรอาหาร ปริมาณ เถ้า เยื่อใย NDF และ ADF มีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระดับของการเสริมที่เพิ่มขึ้น อาหารกลุ่มที่ผสมโซเดียมไบคาร์บอเนต 1 เปอร์เซ็นต์ มีองค์ประกอบของเถ้าสูงกว่ากลุ่มที่เสริม 0.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งคล้ายกับงานทดลองของ Bodas et al. (2007) ที่รายงานว่าเถ้าของอาหารที่มีโซเดียมไบคาร์บอเนต 2 เปอร์เซ็นต์สูงกว่ากลุ่มที่ไม่เสริมโซเดียมไบคาร์บอเนต องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ผสมขึ้นมีค่าใกล้เคียงกับความต้องการของโคเนื้อที่กำหนดไว้โดย NRC. (1984) คือ โปรตีนมีค่าประมาณ 16 เปอร์เซ็นต์ ของสูตรอาหารชั้น อาหารที่ใช้ในการทดลองในครั้งนี้มีค่าเยื่อใยทั้ง NDF และ ADF ค่อนข้างสูงเนื่องจากสิ่งเหลือทิ้งๆ มีปริมาณเยื่อใย NDF และ ADF สูง สำหรับค่าพลังงานรวมของฟางในการทดลองครั้งนี้มีค่า (ค่า 2.8 Mcal/kg DM) ต่ำกว่าที่รายงานไว้โดย ปรัชญา (2531) สรุปว่าค่าพลังงานรวมของฟางมีค่า 3.47 Mcal/kg DM และเฉลิมชัย (2551) (3.71 Mcal/kg DM) องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ในการทดลองแสดงในตารางที่ 4.1



ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางโภชนาในสูตรอาหารชั้นที่ได้จากการวิเคราะห์

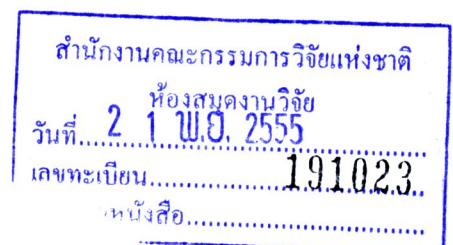
องค์ประกอบทางเคมี (%)	สูตรอาหารที่ใช้ทดลอง						ฟาง	Citric waste
	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	5.9	5.7	5.6	6.1	5.9	5.8	5.8	4.2
วัตถุแห้ง (%)	89.96	90.81	90.69	89.88	90.53	90.3	91.6	33.1
องค์ประกอบทางเคมี	% วัตถุแห้ง.....							
อินทรีย์วัตถุ (%)	89.63	87.8	87.02	90.4	86.7	86.3	91.1	82.7
โปรตีน (%)	16.2	16.1	16.2	16	16.3	16	2.5	4.7
ไขมัน (%)	2.9	2.9	4.4	3.5	4.7	4.4	1.2	1.6
เถ้า (%)	10.37	12.2	12.98	9.6	13.3	13.7	8.8	17.3
เยื่อใย NDF (%)	22.5	29.2	36.6	23.3	26.6	36.6	75	74.2
เยื่อใย ADF (%)	12.5	20.8	23.3	13.3	18.3	23.3	47.5	55
พลังงานรวม (GE), Mcal/kg DM	4	3.6	3.8	4.1	4.2	4.1	2.8	3.9

T1, T2, T3, T4, T5, T6 หมายถึง อาหารชั้นที่มีการเสริมโซเดียมไบคาร์บอเนตร่วมกับสิ่งเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมผลิตกรดซัลฟิวริก (T1-T3 = โซเดียมไบคาร์บอเนต 0.5% กับสิ่งเหลือทิ้ง 10, 20 และ 30%, T4-T6 = โซเดียมไบคาร์บอเนต 1% กับสิ่งเหลือทิ้ง 10, 20 และ 30%)

Citric waste, CW = สิ่งเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมผลิตกรดซัลฟิวริก

4.2 สมรรถนะการเจริญเติบโตของโค

น้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเพิ่ม และอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (Average daily gain: ADG) ของโคเนื้อแต่ละกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยโคเนื้อมีการเจริญเติบโตต่อวันเฉลี่ย 397 กรัม/ตัว/วัน ระดับของสิ่งเหลือทิ้ง กับระดับของโซเดียมไบคาร์บอเนตไม่มีอิทธิพลร่วมกัน (interaction) ผลของอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวของโคตลอดการทดลอง 4 เดือน (กราฟที่ 4.1) พบว่าการการปรับสภาพของสิ่งเหลือทิ้ง ด้วยค่าก่อนนำมาผสมในอาหารไม่มีผลในการเพิ่ม น้ำหนักตัวต่อวันของโค ($P > 0.05$) โดย อัตราการเจริญเติบโตต่อวันที่ได้จากการทดลองมีค่าเท่ากับ 370 กรัม และ 420 กรัม เมื่อเสริมค่าที่ระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์และ 1 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลของระดับสิ่งเหลือทิ้ง ต่ออัตราการเจริญเติบโตต่อวันพบว่ามีค่าเท่ากับ 430 380 และ 370 กรัม เมื่อใช้อาหารที่มีระดับของสิ่งเหลือทิ้ง 10 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อเพิ่มระดับของสิ่งเหลือทิ้ง แล้วโคมีอัตราการเจริญเติบโตลดลง อัตราการเจริญเติบโตที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้มีค่าต่ำกว่าการทดลองของ ประพันธ์ศิลป์ (2551) ที่รายงานว่าโคมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน 800, 900, 600 และ



400 กรัม ที่ระดับของสิ่งเหลือทิ้งฯ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการทดลองของประพันธ์ศิลป์ (2551) ที่มีค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าเนื่องจากโคที่ใช้มีน้ำหนักตัวมากกว่าและยังมีการใช้ฟางหมักยูเรีย ที่มีโปรตีนสูงกว่าในฟางข้าวจึงทำให้สัตว์โตได้ดีกว่า โดยพรพรรณ (2546) รายงานว่า แพะและแกะกินฟางข้าวเป็นอาหารหลักได้น้อยกว่ากินฟางหมักยูเรีย ผลของการทดลองในครั้งนี้พบว่าการกินอาหารของโคมีค่าเฉลี่ย 1.78 กก./ตัว/วัน กินฟางเฉลี่ยเท่ากับ 1.85 กก./ตัว/วัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR) ของโคในแต่ละกลุ่มทดลองไม่ต่างกัน (P>0.05) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.37 เมื่อพิจารณาอิทธิพลจากการเสริมค่าลงในอาหารจะพบว่าค่า FCR เมื่อเทียบระดับการเสริมค่าที่แตกต่างกันมีค่าเท่ากับ 9.57 และ 9.15 ที่ระดับต่าง 0.5 และ 1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนสิ่งเหลือทิ้งฯ นั้นพบว่าค่า FCR มีค่าเท่ากับ 8.7, 9.7 และ 9.6 ที่ระดับสิ่งเหลือทิ้งฯ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.2-4.4) แสดงว่าที่ใช้ในการเสริมควรมีค่าประมาณ 0.5 เปอร์เซ็นต์ และระดับสิ่งเหลือทิ้งฯ นั้นใช้ได้ถึง 30 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.2 ผลของอาหารที่มีสิ่งเหลือทิ้งฯ และค่าต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต ปริมาณการกินได้ และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของโค

ลักษณะที่ศึกษา	NaHCO ₃ 0.5%			NaHCO ₃ 1%			SEM	P-value
	CW10	CW20	CW30	CW10	CW20	CW30		
น้ำหนักเริ่มต้น (กก.)	108	110	103	118	108	101	7.89	0.60
น้ำหนักสุดท้าย (กก.)	154	157	149	177	157	149	11.74	0.54
น้ำหนักที่เพิ่ม (กก.)	46.8	46.2	45.5	59.3	48.5	47.7	6.01	0.62
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (กก.)	0.38	0.38	0.37	0.48	0.39	0.39	0.04	0.62
ปริมาณการกินอาหารชั้นเฉลี่ย ²	1.7	1.8	1.7	1.9	1.8	1.73	0.13	0.53
ปริมาณการกินอาหารหยาบเฉลี่ย ²	1.8	1.9	1.8	2.0	1.9	1.79	0.12	0.66
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	9.2	10	9.5	8.3	9.4	9.8	1.03	0.84

หมายเลข 2 ให้นหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อวัน

NaHCO₃ คือ โซเดียมไบคาร์บอเนต

CW คือ Citric waste 10-30%

ตารางที่ 4.3 ผลของค่าต่าง (โซเดียมไบคาร์บอเนต) ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต ปริมาณการกินได้ และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของโค

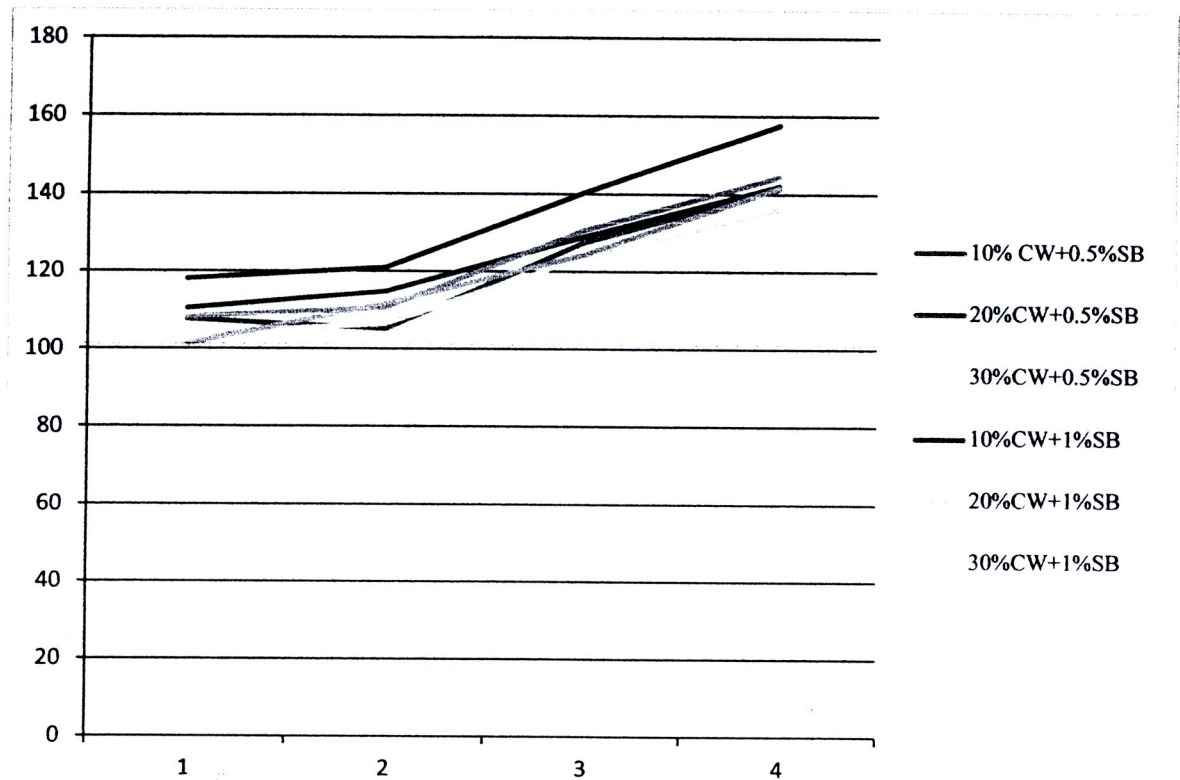
ลักษณะที่ศึกษา	NaHCO ₃ (%)		p-value
	0.5	1	
น้ำหนักเริ่มต้น (กก.)	107	109	0.76
น้ำหนักสุดท้าย (กก.)	153	161	0.43
น้ำหนักที่เพิ่ม (กก.)	46.2	51.8	0.27
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (กก.)	0.37	0.42	0.27
ปริมาณการกินอาหารชิ้นเฉลี่ย (กก./วัน)	1.73	1.81	0.47
ปริมาณการกินอาหารหยาบเฉลี่ย (กก./วัน)	1.8	1.88	0.46
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	9.57	9.15	0.62

NaHCO₃คือ โซเดียมไบคาร์บอเนต

ตารางที่ 4.4 ผลของการใช้สิ่งเหลือทิ้งฯ ร่วมกับค่าต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตปริมาณการกินได้ และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของโค

ลักษณะที่ศึกษา	Citric waste (%)			p-value	Polynomial	
	10	20	30		L	Q
น้ำหนักเริ่มต้น (กก.)	113	109	102	0.43	0.2	0.8
น้ำหนักสุดท้าย (กก.)	166	157	149	0.38	0.17	0.93
น้ำหนักที่เพิ่ม (กก.)	53.1	47.3	46.6	0.51	0.3	0.63
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (กก.)	0.43	0.38	0.37	0.51	0.3	0.6
ปริมาณการกินอาหารชิ้นเฉลี่ย (กก./วัน)	1.79	1.81	1.73	0.8	0.6	0.6
ปริมาณการกินอาหารหยาบเฉลี่ย (กก./วัน)	1.9	1.85	1.77	0.58	0.3	0.9
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	8.72	9.7	9.6	0.57	0.38	0.56

Citric wasteคือ สิ่งเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมผลิตกรดซิตริก



*CW = level of Citric Waste in the diet (10-30%)

SB = level of Sodium Bicarbonate (0.5 and 1%)

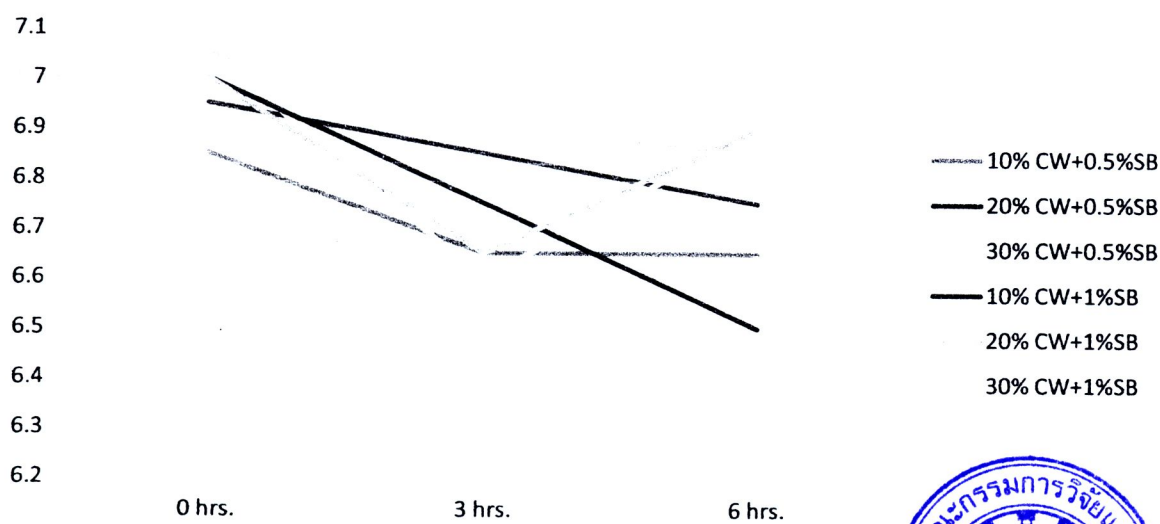
ภาพที่ 4.1 แสดงผลของการใช้ต่างต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของโคเนื้อ

เมื่อพิจารณาการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของโคตั้งแต่เริ่มจนถึงสิ้นสุดการทดลองพบว่าเมื่อโคเริ่มเข้าสู่การทดลองน้ำหนักโดยเฉลี่ยของสัตว์อยู่ที่ 108.11 ± 12 กก. การเจริญเติบโตของโคแต่ละกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน ($P > 0.05$) ระหว่างกลุ่มทดลอง อัตราการเจริญเติบโตในระยะ 2 เดือนแรกของการทดลองเพิ่มขึ้นน้อยมากแต่ช่วงท้ายของการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้น แสดงว่าโคมีสมรรถนะการเจริญเติบโตที่ดีขึ้นหลังจากการทดลองผ่านไปแล้วประมาณ 1 เดือน

4.3 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของของเหลวในกระเพาะหมัก

โดยปกติแล้วค่า pH ในกระเพาะหมักจะอยู่ที่ประมาณ 6.5 – 6.8 เป็นค่าที่กระบวนการหมักภายในดำเนินการไปอย่างสมดุล ผลการทดลองพบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของของเหลวในกระเพาะหมักของโคมีค่าลดลงหลังโคกินอาหารไป 3 ชั่วโมงและมีค่าเพิ่มขึ้นหลังโคกินอาหารไปแล้ว 6 ชั่วโมง แต่มีอาหารบางสูตรที่ไม่เป็นเช่นนั้น (ภาพที่ 4.2) ซึ่ง Kovacic et al. (1986) กล่าวว่า การเพิ่มโซเดียมไบคาร์บอเนตในสูตรอาหารจะทำให้ค่า pH ต่ำที่สุดเมื่อเวลาผ่านไป 6-8 ชั่วโมง หลังจากเวลาดังกล่าวแล้วค่า pH จะเพิ่มขึ้น

สัดส่วนของกรดไขมันที่ระเหยง่าย (volatile fatty acid, VFA) โดยเฉพาะ กรดอะซิติก (C2) จะมีค่ามากขึ้นและจะลดลงเมื่อค่า pH ในกระเพาะหมักลดต่ำลงสวนทางกับการเพิ่มขึ้นของกรดโพรพิโอนิกและกรดแลคติก ซึ่ง ฉลอง (2541) กล่าวว่าเมื่อค่า pH ในกระเพาะหมักต่ำลงการทำงานของ Cellulolytic bacteria จะลดลงแต่การทำงานของ Amylolytic bacteria เพิ่มขึ้น ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของpH จะส่งผลต่อการย่อยได้ของเชื้อใยด้วย อย่างไรก็ตามงานทดลองครั้งนี้ค่า pH ในกระเพาะหมักเมื่อสิ้นสุดการทดลองอยู่ในระดับปกติ (pH ประมาณ 6.7) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระดับของสิ่งเหลือทิ้งๆ ที่เพิ่มขึ้นถึง 30 % ไม่ได้ทำให้ค่า pH แตกต่างกันในอาหารแต่ละสูตร ทั้งนี้เนื่องจากผลของค่าประกอบกับการทดลองนี้ใช้อาหารหยาบคือ ฟางข้าวที่มีลักษณะเป็นเส้นใยยาวและมีความฟามทำให้โคมีการหลั่งน้ำลายเพิ่มมากขึ้น ช่วยปรับสมดุล pH ตามธรรมชาติในกระเพาะหมักของโค (ฉลอง, 2541)



*CW = level of Citric Waste in the diet (10-30%)
SB = level of Sodium Bicarbonate (0.5 and 1%)



ภาพที่ 4.2 ผลของอาหารกลุ่มต่างๆ ที่มีต่อค่า pH ภายในกระเพาะรูเมน

4.4 สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ

การใช้สิ่งเหลือทิ้งฯ ร่วมกับค่างในสูตรอาหารชั้นของโคไม่พบอิทธิพลร่วม (interaction) ระหว่างค่างกับสิ่งเหลือทิ้งฯ ผลต่อสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ อินทรีย์วัตถุ โปรตีน เยื่อใย NDF และเยื่อใย ADF แต่เมื่อพิจารณาแต่ละส่วนก็พบว่าการใช้ค่างเพิ่มขึ้นจาก 0.5 เปอร์เซ็นต์ เป็น 1 เปอร์เซ็นต์ นั้นมีผลทำให้การย่อยได้ของไขมันเพิ่มขึ้นจาก 71.6 เป็น 81.2 เปอร์เซ็นต์ (P<0.01) แต่ไม่มีผลต่อการย่อยได้ของโภชนะอื่น ส่วนการเสริมสิ่งเหลือทิ้งฯ เพิ่มขึ้นจาก 10 เป็น 20 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการย่อยได้เพิ่มขึ้นแต่เมื่อเพิ่มสิ่งเหลือทิ้งฯ มากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์แล้ว สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอาหารจะลดลง การปรับสภาพของสิ่งเหลือทิ้งฯ ด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนตในครั้งนี้พบว่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ (เฉลี่ย 61.8 เปอร์เซ็นต์) และอินทรีย์วัตถุ (เฉลี่ย 64.9 เปอร์เซ็นต์) มีค่าสูงกว่าการทดลอง ในโคพื้นเมืองเพศผู้ของ เวชสิทธิ์และคณะ (2552) และของพิทักษ์ (2553) ซึ่ง Mould and Orskov (1983) สรุปว่าการเสริมบัฟเฟอร์ในสูตรอาหารจะทำให้ค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบเพิ่มขึ้น สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะต่างๆ ในการทดลองครั้งนี้แสดงในตารางที่ 4.5-4.7

ตารางที่ 4.5 ผลของระดับสิ่งเหลือทิ้งฯ และค่างต่อสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในอาหารโค

ลักษณะที่ศึกษา	NaHCO ₃ 0.5%			NaHCO ₃ 1%			SEM	p-value
	CW10	CW20	CW30	CW10	CW20	CW30		
สัมประสิทธิ์การย่อยได้ (%)								
วัตถุดิบ (DM)	61.19	61.18	58.5	64.5	66.6	58.7	2.5	0.6
อินทรีย์วัตถุ (OM)	63.8	64.6	62.4	67.4	68.8	62.4	2.6	0.7
โปรตีน (CP)	68.1	68.8	71.4	67.5	68.1	67.8	2.6	0.8
ไขมัน (EE)	70.3	72.6	71.8	78.9	84.3	80.3	3.9	0.9
เยื่อใย NDF	51.3	48.7	48.6	54.1	57.6	51.9	4.2	0.7
เยื่อใย ADF	45.9	46.3	40.8	47.2	55.2	41.8	2.9	0.4

หมายเลข 1 คือ ระดับของสิ่งเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมผลิตกรดซิตริก (เปอร์เซ็นต์)

NaHCO₃ คือ โซเดียมไบคาร์บอเนต

CW คือ Citric waste 10-30%

ตารางที่ 4.6 ผลของค่าต่อสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในอาหารโค

ลักษณะที่ศึกษา	NaHCO ₃ (%)		p-value
	0.5	1	
สัมประสิทธิ์การย่อยได้ (%)			
วัตถุดิบแห้ง (DM)	60.3	63.3	0.16
อินทรีย์วัตถุ (OM)	63.6	66.2	0.25
โปรตีน (CP)	69.4	67.8	0.5
ไขมัน (EE)	71.6 ^b	81.2 ^a	<0.01
เยื่อใย NDF	49.5	54.5	0.16
เยื่อใย ADF	44.4	48.1	0.15

NaHCO₃ คือ โซเดียมไบคาร์บอเนต

^{abc} อักษรในแถวเดียวกันที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.7 ผลของสิ่งเหลือทิ้งฯ ต่อสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในอาหารโค

ลักษณะที่ศึกษา	Citric waste (%)			p-value	Polynomial	
	10	20	30		L	Q
สัมประสิทธิ์การย่อยได้ (%)						
วัตถุดิบแห้ง (DM)	62.8	63.9	58.6	0.12	0.1	0.2
อินทรีย์วัตถุ (OM)	65.6	66.7	62.4	0.26	0.3	0.3
โปรตีน (CP)	67.8	68.4	69.6	0.8	0.5	0.9
ไขมัน (EE)	74.6	78.5	76	0.61	0.7	0.4
เยื่อใย NDF	52.6	53.1	50.24	0.76	0.6	0.7
เยื่อใย ADF	46.6 ^{ab}	50.7 ^a	41.3 ^b	0.03	0.1	0.02

Citric waste คือ สิ่งเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมผลิตกรดซิตริก

^{abc} อักษรในแถวเดียวกันที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การทดลองครั้งนี้พบว่าผลของโซเดียมไบคาร์บอเนตเองไม่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามรายงานของ วิสวะและคณะ (2553) พบว่าการเสริมโซเดียมไบคาร์บอเนต 1.5 และ 3 เปอร์เซ็นต์ นั้นสามารถเพิ่มการย่อยได้ของวัตถุดิบจาก 40 เป็น 44.1 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.05$) ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนที่ได้ในการทดลองครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับงานทดลองของเวชสิทธิ์และคณะ (2552) พัททภัย (2553) และประพันธ์ศิลป์ (2551) คือมีค่าอยู่ที่ 68-72 เปอร์เซ็นต์ แต่น้อยกว่าผลการทดลองในกระบือของ สุทธิพงศ์และคณะ (2552) ที่พบว่าการย่อยได้ของโปรตีนหยาบ (CP) ในกระบือที่ปล่อยในแปลงหญ้า มีค่าเฉลี่ยประมาณ 76 เปอร์เซ็นต์ ในกระบือที่ถูกขังคอกมีค่าประมาณ 68.4 เปอร์เซ็นต์

การย่อยได้ของเยื่อใยทั้ง NDF และ ADF ที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้มีค่าต่ำกว่าการทดลองอื่นๆ โดยจากการทดลองของ พัททภัย (2553) พบว่าการย่อยได้ของเยื่อใย ADF ลดลงหากสัดส่วนของสิ่งเหลือทิ้งๆ เพิ่มขึ้น สอดคล้องผลการทดลองของ ประพันธ์ศิลป์ (2551) ที่พบว่าการย่อยได้ของเยื่อใย ADF ของสิ่งเหลือทิ้งๆ จะลดลงแบบเส้นตรง (linear) หากอาหารมีปริมาณของสิ่งเหลือทิ้งๆ เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับผลการทดลองในกระบือที่ขังคอกของ สุทธิพงศ์และคณะ (2552) ที่สรุปว่าการเพิ่มสิ่งเหลือทิ้งๆ ในอาหารกระบือทำให้การย่อยได้ของเยื่อใย ADF ลดลง อย่างไรก็ตามในสภาวะการเลี้ยงแบบปล่อยแปลงนั้นการย่อยได้ของเยื่อใย ADF จะเพิ่มขึ้น หากสัดส่วนของสิ่งเหลือทิ้งๆ มีค่าเพิ่มขึ้น ทั้งนี้จะเกิดจากการปล่อยแปลงนั้นสัตว์กินหญ้าตามธรรมชาติที่มีคุณภาพมากกว่าฟางข้าวจุลินทรีย์จึงสามารถย่อยได้ดีกว่านอกจากนี้การที่สัตว์เคลื่อนที่ไปแปลงหญ้าอาจช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบิบริดตัวของระบบย่อยอาหารการย่อยจึงดีกว่าการเลี้ยงแบบขังคอกที่มีฟางข้าวเป็นอาหารหลัก สำหรับการทดลองครั้งนี้อิทธิพลจากสิ่งเหลือทิ้งๆ มีผลให้การย่อยได้ของเยื่อใย ADF เพิ่มขึ้นเมื่อระดับของสิ่งเหลือทิ้งๆ เพิ่มขึ้นถึง 20 เปอร์เซ็นต์ แล้วก็จะค่อยลดลงจนถึงที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.05$) สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใยทั้งสองประเภทจากอาหารที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกัน ($P>0.05$)

4.5 ผลของสิ่งเหลือทิ้งๆ และการป้อนด้วยต่างต่อคุณภาพซากและ คุณภาพเนื้อ

4.5.1 คุณภาพซาก การใช้สิ่งเหลือทิ้งๆ ระดับต่างๆ กันและการปรับสภาพด้วยต่าง 2 ระดับนั้นไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ซากอ่อน เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง ปริมาณเนื้อสันใน และปริมาณเนื้อสันนอก ($P>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 37.7, 36, 2 และ 8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยค่าที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้มีค่าน้อยกว่าผลการทดลองของ ประพันธ์ศิลป์ (2551) ในโคลูกผสมพันธุ์พื้นเมือง x บราห์มัน ที่มีเปอร์เซ็นต์ซากอ่อน เนื้อแดง เนื้อสันใน และเนื้อสันนอกเท่ากับ 52, 50, 2.7 และ 16 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องจากโคมีขนาดใหญ่กว่า ทำให้ความสามารถในการใช้อาหารสูงกว่า นอกจากนี้ ประพันธ์ศิลป์ (2551) ใช้ฟางข้าวป้อนด้วยยูเรียทำให้มีการย่อยได้สูงกว่า องค์ประกอบต่างๆ ของซากจึงมีค่าสูงกว่า



พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันของโคที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้เฉลี่ย 44 ตารางเซนติเมตร โดยการใช้สิ่งเหลือทิ้งๆ ระดับต่างๆ กันและการปรับสภาพด้วยค่างไม่มีผลต่อขนาดของพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน อย่างไรก็ตาม Zinn and Borques (1993) ศึกษาผลของโซเดียมไบคาร์บอเนตร่วมกับโมเนนซินในอาหารชั้นในโคลูกผสมบราห์มันx แองกัสเพศผู้ตอน และในโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียนเพศผู้ตอน พบว่าการใช้โซเดียมไบคาร์บอเนตที่ระดับ 0 และ 0.75 เปอร์เซ็นต์ โคจะมีพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ลดลง 4.2 เปอร์เซ็นต์ เมื่อมีการเสริมโซเดียมไบคาร์บอเนตในโคลูกผสมบราห์มัน แต่จะมีขนาดเพิ่มขึ้น 2.3 เปอร์เซ็นต์ ในโคโฮลสไตน์ฟรีเซียน แต่อย่างไรก็ตาม Tripathy et al. (2004) สรุปว่า ระดับของโซเดียมไบคาร์บอเนตที่มีมากเกินไปอาจนำไปสู่ทำให้เกิดสภาวะ respiratory alkalosis ลดการดูดซึมของกรดไขมันที่ระเหยง่าย (VFA) เพิ่มการไหลออกของอาหารจากรูเมน และส่งผลกระทบต่อการทำงานของตับและไตได้ ในที่สุด เปอร์เซ็นต์ซากที่ได้จากการทดลองครั้งนี้มีค่าต่ำอาจเกิดเนื่องมาจากสาเหตุทางด้านสมรรถนะการเจริญเติบโตที่มีผลกระทบจากอาหารขาดหลักค่างที่ได้อธิบายไว้ก่อนหน้านี้

ตารางที่ 4.8 ผลของอาหารที่มีสิ่งเหลือทิ้งๆ และต่างต้องประกอบซากของโค

ลักษณะที่ศึกษา	NaHCO ₃ 0.5%			NaHCO ₃ 1%			SEM	P-value
	CW10	CW20	CW30	CW10	CW20	CW30		
น้ำหนักก่อนฆ่า (กก.)	154.8	175	155.3	158.6	149.3	151.3	11.08	0.4
เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน (%) ¹	38.5	40.5	33.6	37.1	38.2	38.4	1.85	0.2
พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (cm ²)	46.2	41.4	43.5	43.9	50.6	38.2	1.43	0.1
เนื้อแดง (%) ²	37.1	39.6	28.7	40.6	35.1	35.4	4.26	0.4
เนื้อสันใน (%) ²	1.9	1.9	1.9	2.2	2.1	2.1	0.15	0.9
เนื้อสันนอก (%) ²	7.3	8.9	7.7	8.8	8.1	7.2	0.81	0.4
เนื้อพันท้อง (%) ²	6.0	5.8	5.8	5.4	8.2	7.1	1.1	0.4
กระดูก (%) ²	13.8	12.5	13.3	12.0	13.8	14.4	1.47	0.1
หัว+ลิ้น (%) ¹	6.1	6.9	6.2	6.6	6.5	5.2	0.27	0.06
หนัง (%) ¹	16.9	16.9	15.8	20.3	19.8	17.3	1.61	0.8

หมายเลข 1 เท่ากับ เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมีชีวิต, หมายเลข 2 เท่ากับ เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก

NaHCO₃ คือ โซเดียมไบคาร์บอเนต

CW คือ Citric waste 10-30%

ตารางที่ 4.9 ผลของค่าต้องค้ประกอบซาก

ลักษณะที่ศึกษา	NaHCO ₃ (%)		p-value
	0.5	1	
น้ำหนักก่อนฆ่า (กก.)	161.7	153.1	0.4
เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน (%) ¹	37.5	37.9	0.8
พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (cm ²)	43.7	44.2	0.9
เนื้อแดง (%) ²	35.1	37	0.6
เนื้อสันใน (%) ²	1.89	2.2	0.06
เนื้อสันนอก (%) ²	7.9	8.1	0.9
เนื้อพันท้อง (%) ²	5.8	6.9	0.2
กระดูก (%) ²	13.2	13.4	0.8
หัว+ลิ้น (%) ¹	6.4	6.1	0.2
หนัง (%) ¹	19.1	16.6	0.07

หมายเลข 1 เท่ากับ เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมีชีวิต, หมายเลข 2 เท่ากับ เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก

ตารางที่ 4.10 ผลของสิ่งเหลือทิ้งๆ ต้องค้ประกอบซาก

ลักษณะที่ศึกษา	Citric waste (%)			p-value	Polynomial	
	10	20	30		L	Q
น้ำหนักก่อนฆ่า (กก.)	156.7	162.1	153.3	0.7	0.76	0.47
เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน (%) ¹	37.8	39.3	36	0.2	0.35	0.15
พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (cm ²)	45	46	40.8	0.3	0.25	0.33
เนื้อแดง (%) ²	38.9	37.3	32.1	0.3	0.13	0.62
เนื้อสันใน (%) ²	2.02	2.04	2.01	1.0	0.93	0.86
เนื้อสันนอก (%) ²	8.06	8.49	7.44	0.5	0.45	0.31
เนื้อพันท้อง (%) ²	5.6	6.9	6.4	0.5	0.48	0.36
โครงกระดูก (%) ²	12.9	13.2	13.9	0.5	0.26	0.76
หัว+ลิ้น (%) ¹	6.3 ^a	6.7 ^a	5.7 ^b	<0.01	0.04	0.01
หนัง (%) ¹	18.6	18.3	16.5	0.4	0.22	0.6

^{abc} อักษรในแถวเดียวกันที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, หมายเลข 1 เท่ากับ เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมีชีวิต, หมายเลข 2 เท่ากับ เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก

4.5.2 อวัยวะภายใน

การใช้สิ่งเหลือทิ้งๆ และการปรุงแต่งด้วยด่างไม่มีผลต่ออวัยวะภายใน (ตารางที่ 4.11-4.13) แต่อย่างไรก็ตาม ประพันธ์ศิริกุล (2551) พบว่าโคที่ใช้สิ่งเหลือทิ้งๆ ในสูตรอาหารชั้นมีขนาดของตับเพิ่มขึ้นและเปอร์เซ็นต์ของตับมีค่าสูงที่สุดเมื่อมีส่วนส่วนของสิ่งเหลือทิ้งๆ ในอาหารเท่ากับ 20 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.11 ผลของอาหารที่มีสิ่งเหลือทิ้งๆ และด่างในระดับต่างๆ กันต่ออวัยวะภายใน

ลักษณะที่ศึกษา	NaHCO ₃ 0.5%			NaHCO ₃ 1%			SEM	P-value
	CW10	CW20	CW30	CW10	CW20	CW30		
ปอด+ชั่วปอด (%)	1.4	1.4	1.5	1.5	1.4	1.4	0.03	0.6
หัวใจ (%)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.02	0.4
ตับ (%)	1.5	1.6	1.5	1.5	1.4	1.5	0.09	0.7
ไต (%)	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.02	0.1
ลำไส้ (%)	3.0	2.8	2.7	2.8	2.4	2.8	0.3	0.8
Rumen (%)	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0.2	0.6
Reticulum (%)	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.01	0.6
Omasun (%)	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.7	0.05	0.9
Abomasum (%)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.05	0.5
ม้าม (%)	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.04	0.2

NaHCO₃ คือ โซเดียมไบคาร์บอเนต
CW คือ Citric waste 10-30%
*(%) เปอร์เซ็นต์อวัยวะภายในคิดเป็น เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมีชีวิต

ตารางที่ 4.12 ผลของต่างต่ออวัยวะภายใน

ลักษณะที่ศึกษา	NaHCO ₃ (%)		p-value
	0.5	1	
ปอด+ข้าวปอด (%)	1.41	1.42	0.9
หัวใจ (%)	0.3	0.3	0.9
ตับ (%)	1.51	1.47	0.5
ไต (%)	0.26	0.21	0.1
ลำไส้ (%)	2.8	2.7	0.6
Rumen (%)	1.43	1.52	0.1
Reticulum (%)	0.26	0.25	0.3
Omasum (%)	0.67	0.65	0.8
Abomasum (%)	0.35	0.37	0.7
ม้าม (%)	0.42	0.45	0.4

NaHCO₃คือ โซเดียมไบคาร์บอเนต, *(%) เปอร์เซ็นต์อวัยวะภายในคิดเป็น เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมีชีวิ

ตารางที่ 4.13 ผลของสิ่งเหลือทิ้งๆ ต่ออวัยวะภายใน

ลักษณะที่ศึกษา	Citric waste (%)			p-value	Polynomial	
	10	20	30		L	Q
ปอด+ข้าวปอด (%)	1.4	1.4	1.4	0.9	0.8	0.6
หัวใจ (%)	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.3
ตับ (%)	1.5	1.5	1.5	0.9	0.7	0.9
ไต (%)	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2
ลำไส้ (%)	2.9	2.6	2.7	0.6	0.6	0.4
Rumen (%)	1.4	1.5	1.5	0.6	0.5	0.5
Reticulum (%)	0.3	0.3	0.3	0.7	0.4	0.8
Omasum (%)	0.7	0.6	0.7	0.7	0.4	0.6
Abomasum (%)	0.4	0.3	0.4	0.6	0.4	0.5
ม้าม (%)	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3

Citric wasteคือ สิ่งเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมผลิตกรดซิตริก, *(%) เปอร์เซ็นต์อวัยวะภายในคิดเป็น เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมีชีวิ

4.5.3 คุณภาพเนื้อ

สิ่งเหลือทิ้งๆ และการปรุงแต่งสิ่งเหลือทิ้งๆ ด้วยค่าไม่มีผลต่อคุณภาพเนื้อ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของเนื้อสะโพก (*Semi membranous, SM*) ที่ 1 ชม. และ 24 ชม. หลังฆ่าเท่ากับ 6.7 และ 5.7 ตามลำดับ ส่วนเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi, LD*) ที่ 1 และ 24 ชั่วโมง หลังฆ่าเท่ากับ 6.75 และ 5.8 ตามลำดับ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของ pH_i และ pH_u นั้นอยู่ในช่วง 6.8 และ 5.5 ซึ่งถือได้ว่าเป็นระดับปกติ

อิทธิพลร่วมระหว่างสิ่งเหลือทิ้งๆ กับค่ามีผลต่อค่าความสว่าง (Lightness, L^*) และค่าความเหลือง (Yellowness, b^*) ที่ 1 ชั่วโมง ของเนื้อสะโพก ($P < 0.05$) คือ การใช้ค่าที่ระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสิ่งเหลือทิ้งๆ ที่ระดับต่างๆ (10-30 เปอร์เซ็นต์) นั้นพบว่า เมื่อเพิ่มระดับของสิ่งเหลือทิ้งๆ สูงขึ้น ค่าความสว่างและค่าความเหลืองจะลดลง ในขณะที่การใช้ค่า 1% ร่วมกับสิ่งเหลือทิ้งๆ ที่ระดับต่างๆ นั้นค่าความสว่างและค่าความเหลืองเพิ่มขึ้นทั้งนี้อาจเนื่องจากการใช้ค่าเพิ่มขึ้นจะทำให้สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไขมันสูงขึ้น (จาก 71.6 เป็น 81.2 เปอร์เซ็นต์) เมื่อปริมาณไขมันในเนื้อที่มีเนวโน้มเพิ่มขึ้น (2.9-3.8 เปอร์เซ็นต์) ทำให้ค่าความสว่างและความเหลืองของเนื้อเพิ่มขึ้น Bodas et al. (2007) ทดลองใช้ค่าร่วมกับ Sugar beet pulp (SBP) พบว่าค่าที่ใช้มีผลต่อไขมันภายในเส้นใยกล้ามเนื้อโดยทำให้มีปริมาณมากขึ้นสัดส่วนของโปรตีนในเนื้อลดลงปริมาณของ Myoglobin ในเนื้อลดลงด้วยทำให้ค่าความเหลืองของเนื้อเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการปรุงแต่งสิ่งเหลือทิ้งๆ ด้วยค่าไม่มีผลต่อค่าความแดง (Redness, a^*) ที่ 1 และ 24 ชั่วโมง และค่าความสว่างและค่าความเหลืองที่ 24 ชั่วโมง ($P > 0.05$) แต่อย่างใด

อิทธิพลร่วมของค่ากับสิ่งเหลือทิ้งๆ ไม่มีผลต่อสีของเนื้อสันนอกที่ 1 และ 24 ชั่วโมง ($P > 0.05$) แต่พบว่า การเสริมค่าในระดับที่สูงขึ้น (1 เปอร์เซ็นต์, 14.07) มีผลทำให้เนื้อมีค่าความแดงมากกว่าการเสริมในระดับต่ำ (0.5 เปอร์เซ็นต์, 10.96) ต่างจากการทดลองของ Bodas et al. (2007) ที่พบว่าค่ามีผลต่อค่าความเหลืองของเนื้อเท่านั้น

การใช้สิ่งเหลือทิ้งๆ และค่าไม่มีผล ($P > 0.05$) ต่อการสูญเสียน้ำของเนื้อ (Drip loss) โดยมีค่าเฉลี่ยของการสูญเสียน้ำประมาณ 11 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับการทดลองอื่นๆ ที่มีการใช้สิ่งเหลือทิ้งๆ ในสูตรอาหารแล้วพบว่าค่าการสูญเสียน้ำในครั้งนี้สูงกว่าการทดลองอื่นๆ เช่นในการทดลองของประพันธ์ศิลป์ (2551) และพิทักษ์ (2553) มีค่าการสูญเสียน้ำเฉลี่ย 7.4 และ 7.2 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ผลการทดลองครั้งนี้ไม่สอดคล้องกับการสรุปของ Sen et al. (2006) ที่ว่าระดับของโซเดียมไบคาร์บอเนตที่เพิ่มขึ้นจาก 0.75-2.25 เปอร์เซ็นต์จะทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) เพิ่มขึ้นได้

ผลของการใช้สิ่งเหลือทิ้งฯ และค่าแรง ไม่มีผลต่อค่าแรงตัดผ่านของเนื้อโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.1 kg/cm² ค่าที่ได้มีค่าที่ใกล้เคียงกับการทดลองอื่นๆ เช่นของ ประพันธ์ศิลป์ (2551) และพิทักษ์ (2553) รายงานไว้ที่ ประมาณ 4.5 kg/cm² ผลของอาหารที่มีสิ่งเหลือทิ้งฯ ที่ถูกปรุงแต่งด้วยค่าแรงต่อคุณภาพเนื้อสะโพก แสดงใน ตารางที่ 4.14-4.16 และส่วนของเนื้อสัน แสดงในตารางที่ 4.17-4.19

ตารางที่ 4.14 ผลของอาหารที่มีสิ่งเหลือทิ้งฯ และค่าแรงต่อค่าความเป็น กรด-ด่าง สีของเนื้อ ค่าการสูญเสียน้ำ และ ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ บริเวณเนื้อสะโพก (*Semi membranous*, SM)

ลักษณะที่ศึกษา	NaHCO ₃ 0.5%			NaHCO ₃ 1%			SEM	P-value
	CW10	CW20	CW30	CW10	CW20	CW30		
pH _i	6.6	6.6	6.6	6.8	6.7	6.8	0.09	0.94
pH _u	5.9	5.6	5.7	5.7	5.8	5.8	0.1	0.23
1 ชั่วโมงหลังฆ่า								
L* (lightness)	38.9 ^a	37.2 ^{ab}	36.2 ^b	36.0 ^b	36.9 ^{ab}	38.8 ^{ab}	0.93	0.04
a* (redness)	10.7	10.5	11.9	12.5	11.3	10.7	0.83	0.21
b* (yellowness)	9 ^a	8 ^{abc}	7.7 ^c	7.96 ^{bc}	8.04 ^{abc}	8.85 ^{ab}	0.32	0.02
24 ชั่วโมงหลังฆ่า								
L* (lightness)	36.6	35.0	37.1	32.6	33.6	35.1	3.25	0.91
a* (redness)	9.6	9.3	11.0	9.9	8.9	9.5	0.87	0.59
b* (yellowness)	7.2	6.7	8.0	6.4	7.2	8.3	1.23	0.87
Drip loss (%)	14.3	9.3	11.4	10.4	10.4	8.4	2.93	0.67
Shear force kg/cm ²	4.1	4.1	4.2	4.1	4.1	4.2	0.05	0.90

^{abc}อักษรในแถวเดียวกันที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.15 ผลของค่าที่มีต่อค่าความเป็น กรด-ด่าง สีของเนื้อ ค่าการสูญเสีย น้ำ และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ บริเวณเนื้อสะโพก (*Semi membranous*, SM)

ลักษณะที่ศึกษา	NaHCO3 (%)		p-value
	0.5	1	
pH _i	6.6	6.8	0.1
pH _e	5.7	5.8	0.6
1 ชั่วโมงหลังฆ่า			
L* (lightness)	37.4	37.6	0.8
a* (redness)	11.0	11.5	0.5
b* (yellowness)	8.3	8.3	0.9
24 ชั่วโมงหลังฆ่า			
L* (lightness)	36.2	33.7	0.4
a* (redness)	9.9	9.4	0.5
b* (yellowness)	7.3	7.3	1.0
Drip loss	11.7	9.7	0.4
Shear force kg/cm ²	4.1	4.1	0.8

NaHCO₃ คือ โซเดียมไบคาร์บอเนต



ตารางที่ 4.16 ผลของสิ่งเหลือทิ้งๆ ที่มีต่อค่าความเป็น กรด-ด่าง, สีของเนื้อ, ค่าการสูญเสีย น้ำ และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ บริเวณเนื้อสะโพก (*Semi membranous*, SM)

ลักษณะที่ศึกษา	Citric waste (%)			p-value	Polynomial	
	10	20	30		L	Q
pH _i	6.7	6.7	6.7	0.98	0.86	0.92
pH _u	5.8	5.7	5.7	0.82	0.65	0.67
1 ชั่วโมงหลังฆ่า						
L* (lightness)	37.5	37.02	37.5	0.84	0.93	0.57
a* (redness)	11.6	10.9	11.3	0.75	0.76	0.48
b* (yellowness)	8.5	8.04	8.3	0.42	0.53	0.25
24 ชั่วโมงหลังฆ่า						
L* (lightness)	34.6	34.3	36.1	0.84	0.65	0.71
a* (redness)	9.7	9.1	10.2	0.44	0.57	0.25
b* (yellowness)	6.7	6.9	8.1	0.5	0.28	0.63
Drip loss	12.3	9.9	9.9	0.63	0.41	0.63
Shear force kg/cm ²	4.1	4.1	4.2	0.44	0.36	0.37

ตารางที่ 4.17 ผลของอาหารที่มีสิ่งเหลือทิ้งฯ และต่างในระดับต่างๆ กันต่อค่าความเป็น กรด-ด่าง สีของเนื้อ ค่าการสูญเสีย น้ำ และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ บริเวณเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*, LD)

ลักษณะที่ศึกษา	NaHCO ₃ 0.5%			NaHCO ₃ 1%			SEM	P-value
	CW10	CW20	CW30	CW10	CW20	CW30		
pH _i	6.7	6.5	6.7	6.7	6.7	6.8	0.1	0.83
pH _u	5.8	5.7	5.9	5.8	6	5.8	0.13	0.21
1 ชั่วโมงหลังฆ่า								
L* (lightness)	40.3	36.8	39.1	35.7	37.1	37.8	1.5	0.28
a* (redness)	9.9	10.9	12.0	16.2	11.9	14.2	1.72	0.32
b* (yellowness)	7.6	7.4	8.2	8.3	7.8	8.4	0.65	0.92
24 ชั่วโมงหลังฆ่า								
L* (lightness)	37.5	38.6	40.6	37.2	35.3	36.7	2.84	0.80
a* (redness)	10.2	8.5	11.9	9.0	10.1	8.5	1.37	0.22
b* (yellowness)	8.6	6.7	9.7	6.8	7.3	8.4	0.86	0.36
Drip loss	13.2	10.1	11.0	9.5	10.5	8.5	2.6	0.75
Shear force kg/cm ²	3.8	3.9	4.0	4.0	3.8	3.9	0.09	0.24

ตารางที่ 4.18 ผลของค่าที่มีต่อค่าความเป็น กรด-ด่าง สีของเนื้อ ค่าการสูญเสีย น้ำ และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ บริเวณเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*, LD)

ลักษณะที่ศึกษา	NaHCO ₃ (%)		p-value
	0.5	1	
pH _i	6.6	6.7	0.47
pH _u	5.8	5.9	0.49
1 ชั่วโมงหลังฆ่า			
L* (lightness)	38.7	36.8	0.15
a* (redness)	10.9 ^b	14.1 ^a	0.04
b* (yellowness)	7.77	8.16	0.47
24 ชั่วโมงหลังฆ่า			
L* (lightness)	38.8	36.4	0.3
a* (redness)	10.2	9.2	0.38
b* (yellowness)	8.3	7.5	0.26
Drip loss	11.4	9.5	0.39
Shear force kg/cm ²	3.9	3.9	0.68



^{abc} อักษรในแถวเดียวกันที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.19 ผลของสิ่งเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมผลิตกรดซิตริกที่มีต่อค่าความเป็น กรด-ด่าง, สีของเนื้อ, ค่าการสูญเสีย น้ำ และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ บริเวณเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*, LD)

ลักษณะที่ศึกษา	Citric waste (%)			p-value	Polynomial	
	10	20	30		L	Q
pH _i	6.7	6.6	6.7	0.47	0.76	0.24
pH _f	5.8	5.9	5.9	0.8	0.62	0.67
1 ชั่วโมงหลังฆ่า						
L* (lightness)	37.9	36.9	38.4	0.6	0.75	0.35
a* (redness)	13.1	11.8	13.1	0.5	0.98	0.27
b* (yellowness)	7.96	7.6	8.3	0.55	0.58	0.36
24 ชั่วโมงหลังฆ่า						
L* (lightness)	37.4	36.9	38.6	0.82	0.66	0.67
a* (redness)	9.6	9.3	10.21	0.79	0.65	0.63
b* (yellowness)	7.7	6.9	9.0	0.09	0.15	0.08
Drip loss	11.3	10.3	9.8	0.83	0.56	0.9
Shear force kg/cm ²	3.9	3.8	4	0.43	0.51	0.26

abc อักษรในแถวเดียวกันที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.6 ผลของการใช้สิ่งเหลือทิ้งฯ และค่าในระดับต่างๆ กันต่อองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อสะโพกและเนื้อสันนอก

การใช้สิ่งเหลือทิ้งฯ และการปรุงแต่งด้วยค่า่างไม่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีโดยทั่วไปของเนื้อ (P>0.05) ทั้งเนื้อสะโพกและเนื้อสันนอกโดยค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบทางเคมีของ เนื้อสะโพก มีค่าความชื้น วัตถุแห้งเท่ากับ 76 และ24 เปอร์เซนต์ ปริมาณโปรตีน ไขมัน และเถ้า มีค่าเท่ากับ 72.2, 4.3 และ 4.9 %DM ตามลำดับ ส่วนองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อสันนอก ได้แก่ ความชื้นและวัตถุแห้ง มีค่าเท่ากับ 76 และ 24 เปอร์เซนต์ ส่วนปริมาณโปรตีน ไขมัน และเถ้า มีค่าเท่ากับ 72.5, 3.3 และ 4.9 %DM ตามลำดับ แม้ว่าการใช้ค่า่างไม่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อทั้งสองชนิด (P>0.05) แต่พบว่าการใช้สิ่งเหลือทิ้งฯ เพิ่มในสูตรอาหารทำให้

ปริมาณเถ้าในเนื้อมิก้าสูงสุดที่ระดับการเสริม 20 เปอร์เซนต์ (5.7 %DM) องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อทั้งสองชนิดแสดงในตารางที่ 4.20-4.25

ตารางที่ 4.20 ผลของอาหารที่มีสิ่งเหลือทิ้ง และค่าต่อองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อสะโพก (Semi membranous, SM)

องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ	NaHCO ₃ 0.5%			NaHCO ₃ 1%			SEM	P-value
	CW10	CW20	CW30	CW10	CW20	CW30		
ความชื้น (%)	76.9	76	76.14	75.4	76.3	76.8	0.55	0.2
วัตถุแห้ง, DM (%)	23.1	24	23.9	23.8	23.7	23.2	0.57	0.3
โปรตีน (%DM)	71.8	69.9	74.7	71.5	72.8	74.2	1.43	0.4
ไขมัน (%DM)	3.0	2.8	2.7	4.3	4.2	2.8	0.69	0.6
เถ้า (%DM)	4.5	4.7	5.1	5.2	5.2	5.1	0.41	0.6

ตารางที่ 4.21 ผลของค่าที่มีต่อองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อสะโพก (Semi membranous, SM)

องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ	NaHCO ₃ (%)		p-value
	0.5	1	
ความชื้น (%)	76.3	76.2	0.7
วัตถุแห้ง, DM (%)	23.8	23.6	0.7
โปรตีน (%DM)	72.18	72.85	0.6
ไขมัน (%DM)	2.9	3.8	0.1
เถ้า (%DM)	4.74	5.2	0.2



ตารางที่ 4.22 ผลของสิ่งเหลือทิ้งที่มีต่อองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อสะโพก (Semi membranous, SM)

องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ	Citric waste (%)			p-value	Polynomial	
	10	20	30		L	Q
ความชื้น (%)	76.2	76.1	76.5	0.8	0.56	0.68
วัตถุแห้ง, DM (%)	23.5	23.9	23.7	0.8	0.73	0.57
โปรตีน (%DM)	71.7	71.4	74.5	0.1	0.07	0.19
ไขมัน (%DM)	3.7	3.5	2.7	0.4	0.2	0.66
เถ้า (%DM)	4.8	4.9	5.1	0.8	0.5	0.9

ตารางที่ 4.23 ผลของอาหารที่มีสิ่งเหลือทิ้งๆ และต่างในระดับต่างๆ กันต่อองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*, LD)

องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ	NaHCO ₃ 0.5%			NaHCO ₃ 1%			SEM	P-value
	CW10	CW20	CW30	CW10	CW20	CW30		
ความชื้น (%)	75.8	75.5	76.7	74.5	77.2	76.7	0.9	0.3
วัตถุแห้ง, DM (%)	24.2	24.5	23.3	25.5	22.8	23.3	0.9	0.3
โปรตีน (%DM)	72.6	70.7	74.5	72.8	70.7	72	1.95	0.7
ไขมัน (%DM)	4.7	4.3	3.8	3.5	4.4	5.1	0.98	0.4
เถ้า (%DM)	4.8	5.5	4.1	4.4	5.9	4.8	0.32	0.3

ตารางที่ 4.24 ผลของค่าที่มีต่อองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*, LD)

องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ	NaHCO ₃ (%)		p-value
	0.5	1	
ความชื้น (%)	75.98	76.12	0.9
วัตถุแห้ง, DM (%)	24.01	23.87	0.9
โปรตีน (%DM)	72.63	71.87	0.6
ไขมัน (%DM)	4.3	4.3	0.9
เถ้า (%DM)	4.81	5.03	0.4

ตารางที่ 4.25 ผลของสิ่งเหลือทิ้งฯ ที่มีต่อองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*, LD)

องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ	Citric waste (%)			p-value	Polynomial	
	10	20	30		L	Q
ความชื้น (%)	75.12	76.36	75.12	0.2	0.1	0.6
วัตถุแห้ง, DM (%)	24.87	23.62	23.32	0.2	0.1	0.6
โปรตีน (%DM)	73.27	72.73	70.74	0.4	0.78	0.21
ไขมัน (%DM)	4.4	4.4	4.1	0.9	0.7	0.9
เถ้า (%DM)	4.64 ^b	5.67 ^a	4.46 ^b	<0.01	0.59	<0.01

^{abc} อักษรในแถวเดียวกันที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ