สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ระดับการประเมินคุณภาพ

☐ ดีเยี่ยม ☑ ดีมาก

☐ ดี ☐ ปานกลาง

ผลของวิธีการฆ่าและระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่อคุณภาพและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโค

ณันญรัตน์ คุ้มครอง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์
สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2552

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์

ชื่อเรื่อง

ผลของวิธีการฆ่าและระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่อคุณภาพและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโค

โดย

ณันญรัตน์ คุ้มครอง

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมปอง สรวมศิริ)
วันที่ 18 เดือน พ.ค. พ.ศ. 52

กรรมการที่ปรึกษา .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.สกล ไข่คำ)
วันที่ 18 เดือน มิ.ย. พ.ศ. 52

กรรมการที่ปรึกษา .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อุมาพร อุประ)
วันที่ 18 เดือน พ.ค. พ.ศ. 52

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมปอง สรวมศิริ)
วันที่ 19 เดือน พ.ค. พ.ศ. 52

สำนักงานบัณฑิตศึกษารับรองแล้ว .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.เทพ พงษ์พานิช)
ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา
วันที่ 19 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2552

ชื่อเรื่อง	ผลของวิธีการฆ่าและระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่อคุณภาพและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโค
ชื่อผู้เขียน	นางสาวฉันญรัตน์ คุ้มครอง
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์
ประธานกรรมการที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.สมปอง สรวมศิริ

บทคัดย่อ

การศึกษานี้แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของวิธีการฆ่าและระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่อคุณภาพเนื้อและปริมาณจุลินทรีย์ในเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูฝน (มิถุนายน-ตุลาคม พ.ศ. 2550) วางแผนการทดลองแบบ 2×3 Factorial in CRD ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ วิธีการฆ่า 2 วิธี (แบบอิสลาม และแบบไทย) และระยะเวลาในการรอจำหน่ายเนื้อหลังฆ่า 3 ระยะเวลา (0, 6 และ 12 ชั่วโมง) โดยใช้เนื้อสันนอกเป็นตัวอย่างในการศึกษา กลุ่มการทดลองแบ่งเป็น 6 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมี 10 ซ้ำ ผลการศึกษาพบว่า วิธีการฆ่าไม่มีผลต่อคุณภาพเนื้อ แต่เนื้อโคที่ได้จากการฆ่าแบบไทยมีสีซีดกว่าเนื้อโคที่ได้จากการฆ่าแบบอิสลาม และระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่นานขึ้น มีผลให้ค่า pH ลดลง แต่ค่าสี L* และ b* มีค่าสูงขึ้น

เนื้อโคทุกกลุ่มการทดลองมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวม (Total Plate Count) เชื้อ *Escherichia coli* และ *Salmonella* ในระดับที่เกินมาตรฐานค่อนข้างมาก โดยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมที่ 0 ชั่วโมง (หลังฆ่า) มีค่าเท่ากับ 23.43±0.28 $\log_{10}$cfu/กรัม มีปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* เท่ากับ 30.59±0.15 $\log_{10}$cfu/กรัม และ *Salmonella* เท่ากับ 6.26±0.09 $\log_{10}$cfu/กรัม โดยเนื้อโคที่ได้จากการฆ่าแบบอิสลามมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวม และเชื้อ *Escherichia coli* น้อยกว่าเนื้อโคที่ได้จากการฆ่าแบบไทย แต่มีการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* มากกว่า นอกจากนี้ระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่นานขึ้นมีผลให้พบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวม และ *Escherichia coli* เพิ่มขึ้น

เนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามมีปริมาณวัตถุแห้งต่ำกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทย โดยเฉลี่ยปริมาณโภชนะในเนื้อ ได้แก่ วัตถุแห้ง เถ้า โปรตีน และไขมัน มีค่าเท่ากับ 24.16, 1.17, 22.02 และ 0.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีพลังงานเท่ากับ 5,051.18 แคลอรี/กรัม แต่ระยะเวลาในการรอจำหน่ายไม่มีผลต่อปริมาณโภชนะในเนื้อ

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของวิธีการฆ่าและระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่อคุณภาพเนื้อและปริมาณจุลินทรีย์ในเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน พ.ศ. 2550-พฤษภาคม พ.ศ. 2551) วางแผนการทดลองแบบ 2×3 Factorial in CRD ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ

วิธีการฆ่า 2 วิธี (แบบอิสลาม และแบบไทย) และระยะเวลาในการรอจำหน่ายเนื้อหลังฆ่า 3 ระยะเวลา (0, 6 และ 12 ชั่วโมง) กลุ่มการทดลองมี 6 กลุ่ม ๆ ละ 10 ซ้ำ ผลการศึกษาพบว่า เนื้อโคที่ได้จากการฆ่าแบบไทยมีค่า pH และค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็นสูงกว่าเนื้อโคที่ได้จากการฆ่าแบบอิสลาม เนื้อโคที่ได้จากการฆ่าแบบไทยมีสีซีดจางกว่าเนื้อโคที่ได้จากการฆ่าแบบอิสลาม โดยมีค่า L* และ b* สูงกว่า ระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่นานขึ้น มีผลให้เนื้อโคมีค่า pH ลดลง แต่มีค่าสี L* และ b* สูงขึ้น สอดคล้องกับการทดลองในฤดูฝน

จากการศึกษาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อพบว่ามีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวม (Total Plate Count) เชื้อ *Escherichia coli* และ *Salmonella* ในระดับที่เกินมาตรฐานค่อนข้างมาก เช่นเดียวกับในช่วงฤดูฝน โดยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมที่ 0 ชั่วโมง (หลังฆ่า) มีค่าเท่ากับ 24.06±0.02 $\log_{10}$cfu/กรัม เชื้อ *Escherichia coli* เท่ากับ 30.75±0.03 $\log_{10}$cfu/กรัม และ *Salmonella* เท่ากับ 6.13±0.07 $\log_{10}$cfu/กรัม โดยเนื้อโคที่ได้จากการฆ่าแบบอิสลามมีแนวโน้มการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวม และเชื้อ *Escherichia coli* น้อยกว่าเนื้อโคที่ได้จากการฆ่าแบบไทยเล็กน้อย แต่จะมีการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* มากกว่า นอกจากนี้ระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่นานขึ้นมีผลให้การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวม เชื้อ *Escherichia coli* และ *Salmonella* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นกัน

เนื้อโคที่ได้จากการฆ่าแบบอิสลามมีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งต่ำกว่าเนื้อโคที่ได้จากการฆ่าแบบไทย แต่มีปริมาณพลังงานสูงกว่าเล็กน้อย ปริมาณวัตถุแห้ง เถ้า โปรตีน และไขมัน มีค่าเท่ากับ 24.30, 1.06, 22.57 และ 0.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีพลังงานเท่ากับ 5,006.79 แคลอรี/กรัม นอกจากนี้ พบว่าระยะเวลาในการรอจำหน่ายไม่มีผลต่อปริมาณโภชนะในเนื้อ

Title Effect of Slaughter Methods and Storage Time on Meat Quality and Microbial Count in Beef

Author Miss Nunyarat Koomkrong

Degree of Master of Science in Animal Science

Advisory Committee Chairperson Associate Professor Dr. Sompong Sruamsiri

ABSTRACT

This study was divided into two experiments. Experiment 1: Effect of slaughter methods and storage time on meat quality and microbial count in *longissimus dorsi* of beef (Brahman × native) in the rainy season (June-October 2007) was conducted using 2×3 Factorial in CRD, the animals were allocated into 6 groups of 10 replications each. The first factor was slaughter methods (Muslim vs Thai methods), and the second factor was storage time (0, 6, and 12 hours). The results showed that slaughter methods had no effect on meat quality. However, the beef from Thai method had paler meat colour than beef from Muslim method. The pH value of the meat decreased when storage time increased, but meat colour as L* and b* values increased.

Further results showed that beefs in all experimental groups had microbial count, i.e. total plate count, *Escherichia coli*, and *Salmonella* contaminations exceeded the standard level. Total plate count, *Escherichia coli*, and *Salmonella* at o h postmortem were at 23.43±0.28 $\log_{10}$cfu/g, 30.59±0.15 $\log_{10}$cfu/g, and 6.26±0.09 $\log_{10}$cfu/g, respectively. Beef from Muslim method had lower total plate count and *Escherichia coli* than beef from Thai method, but higher in *Salmonella*. Moreover, increased storage time also increased total plate count and *Escherichia coli* in beef.

Beef from Muslim method had lower dry matter than beef from Thai method. Dry matter, ash, crude protein, and ether extract were 24.16, 1.17, 22.02, and 0.89 percent, respectively, and energy was 5,051.18 cal/g. However, storage time had no effect on nutritive value in beef.

Experiment 2: Effect of slaughter methods and storage time on meat quality and microbial count in *longissimus dorsi* of beef (Brahman × native) in the dry season (November 2007-May 2008) was conducted using 2×3 Factorial in CRD. One factor was slaughter methods (Muslim vs Thai methods) while another factor was storage time (0, 6, and 12 hours), the animals

were allocated into 6 groups of 10 replications each. The results showed that beef from Thai method had higher pH value and drip loss (%) than beef from Muslim method. However, beef from Thai method had paler meat colour, as L* and b*, than beef from Muslim method. Moreover, the pH value of the meat decreased when storage time increased, but meat colour as L* and b* values increased, similar to the experiment in the rainy season.

For microbial count, the results showed that total plate count, *Escherichia coli*, and *Salmonella* contaminations in beef exceeded the standard level. Total plate count, *Escherichia coli*, and *Salmonella* at o h postmortem were at 24.06±0.02 $\log_{10}$cfu/g, 30.75±0.03 $\log_{10}$cfu/g, and 6.13±0.07 $\log_{10}$cfu/g, respectively. Beef from Muslim method had slightly lower total plate count and *Escherichia coli* than beef from Thai method, but higher in *Salmonella*. Moreover, increased storage time also increased total plate count, *Escherichia coli*, and *Salmonella* in beef.

Beef from Muslim method had lower dry matter than beef from Thai method, but slightly higher in energy. Dry matter, ash, crude protein, and ether extract were 24.30, 1.06, 22.57, and 0.84 percent, respectively, and energy was 5,006.79 cal/g. Moreover, the results showed that storage time had no effect on nutritive value in beef.

กิตติกรรมประกาศ

ความสำเร็จของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เกิดขึ้นจากความกรุณาและความช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่าย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สมปอง สรวมศิริ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. สกล ไข่คำ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ อุมาพร อุประกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ให้ความรู้ คำแนะนำ วิธีการทำงานและแนวทางในการวิจัย ตลอดจนให้ความเอาใจใส่แก้ไขจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ อาจารย์ไพโรจน์ ศีลมั่น และอาจารย์อำพล วริทธิธรรม ที่ให้คำแนะนำในการศึกษางานวิจัย และให้ความช่วยเหลือในการติดต่อโรงฆ่าสัตว์ การศึกษาเรื่องคุณภาพเนื้ออาจารย์เผ่าพงษ์ ปูรณพงษ์ อาจารย์ ดร. ทองเลียน บัวจูม และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำและความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์และคุณค่าทางเคมีในห้องปฏิบัติการ

ขอขอบคุณลุงเทียน ลุงเถียน เพื่อนนักศึกษาปริญญาโทสาขาวิชาสัตวศาสตร์ นักศึกษาปริญญาตรีสาขาวิชาโคนมและโคเนื้อ และสัตว์ทดลองทุกตัวที่ทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อชาญชัย และคุณแม่วนิดา คุ้มครอง ที่ให้ความรัก ความอบอุ่น คอยเป็นกำลังใจและสนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยมาโดยตลอด

ฉันญรัตน์ คุ้มครอง

พฤษภาคม 2552

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
สารบัญตาราง	(10)
สารบัญภาพ	(12)
สารบัญตารางผนวก	(13)
สารบัญภาพผนวก	(15)
อักษรย่อ	(16)
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
ขอบเขตการวิจัย	3
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	4
คุณค่าทางโภชนะของเนื้อโค	4
การบริโภคเนื้อโคภายในประเทศ	6
การตลาดเนื้อโค	8
การฆ่าโค	10
คุณภาพเนื้อ	12
จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับอาหาร	14
แบคทีเรียในเนื้อสัตว์	15
การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์	20
มาตรฐานจุลินทรีย์ในเนื้อโค	26
ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์	26
ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ จำนวนแบคทีเรีย และระยะเวลาการเก็บเนื้อ	32
ลักษณะการเสื่อมเสียของเนื้อสัตว์	35
การเสื่อมเสียของเนื้อโค	39

หน้า

บทที่ 3 วิธีการวิจัย 40
ระยะเวลาที่ทำการวิจัย 40
สถานที่ทำการทดลอง 40
อุปกรณ์การดำเนินงาน 40
วิธีการดำเนินการวิจัย 41
การทดลองที่ 1 การศึกษาคุณภาพเนื้อและการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์รวม 42
Escherichia coli และ *Salmonella* ในเนื้อโคช่วงฤดูฝน (มิถุนายน-ตุลาคม)
การทดลองที่ 2 การศึกษาคุณภาพเนื้อและการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์รวม 45
Escherichia coli และ *Salmonella* ในเนื้อโคช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน-พฤษภาคม)
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 48
ผลการทดลอง 48
การทดลองที่ 1 การศึกษาคุณภาพเนื้อและการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์รวม 48
Escherichia coli และ *Salmonella* ในเนื้อโคช่วงฤดูฝน (มิถุนายน-ตุลาคม)
การทดลองที่ 2 การศึกษาคุณภาพเนื้อและการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์รวม 61
Escherichia coli และ *Salmonella* ในเนื้อโคช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน-พฤษภาคม)
วิจารณ์ผลการทดลอง 74
การทดลองที่ 1 การศึกษาคุณภาพเนื้อและการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์รวม 74
Escherichia coli และ *Salmonella* ในเนื้อโคช่วงฤดูฝน (มิถุนายน-ตุลาคม)
การทดลองที่ 2 การศึกษาคุณภาพเนื้อและการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์รวม 80
Escherichia coli และ *Salmonella* ในเนื้อโคช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน-พฤษภาคม)
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 86
สรุปผลการทดลอง 86
ข้อเสนอแนะ 87
บรรณานุกรม 88
ภาคผนวก 94
ภาคผนวก ก ภาพผนวก 99
ภาคผนวก ข ตารางผนวก 105
ภาคผนวก ค ประวัติผู้วิจัย 119

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	ปริมาณกรดอะมิโนโดยประมาณในเนื้อโค	4
2	ปริมาณกรดไขมันในเนื้อโค	5
3	ส่วนประกอบทางโภชนะและพลังงานของเนื้อโคสดและสุก	6
4	ปริมาณการบริโภคเนื้อโคของประเทศต่าง ๆ	7
5	ปริมาณการนำเข้าเนื้อโคของประเทศไทย	7
6	ปริมาณการนำเข้าเนื้อโคแช่เย็นและแช่แข็งของประเทศไทย	8
7	การตรวจพบเชื้อ *Salmonella* และ *Staphylococcus aureus* ในเนื้อสัตว์ชนิดต่าง ๆ จากตลาดสดในเขตภาคเหนือ	17
8	การตรวจพบชนิดของเชื้อ *Salmonella* สายพันธุ์ต่าง ๆ ในเนื้อสัตว์จากตลาดสดในเขตภาคเหนือ	18
9	ปริมาณแบคทีเรียของซากโคจากโรงฆ่าที่มีการออกแบบแตกต่างกัน ($log_{10}cfu/m^3$)	21
10	แสดงมาตรฐานทางจุลชีววิทยาของเนื้อโค	26
11	จำนวนแบคทีเรียของเนื้อโคที่มีการบรรจุภัณฑ์แบบมีอากาศและสุญญากาศ	29
12	ค่า Aw ต่ำสุดสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ก่อโรค และจุลินทรีย์อื่น ๆ	31
13	ช่วง pH ในการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดอาหารเป็นพิษ	31
14	ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อต่อคุณภาพเนื้อโค	35
15	ชนิดของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุทำให้ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เน่าเสีย	36
16	ผลของวิธีการฆ่าและระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่อคุณภาพเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูฝน	49
17	ผลของวิธีการฆ่าต่อคุณภาพเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูฝน	51
18	ผลของระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่อคุณภาพเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูฝน	52
19	ผลของวิธีการฆ่าและระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูฝน	54
20	ผลของวิธีการฆ่าต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูฝน	55
21	ผลของระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูฝน	56

ตาราง หน้า

22 ผลของวิธีการฆ่าและระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่อปริมาณโภชนะในเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูฝน 58

23 ผลของวิธีการฆ่าต่อปริมาณโภชนะในเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูฝน 59

24 ผลของระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่อปริมาณโภชนะในเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูฝน 60

25 ผลของวิธีการฆ่าและระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่อคุณภาพเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูแล้ง 62

26 ผลของวิธีการฆ่าต่อคุณภาพเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูแล้ง 63

27 ผลของระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่อคุณภาพเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูแล้ง 65

28 ผลของวิธีการฆ่าและระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูแล้ง 66

29 ผลของวิธีการฆ่าต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูแล้ง 67

30 ผลของระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูแล้ง 68

31 ผลของวิธีการฆ่าและระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่อปริมาณโภชนะในเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูแล้ง 70

32 ผลของวิธีการฆ่าต่อปริมาณโภชนะในเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูแล้ง 71

33 ผลของระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่อปริมาณโภชนะในเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูแล้ง 72

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	ขั้นตอนการฆ่าตามหลักมาตรฐานสากล	10
2	ขั้นตอนการฆ่าโคแบบไทย	11
3	ขั้นตอนการฆ่าโคแบบมุสลิม	12
4	ความแตกต่างของฤดูกาลต่อการปนเปื้อนเชื้อ *E. Coli* O157 (>10^4/กรัม) ของผลิตภัณฑ์จากเนื้อโค	19
5	ผลการตรวจวิเคราะห์เนื้อสัตว์จากโรงฆ่าสัตว์ในเขตเทศบาลเมืองนครพนม ปี 2550	19
6	จำนวนสัตว์ที่มูลมีการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* O157 ในแต่ละเดือน	22
7	การเจริญเติบโตของแบคทีเรียประเภท Psychrophilic และ Mesophilic ของซากโคในระหว่างการเย็น	25
8	ผลของระยะเวลาในการฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำต่อจำนวนเชื้อ *E. coli* O157:H7 และ *S.* Typhimurium DT104 บนผิวหน้าเนื้อโค	25
9	จำนวนเชื้อ *E. coli* O157: H7 ของเนื้อกระทิงแบบชิ้นและบดละเอียดที่มีอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่ 5 และ 10 องศาเซลเซียส	27
10	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตและอุณหภูมิของเชื้อ *E.coli*	29
11	ระยะเวลาชั่วอายุของแบคทีเรียแบบ Psychrophiles ที่อุณหภูมิเก็บรักษาต่างกัน	32
12	ระยะเวลาการเก็บรักษาที่จะทำให้เนื้อโคบดเน่าเสียที่อุณหภูมิต่างกัน	33
13	ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อต่อการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโค	33
14	ค่าแรงตัดผ่านเนื้อของเนื้อโคที่มีรูปแบบการบรรจุภัณฑ์และระยะเวลาในการเก็บรักษาแตกต่างกัน	34
15	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำของโรงฆ่า	73

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวก		หน้า
1	ปริผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า pH เนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูฝน	106
2	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็นของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูฝน	106
3	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี L* ของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูฝน	107
4	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี a* ของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูฝน	107
5	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี b* ของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูฝน	108
6	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูฝน	108
7	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* ของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูฝน	109
8	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเชื้อ *Salmonella* ของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูฝน	109
9	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของวัตถุแห้งของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูฝน	110
10	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเถ้าของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูฝน	110
11	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของโปรตีนของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูฝน	111
12	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของไขมันของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูฝน	111
13	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังงานของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูฝน	112

ตารางผนวก หน้า

14	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า pH เนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูแล้ง	112
15	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็นของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูแล้ง	113
16	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี L* ของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูแล้ง	113
17	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี a* ของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูแล้ง	114
18	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี b* ของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูแล้ง	114
19	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูแล้ง	115
20	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* ของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูแล้ง	115
21	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเชื้อ *Salmonella* ของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูแล้ง	116
22	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของวัตถุแห้งของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูแล้ง	116
23	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเถ้าของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูแล้ง	117
24	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของโปรตีนของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูแล้ง	117
25	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของไขมันของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูแล้ง	118
26	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังงานของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูแล้ง	118

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวก		หน้า
1	ขั้นตอนการฆ่าและชำแหละเนื้อโคแบบไทย	100
2	ขั้นตอนการฆ่าและชำแหละเนื้อโคแบบมุสลิม	101
3	ขั้นตอนการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์รวม *Escherichia coli* และ *Salmonella*	102
4	เชื้อจุลินทรีย์รวมในเนื้อโคบนอาหารเลี้ยงเชื้อ BHI-agar	103
5	เชื้อ *Escherichia coli* ในเนื้อโคบนอาหารเลี้ยงเชื้อ EMBA	103
6	เชื้อ *Salmonella* ในเนื้อโคบนอาหารเลี้ยงเชื้อ SS-agar	104
7	การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ	104

อักษรย่อ

อักษรย่อ	ย่อมาจาก	ความหมาย
cal/g	calories per gram	แคลอรีต่อกรัม
cfu/g	colony forming unit per gram	โคโลนีต่อกรัม
cfu/ml	colony forming unit per milliliter	โคโลนีต่อมิลลิลิตร
ppm	parts per million	ส่วนในล้านส่วน

บทที่ 1
บทนำ

เนื้อสัตว์เป็นแหล่งโปรตีนจากสัตว์ที่สำคัญอย่างหนึ่งสำหรับมนุษย์ เนื่องจากมีกรดอะมิโนที่จำเป็นซึ่งร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ได้อย่างเพียงพอต่อความต้องการ ด้านการบริโภคเนื้อสัตว์ในประเทศไทยพบว่าผู้บริโภคนิยมบริโภคเนื้อสัตว์ชนิดต่าง ๆ เช่น เนื้อไก่ เนื้อสุกร และเนื้อโค-กระบือ เป็นต้น โดยผู้บริโภคนิยมบริโภคเนื้อไก่มากที่สุด รองลงมาคือเนื้อสุกร สำหรับแหล่งเนื้อโคที่บริโภคกันในประเทศ ได้แก่ เนื้อจากโคพื้นเมือง เนื้อจากโคนม เนื้อจากโคลูกผสม และเนื้อจากกระบือ โดยแหล่งเนื้อโคพื้นเมืองนับเป็นแหล่งเนื้อโคที่สำคัญสำหรับประชากรในประเทศ ที่ยังคงนิยมซื้อเนื้อตามตลาดสดทั่วไปหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าตลาดเนื้อพื้นบ้าน

เนื้อโคมีคุณค่าทางอาหารสูงและไขมันน้อย (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2550) จึงถือได้ว่าเป็นแหล่งอาหารโปรตีนเพื่อสุขภาพ ตลาดของเนื้อโคในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นตลาดระดับล่างที่ผู้บริโภคสามารถหาซื้อได้จากตลาดสดหรือเขียงเนื้อในตลาดทั่วไปที่มีอยู่ทุกท้องที่ เนื่องจากลักษณะโรงฆ่าที่ใช้ในการฆ่าโคในประเทศไทยยังเป็นโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน และเป็นการฆ่าโคแบบพื้นบ้าน โดยชำแหละซากอยู่บนพื้น จึงมีผลให้เนื้อโคที่ได้อาจมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคได้ ซึ่งหากมีการปรับปรุงเรื่องมาตรฐานการเลี้ยง มาตรฐานโรงฆ่า และการจัดการหลังการฆ่า เช่น การเก็บรักษา รวมทั้งรูปแบบและการจัดจำหน่ายให้มีความปลอดภัยด้านอาหารมากยิ่งขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ก็น่าจะสามารถยกระดับคุณภาพของเนื้อโคให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากขึ้น

เนื่องจากในปัจจุบัน ผู้บริโภคมีความตระหนักถึงความสะอาด และปลอดภัยของอาหารมากยิ่งขึ้น อันเป็นผลจากเทคโนโลยีการสื่อสารที่พัฒนาไปอย่างกว้างไกล ดังนั้น การป้องกันและควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์จึงเป็นสิ่งจำเป็น เพราะจุลินทรีย์มีส่วนเกี่ยวข้องกับคุณภาพเนื้อในทุกขั้นตอน จึงควรมีการควบคุมตั้งแต่ระดับฟาร์ม รวมถึงการขนส่งสัตว์เข้าสู่โรงฆ่า จนกระทั่งการแปรรูป แต่จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีอยู่ตามธรรมชาติทั้งในดิน น้ำ รวมทั้งภายในตัวสัตว์เอง ดังนั้นการปนเปื้อนจึงจำเป็นต้องเกิดขึ้นทุกขั้นตอนตั้งแต่การเลี้ยง การขนส่ง การรับสัตว์ก่อนการฆ่า ในระหว่างการฆ่า การชำแหละ และการเก็บรักษาเนื้อ โดยเฉพาะขั้นตอนวิธีการฆ่าเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ การฆ่าโคพื้นเมืองโดยทั่วไปจะแบ่งเป็นวิธีการฆ่าทั้งแบบไทยและอิสลาม การฆ่าโคแบบไทยจะมีการทำให้โคสลบก่อนแล้วจึงเอาเลือดออก แต่ในการฆ่าโคแบบอิสลามจะไม่มีการทำให้สลบก่อน แต่จะใช้มีดเชือดคอเพื่อเอาเลือดออก วิธีการนี้อาจทำให้เลือดออกจากซากไม่หมด ซึ่งอาจจะมีผลทำให้เชื้อจุลินทรีย์แพร่ไปใน

กระแสเลือดและเนื้อได้เร็วแตกต่างกัน ผลิตภัณฑ์กลุ่มเนื้อสัตว์จัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความเสี่ยงสูง เนื่องจากเนื้อเป็นอาหารที่มีโปรตีนสูง และมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำสูง (water activity) ซึ่งเหมาะสมกับการเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคหลายชนิด (อุมาพร, 2546)

การบริโภคเนื้อสัตว์ที่มีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ จะทำให้ผู้บริโภคมีความเสี่ยงสูงต่อการติดเชื้อและเกิดโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหาร เช่น ท้องร่วง ปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียน ปวดศีรษะ หรือโลหิตเป็นพิษ เป็นต้น (พรศิริ และ อนิรุธ, 2548) ซึ่งนับเป็นปัญหาที่สำคัญทางสาธารณสุขอย่างหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากโรคติดต่อระหว่างสัตว์และคนเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจอย่างมาก โดยโรคที่เกี่ยวกับระบบทางเดินอาหารมีการกระจายเชื้อจากสัตว์ไปสู่ผู้บริโภคได้จากการบริโภคส่วนประกอบจากเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์สัตว์ที่ไม่สะอาด

ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการฆ่าและระยะเวลาในการรอจำหน่ายเนื้อสดต่อคุณภาพเนื้อและเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโค จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในกระบวนการลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโค และเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงการผลิตเนื้อโคพื้นเมืองและโคลูกผสมพื้นเมืองซึ่งส่งขายในตลาดพื้นบ้านให้มีคุณภาพดีขึ้น และทำให้ผู้บริโภคมีคุณภาพชีวิตดีขึ้นด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวิธีการฆ่าต่อคุณภาพเนื้อและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโคลูกผสมพื้นเมือง
2. เพื่อศึกษาระยะเวลาในการรอจำหน่ายเนื้อต่อคุณภาพเนื้อและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโคลูกผสมพื้นเมือง
3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของฤดูกาลต่อคุณภาพเนื้อและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโคลูกผสมพื้นเมือง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบข้อมูลด้านคุณภาพเนื้อและการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองที่มีวิธีการฆ่าแตกต่างกัน
2. ทราบข้อมูลด้านคุณภาพเนื้อและการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายแตกต่างกัน
3. ทราบข้อมูลด้านคุณภาพเนื้อและการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน (ฤดูฝน และฤดูแล้ง)

ขอบเขตการวิจัย

ศึกษาคุณภาพเนื้อและการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองที่มีวิธีการฆ่า และระยะเวลาที่แตกต่างกันในการรอจำหน่ายเนื้อในช่วงฤดูฝน และฤดูแล้ง โดยใช้พื้นที่ในเขตอำเภอสันทราย และอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

คุณค่าทางโภชนะของเนื้อโค

เนื้อโคถือได้ว่าเป็นอาหารที่มีประโยชน์มากต่อร่างกายมนุษย์ เนื่องจากเป็นอาหารที่มีโปรตีนสูงประมาณ 15-25% และมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย (essential amino acid) ที่มนุษย์ไม่สามารถสังเคราะห์ได้ครบถ้วนตามความต้องการของร่างกาย ดังแสดงในตาราง 1 ดังนั้นโปรตีนจากเนื้อโคจึงจัดเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพ ซึ่งนอกจากจะประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นครบถ้วนแล้ว โปรตีนในเนื้อโคยังมีการย่อยได้สูง (97%) และร่างกายสามารถดูดซึมและนำไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย (กลุ่มวิจัยและพัฒนาโคเนื้อ, 2550ก)

ตาราง 1 ปริมาณกรดอะมิโนโดยประมาณในเนื้อโค

กรดอะมิโน	ปริมาณ (กรัม/100 กรัมของส่วนที่บริโภคได้)
Isoleucine*	1.0
Leucine*	1.6
Lysine*	1.6
Methionine*	0.4
Phenylalanine*	0.8
Threonine*	0.8
Tryptophan*	0.2
Valine*	1.1
Arginine	1.3
Histidine	0.6

หมายเหตุ * = กรดอะมิโนที่จำเป็น

ที่มา: ดัดแปลงจาก อิ่มเอิบ (2549)

นอกจากนี้เนื้อโคยังเป็นแหล่งแร่ธาตุที่สำคัญ ได้แก่ ฟอสฟอรัส ทองแดง และสังกะสี และยังเป็นแหล่งของวิตามินที่ละลายได้ในไขมัน จากรายงานของกลุ่มวิจัยและพัฒนาโคเนื้อ (2550ก) พบว่าไขมันจากเนื้อโคมีปริมาณกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย (essential fatty acid) อย่างเพียงพอ และไขมันในเนื้อสามารถย่อยได้ถึง 95% ซึ่งปริมาณไขมันที่มีในเนื้อจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งของชิ้นเนื้อและปริมาณไขมันที่มีอยู่บนชิ้นเนื้อที่ได้ภายหลังการตัดแต่งซาก ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ปริมาณกรดไขมันในเนื้อโค

กรดไขมัน	ปริมาณ (ร้อยละของทั้งหมด)
Palmatic	29
Stearic	20
Palmitoleic	2
Oleic	42
Linoleic*	2
Linolenic*	0.5
Arachidonic*	0.1

หมายเหตุ * = กรดไขมันที่จำเป็น
ที่มา: ดัดแปลงจาก อิ่มเอิบ (2549)

ในการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางโภชนะและพลังงานในเนื้อโค จากรายงานของชัยณรงค์ (2529) ดังแสดงในตาราง 3 พบว่าปริมาณของคาร์โบไฮเดรต วิตามิน และ ไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (non-protein nitrogen) จะมีปริมาณรวมทั้งหมดไม่เกิน 1% ของส่วนประกอบเนื้อสัตว์ทั้งหมด

ตาราง 3 ส่วนประกอบทางโภชนะและพลังงานของเนื้อโคสดและสุก

สภาวะทางกายภาพของเนื้อสัตว์	เปอร์เซ็นต์ (%)				แคลอรี/100 กรัม
	โปรตีน	ความชื้น	ไขมัน	เถ้า	
เนื้อโค					
ดิบ	21.5	69.5	8.0	1.0	160
สุก	30.0	58.0	10.0	1.4	230
เนื้อลูกโค					
ดิบ	20.0	75.0	3.5	1.0	130
สุก	29.0	63.0	5.5	1.6	175

ที่มา: ดัดแปลงจาก ชัยณรงค์ (2529)

ด้านคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อโคพื้นเมือง พบว่า เนื้อโคพื้นเมืองมีระดับไขมันแทรกเพียงประมาณ 1% (ในเนื้อสันนอก 100 กรัม) ในขณะที่เนื้อโคขุนเลือดชาโรเล่ส์ระดับสูง มีปริมาณไขมันแทรกถึง 10% และอาจสูงถึง 15% ส่วนเนื้อโคขุนบราห์มันเลือดสูง มีปริมาณไขมันแทรกประมาณ 3% แต่ปริมาณโปรตีนในเนื้อโคแต่ละพันธุ์ไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนประมาณ 20% (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2550)

การบริโภคเนื้อโคภายในประเทศ

สำนักบริหารการนำเข้าส่งออกสินค้าทั่วไป (2550) สำรวจปริมาณการบริโภคเนื้อโคในประเทศต่าง ๆ ระหว่างปี พ.ศ. 2545-2549 พบว่ามีปริมาณการบริโภคเนื้อโคเฉลี่ยปีละประมาณ 50 ล้านตัน และในปี พ.ศ. 2550 คาดว่าทั้งโลกจะบริโภคเนื้อโคประมาณ 52.6 ล้านตัน ซึ่งเมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมาพบว่ามีการบริโภคเพิ่มขึ้น 2.1% โดยผู้บริโภคในประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นผู้บริโภครายใหญ่ที่สุดในโลก รองลงมาได้แก่ สหภาพยุโรป จีน บราซิล อาร์เจนตินา เม็กซิโก รัสเซีย อินเดีย ญี่ปุ่น แคนาดา และออสเตรเลีย ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 4

ส่วนการบริโภคเนื้อโคที่มีการผลิตภายในประเทศไทย พบว่าคนไทยมีการบริโภคเฉลี่ยประมาณ 3 กิโลกรัม/คน/ปี (ศิริมา และ ณัฐพงศ์, 2547) ในระหว่างปี พ.ศ. 2545-2550 พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเฉลี่ยปีละ 0.10 กิโลกรัม/คน/ปี เนื่องจากภาวะเศรษฐกิจดีขึ้น และมีการเพิ่มจำนวนประชากร (สัญชัย และคณะ, 2547) แต่การผลิตเนื้อโคภายในประเทศยังไม่เพียงพอกับความต้องการ จึงต้องมีการ

นำเข้าเนื้อโคคุณภาพจากต่างประเทศ เพื่อสนองความต้องการของผู้บริโภค โดยในระหว่างปี พ.ศ. 2544-2549 ประเทศไทยมีการนำเข้าเนื้อโคในอัตราที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 4 ปริมาณการบริโภคเนื้อโคของประเทศต่าง ๆ

ประเทศ	ปริมาณการบริโภค (พันตัน)					
	2545	2546	2547	2548	2549	2550
สหรัฐอเมริกา	12,737	12,340	12,667	12,662	12,800	13,024
สหภาพยุโรป	8,187	8,315	8,292	8,114	8,220	8,240
จีน	5,818	6,274	6,703	7,026	7,413	7,829
บราซิล	6,437	6,273	6,400	6,774	6,935	7,180
อาร์เจนตินา	2,362	2,426	2,512	2,443	2,604	2,552
เม็กซิโก	2,409	2,308	2,368	2,419	2,505	2,535
รัสเซีย	2,450	2,378	2,308	2,503	2,505	2,270
อินเดีย	1,393	1,521	1,631	1,623	1,625	1,700
ญี่ปุ่น	1,319	1,366	1,181	1,201	1,186	1,256
แคนาดา	991	1,066	1,057	1,106	1,067	1,059
ออสเตรเลีย	696	786	747	735	740	755
อื่น ๆ	5,478	3,996	4,008	4,164	4,129	4,180
รวมทั้งโลก	50,277	49,049	49,874	50,770	51,509	52,580

ที่มา: ดัดแปลงจาก สำนักบริหารการนำเข้าส่งออกสินค้าทั่วไป (2550)

ตาราง 5 ปริมาณการนำเข้าเนื้อโคของประเทศไทย

การนำเข้าเนื้อโค	ปี					
	2544	2545	2546	2547	2548	2549
ปริมาณ (ตัน)	1,154.18	1,400.03	1,183.46	1,711.44	1,581.12	1,842.53
มูลค่า (ล้านบาท)	120.30	140.02	149.82	158.93	170.80	222.65

ที่มา: ดัดแปลงจาก สำนักบริหารการนำเข้าส่งออกสินค้าทั่วไป (2550)

ศิริมา และ ณัฐพงศ์ (2547) รายงานจากสถิติการนำเข้าในช่วงปี พ.ศ. 2541-2545 พบว่าการนำเข้าเนื้อโคแช่เย็นของไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเนื้อโคส่วนใหญ่นำเข้าจากประเทศออสเตรเลีย และสหรัฐอเมริกาประมาณ 76 และ 24% ของมูลค่าการนำเข้าทั้งหมดในปี พ.ศ. 2545 ส่วนการนำเข้าโคเนื้อแช่แข็ง พบว่ามีแนวโน้มลดลง เนื่องจากในปี พ.ศ. 2542-2544 มีการระบาดของโรควัวบ้าอย่างหนักในแถบประเทศยุโรป จึงมีผลต่อความมั่นใจในการบริโภคของประชาชนทั้งคนไทยและนักท่องเที่ยวที่มีต่อเนื้อโคที่นำเข้าไม่ว่าจะมาจากประเทศใดก็ตาม สาเหตุที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือเนื้อโคคุณภาพดีที่ผลิตในประเทศได้รับการยอมรับมากขึ้น และมีการผลิตเพิ่มมากขึ้นในแต่ละปี จึงสามารถทดแทนการนำเข้าได้บางส่วน เนื้อโคสดแช่แข็งส่วนใหญ่นำเข้าจากประเทศออสเตรเลีย สหรัฐอเมริกา และนิวซีแลนด์ มีมูลค่าประมาณ 66, 25 และ 9% ของมูลค่าการนำเข้าทั้งหมดในปี 2545 ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 ปริมาณการนำเข้าเนื้อโคแช่เย็นและแช่แข็งของประเทศไทย

ปี	ปริมาณการนำเข้า (กก.)	
	เนื้อโคแช่เย็น	เนื้อโคแช่แข็ง
2541	18,054	1,827,268
2542	38,691	1,403,244
2543	16,137	1,306,220
2544	43,473	942,785
2545	62,958	1,084,754
เฉลี่ย	35,863	1,312,854.20

ที่มา: ดัดแปลงจาก ศิริมา และ ณัฐพงศ์ (2547)

การตลาดเนื้อโค

กลุ่มวิจัยและพัฒนาโคเนื้อ (2550ข) ได้จำแนกตลาดเนื้อโคในประเทศไทยตามคุณภาพเนื้อสรุปได้ดังนี้

1. ตลาดวัวลูกชิ้น เป็นเนื้อโคที่เป็นส่วนเนื้อแดงล้วน ๆ ที่ไม่มีไขมัน เนื่องจากจะทำให้ได้ลูกชิ้นที่เกาะตัวกันแน่น เมื่อรับประทานจะมีความรู้สึกว่าเนื้อแน่นกรอบและมีรสชาติดี โคที่เหมาะสมที่จะนำมาฆ่าจึงต้องเป็นโคที่มีกล้ามเนื้อเต็ม แต่ไม่จำเป็นต้องอ้วนหรือมีไขมันมาก

ไม่จำกัดอายุและพันธุ์โค โดยเฉลี่ยร้อยละ 50 ของเนื้อโคที่ฆ่าทั้งหมดนำมาใช้ทำลูกชิ้น โดยโคประเภทนี้มีเปอร์เซ็นต์ซากเฉลี่ยประมาณ 52% และมีปริมาณเนื้อแดงประมาณ 55% ของซาก

2. ตลาดทั่วไป หรือ ตลาดสดทั่วไปที่มีการจำหน่ายเนื้อโคตามเขียงขายเนื้อสด ลักษณะเนื้อโคที่ขาย เป็นเนื้อจากโคที่ปลดจากการทำงานในไร่นาแล้ว และโคมัน เนื้อมีลักษณะเส้นเนื้อหยาบ สีแดงเข้มและมีไขมันสีเหลืองหุ้มพอประมาณ หรือเป็นเนื้อที่ไม่มีไขมันแทรกเลย ส่วนใหญ่เนื้อจะเหนียว การใช้เป็นอาหารจะนำไปหั่นเป็นชิ้นบาง ๆ และจำเป็นต้องต้มเคี่ยวนาน ๆ เช่น แกงเผ็ด แกงคั่ว และเนื้อตุ๋น เป็นต้น โดยเฉลี่ยเนื้อโคที่ซื้อขายกันในตลาดทั่วไปในแต่ละปีคิดเป็นร้อยละ 35 ของโคที่ฆ่าทั้งหมด โคเหล่านี้จะมีเปอร์เซ็นต์ซากประมาณ 55% และปริมาณเนื้อแดงประมาณ 60% ของซาก

3. ตลาดเนื้อโคระดับปานกลาง ได้แก่ ตลาดซูเปอร์มาร์เก็ต ร้านอาหาร และโรงแรมระดับชั้นทั่วไป ตลาดประเภทนี้มีอยู่เฉพาะในเมืองใหญ่ ๆ ที่มีชาวต่างประเทศเดินทางมาท่องเที่ยว หรือคนไทยที่มีรายได้สูงอยู่อาศัย เนื้อประเภทนี้ใช้ประกอบอาหารในโรงแรมหรือภัตตาคารใหญ่ ๆ และวางขายในห้างสรรพสินค้าบางแห่ง เนื้อโคที่วางขายส่วนใหญ่เป็นเนื้อโคมัน มีลักษณะเส้นใยหยาบ สีแดงเข้ม มีไขมันหุ้มสีเหลือง อาจมีไขมันแทรก มีความเหนียว เนื่องจากเป็นโคที่อายุมาก พ่อค้าเนื้อจึงมักนำซากไปแขวนบ่มในห้องเย็นอุณหภูมิ 3-7 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 วันขึ้นไปก่อนขายซาก เพื่อให้สารย่อยภายในเนื้อได้มีโอกาสออกมาย่อยเส้นใยของเอ็นและพังผืดภายในก้อนเนื้อ จนทำให้เนื้อนุ่มขึ้นเกือบเทียบเท่าเนื้อจากโคขุนอายุน้อย

4. ตลาดเนื้อโคระดับสูง ได้แก่ ตลาดซูเปอร์มาร์เก็ต ร้านอาหารและโรงแรมระดับชั้น 1 ในเมืองใหญ่ ๆ เช่น กรุงเทพมหานคร เนื้อโคที่จำหน่ายในตลาดนี้มีทั้งเนื้อโคขุนที่ผลิตในประเทศ และที่ผลิตจากต่างประเทศ

เนื้อโคขุนที่ผลิตในประเทศเป็นเนื้อโคที่มาจากโคที่มีเลือดโคเนื้อตระกูลเมืองหนาว เช่น ลูกผสมชาร์โรเล่ส์ เป็นต้น โคที่เข้าขุนมีอายุน้อย โตเต็มที่และอ้วนมาก ได้รับการขุนด้วยอาหารข้นและอาหารหยาบคุณภาพดี มีไขมันแทรกในเนื้อ (marbling) หรือเรียกว่าลายมัน มีไขมันหุ้มซาก เนื้อมีความนุ่ม รสชาติดี มีราคาแพง ซื้อขายตามน้ำหนักซาก เนื้อโคที่นำมาวางจำหน่ายมีการกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะที่ค่อนข้างจะเป็นมาตรฐานสากล โดยมีการระบุข้อความที่เข้มงวดในด้านแหล่งที่มาของสัตว์ วิธีการฆ่า การแปรสภาพ การแช่เย็น การตัดแต่งซาก ตลอดจนมาตรฐานของบุคลากรและโรงงานที่ดำเนินการ จึงทำให้มีผู้จัดส่งสินค้าเนื้อโคเพียงไม่กี่รายในประเทศ ทั้งนี้เพราะต้องมีการลงทุนสูงในด้านตัวสัตว์ โรงฆ่า ห้องเย็น ตลอดจนห้องตัดแต่งและอุปกรณ์เครื่องมือที่เกี่ยวข้อง

การฆ่าโค

วิธีการฆ่ามีผลต่อคุณภาพเนื้อ และการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์โดยรวมในเนื้อ สามารถแบ่งวิธีการฆ่าโคได้เป็น 2 แบบ (สัญชัย, 2547) คือ

1. การฆ่าโคตามหลักมาตรฐานสากล

การฆ่าโคตามหลักมาตรฐานสากลมีความจำเป็นมากขึ้น สำหรับประเทศไทย แม้ว่าจะส่งออกเนื้อโคเพียงเล็กน้อย เนื่องจากต้องคำนึงถึงความสะอาดปลอดภัยของผู้บริโภคมากขึ้น ในปัจจุบันประเทศไทยมีการฆ่าตามแบบมาตรฐานสากลเฉพาะในบางโรงฆ่าที่ฆ่าโคเพื่อส่งเนื้อขายในตลาดชั้นสูงเท่านั้น ซึ่งยังไม่แพร่หลายนัก (เสรี, 2550) ขั้นตอนการฆ่าโคตามหลักมาตรฐานสากล ดังแสดงในภาพ 1

อดอาหารสัตว์ก่อนฆ่า 24 ชั่วโมง

↓

ทำให้สลบ

↓

เอาเลือดออก

↓

ตัดแข้งและหัวออก

↓

เลาะหนัง

↓

เอาเครื่องในออก

↓

แบ่งซากและชำแหละซาก

ภาพ 1 ขั้นตอนการฆ่าตามหลักมาตรฐานสากล

ที่มา: ดัดแปลงจาก เสรี (2550)

2. การฆ่าโคแบบพื้นบ้าน สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ดังนี้

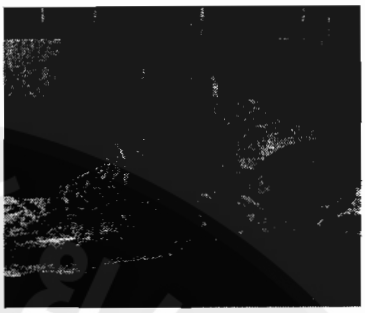
การฆ่าแบบไทย การฆ่าโคแบบไทยจะดำเนินการฆ่าภายในโรงฆ่าสัตว์ของเทศบาล โรงฆ่าสัตว์ของสุขาภิบาล หรือโรงฆ่าตามบ้านเรือนเกษตรกรที่มีอาชีพขายเนื้อสด นิยมฆ่าโคในเวลากลางคืน เพื่อให้มีเนื้อชำแหละพร้อมจำหน่ายในตอนเช้า ขั้นตอนการฆ่าดังแสดงในภาพ 2

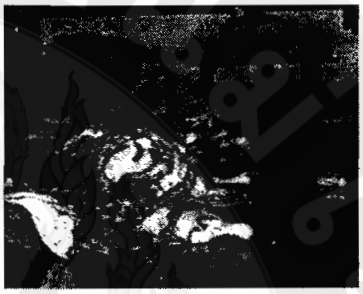
การฆ่าแบบอิสลาม การฆ่าแบบอิสลามที่เรียกว่า "ฮาลาล (halal)" จะต้องดำเนินการโดยผู้ที่ได้รับการรับรองจากองค์การศาสนาอิสลามเท่านั้น จึงจะเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคที่เป็นชาวมุสลิม โดยทำการเชือดในขณะที่โคยังมีชีวิต มีขั้นตอนการฆ่าดังแสดงในภาพ 3

ภาพ 2 ขั้นตอนการฆ่าโคแบบไทย

ที่มา: ดัดแปลงจาก **สัญชัย** (2547)

ล้มโคให้สีข้างแตะพื้น ให้โคหันหัวไปทางทิศ
ของนครเมกกะ (ประเทศซาอุดิอาระเบีย)
↓
จับหัวบิดให้เห็นเส้นเลือด
↓
ผู้เชือดกล่าวขออนุญาตจากพระเจ้าว่า "บิสมิลลาฮ์"
↓
ปาดเส้นเลือดจนหลอดลมและหลอดอาหารขาด
↓
เมื่อเลือดไหลออกหมด นำซากไปดำเนินการ
ตามขั้นตอนปกติต่อไป





ภาพ 3 ขั้นตอนการฆ่าโคแบบอิสลาม
ที่มา: ดัดแปลงจาก กลุ่มวิจัยและพัฒนาโคเนื้อ (2550ก)

คุณภาพเนื้อ

คุณภาพเนื้อเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญ และส่วนประกอบของซากที่มีปริมาณเนื้อมากย่อมเป็นที่สนใจของผู้บริโภค นอกจากนี้ความสำคัญด้านปริมาณโปรตีน ไขมัน ความนุ่ม และรสชาติ ก็เป็นสิ่งสำคัญในเนื้อสัตว์ (สัญชัย, 2547) โดยสิ่งบ่งชี้เกี่ยวกับคุณภาพของเนื้อมีดังต่อไปนี้ คือ

1. สีของเนื้อ (color)

สีของเนื้อเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคให้ความสนใจ เนื่องจากเป็นดัชนีชี้วัดว่าเนื้อนั้นเป็นที่ยอมรับต่อการบริโภคหรือไม่ ปกติเนื้อสัตว์มีสีชมพูออกเทา จนถึงสีแดงเข้มออกม่วง ซึ่งสีของเนื้อแตกต่างกันไปตามประเภทของกล้ามเนื้อ ชนิด เพศ และอายุของสัตว์ สีของเนื้อเกิดจากปริมาณรงควัตถุไมโอโกลบิน (myoglobin) ที่อยู่ในกล้ามเนื้อ สัตว์แต่ละชนิดจะมีปริมาณไมโอโกลบินในเนื้อต่างกัน เช่น เนื้อสุกรมี 0.06% เนื้อแกะมี 0.25% และเนื้อโคมี 0.6% โดยน้ำหนักเนื้อสด เนื้อโคจึงมีสีเข้มกว่าเนื้อแกะ และเนื้อสุกร การเปลี่ยนแปลงกลไกทางเคมีโดยการสูญเสียหรือรับเอาอิเลคตรอนจะทำให้เกิดปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงของสี และกล้ามเนื้อมัดต่าง ๆ ในร่างกายสัตว์ ทำให้มีสีแตกต่างกันไป เนื่องจากไมโอโกลบินเป็นส่วนสำคัญในการเก็บออกซิเจน กล้ามเนื้อมัดใดทำงานหนักจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนสูงจึงมีสีเข้มกว่ากล้ามเนื้อที่ทำงานน้อย จากการศึกษาของ

Keane and Allen (1998) พบว่า โคที่เลี้ยงในโรงเรือนซึ่งมีอายุฆ่า 19 เดือน และโคที่เลี้ยงแบบไล่ทุ่งที่มีอายุฆ่าที่ 24 เดือน จะมีสีของเนื้อเข้มกว่าโคที่เลี้ยงแบบปล่อยในแปลงหญ้าที่มีอายุฆ่าที่ 29 เดือน

นอกจากนี้ในสัตว์ชนิดเดียวกัน เนื้อที่ได้จากสัตว์ที่มีอายุมากกว่าจะมีเนื้อสีเข้มกว่า เนื่องจากอายุแตกต่างกันจะมีปริมาณไมโอโกลบินในเนื้อแตกต่างกัน ดังนั้น ในเนื้อลูกโคที่มีอายุ 3-6 เดือน จึงมีไมโอโกลบินในเนื้อ 1-3 มิลลิกรัมต่อเนื้อสดหนึ่งกรัม ขณะที่เนื้อโคที่มีอายุ 8-12 เดือน มี 4-10 มิลลิกรัมต่อเนื้อสดหนึ่งกรัม (สุรชัย, 2550) และในสัตว์ชนิดเดียวกัน เพศผู้จะมีปริมาณไมโอโกลบินในกล้ามเนื้อมากกว่าเพศเมีย หรือสัตว์ที่ผ่านการตอนมาแล้ว

2. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

โดยปกติขณะที่สัตว์มีชีวิตกล้ามเนื้อมีค่า pH ประมาณ 7.2 หลังจากที่สัตว์ตายแล้ว กล้ามเนื้อมีกระบวนการย่อยสลายไกลโคเจนในกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้เกิดการสะสมของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อ ค่า pH จะลดลงจาก 7.2 เหลือ 6.0 โดยปัจจัยที่ทำให้เกิดการย่อยสลายไกลโคเจนในกล้ามเนื้อมาจากการจัดการก่อนการฆ่า การขนส่งที่มีผลต่อความเครียด เนื่องจากระยะทางและเวลา นอกจากนี้กระบวนการฆ่าก็มีผลต่อการลดลงของปริมาณไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ โดยส่งผลให้ค่า pH สุดท้ายลดลง กล้ามเนื้อจะมีค่าความเป็นกรดมากขึ้น ส่งผลกระทบต่อค่าสีและค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ และจากการศึกษาของ Neath *et al.* (2007) พบว่าระยะเวลาหลังการตายของโคที่เพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ pH ของเนื้อโคลดลง

3. ความชุ่มฉ่ำ (juiciness)

ความชุ่มฉ่ำของเนื้อ เป็นปัจจัยสำคัญด้านการบริโภค ซึ่งมีปัจจัยเกี่ยวข้อง คือ โครงสร้างของเนื้อที่มีผลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (water holding capacity) และมีผลต่อค่าการสูญเสียน้ำขณะประกอบอาหารด้วย

ความชุ่มฉ่ำของเนื้อสามารถประเมินจากการตรวจชิมตัวอย่างเนื้อ จึงเป็นความรู้สึกที่ประสาทสัมผัสภายในปากได้รับ จากการที่ของเหลวถูกบีบและกดดันออกมาจากก้อนเนื้อที่กำลังถูกบดเคี้ยวอยู่ในปาก ทำให้รู้สึกว่าเนื้อไม่แห้ง และร่วน ส่วนของของเหลวที่ออกมาคือซีรั่ม (serum) และไขมัน ซึ่งจะไปกระตุ้นให้มีการหลั่งน้ำลายมากขึ้น นอกจากนี้ไขมันที่แทรกอยู่ในเนื้อทำให้เนื้อชุ่มฉ่ำ และยังส่งผลให้เนื้อนั้นนุ่มขึ้น เนื้อสัตว์ที่มีอายุน้อยจะทำให้ความรู้สึกที่มีความชุ่มฉ่ำสูงกว่าเนื้อสัตว์ที่มีอายุมาก แต่ถ้าเนื้อสัตว์ที่มีอายุมากนั้นมีไขมันแทรกสูง ก็จะมีผลทำให้ความชุ่มฉ่ำของเนื้อเพิ่มขึ้นได้ ซึ่ง Vieira *et al.* (2007) รายงานว่า เนื้อโคพันธุ์บราวน์สวิส (Brown swiss) จะมีความชุ่มฉ่ำมากกว่าเนื้อโคพันธุ์ลิมูซิน (Limousine) และพันธุ์พื้นเมืองของประเทศสเปน

4. ความนุ่มของเนื้อ (tenderness) หรือความเหนียว (toughness)

ความนุ่มของเนื้อเป็นปัจจัยที่สำคัญมากที่สุดต่อความน่ากินของเนื้อ สัตว์ที่มีอายุมากและกล้ามเนื้อที่ทำงานหนักเป็นประจำ เนื้อเยื่อเกี่ยวพันจะมีความแข็งแรง ซึ่งมีผลต่อความนุ่มและคุณภาพของเนื้อ เนื่องจากการทำงานของกล้ามเนื้อในร่างกายแต่ละส่วนมีความแตกต่างกันต่อปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน โดยกล้ามเนื้อที่มีการทำงานหนักและทำหน้าที่รองรับน้ำหนักมาก ๆ จะมีปริมาณของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันสูง และมีคุณภาพของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันต่ำ ทำให้เนื้อมีความเหนียวมากขึ้น นอกจากนี้กระบวนการฆ่าไม่ว่าจะเป็นการทำให้สลบ การลวกน้ำร้อน การแช่เย็นซาก หรือการแช่แข็งซากเย็น ปัจจัยที่มีผลต่อความนุ่มของเนื้อทั้งสิ้น ซึ่งความเหนียวและความนุ่มของเนื้อจะมากหรือน้อย เป็นผลมาจากชนิดของสัตว์ พันธุ์ อายุ ชนิดของกล้ามเนื้อ ปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ การเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในกล้ามเนื้อหลังการฆ่า และระยะเวลาในการบ่ม สุทธิพงศ์และคณะ (2548) รายงานว่า เนื้อโคลูกผสมบราห์มัน×พื้นเมือง เพศผู้ น้ำหนักประมาณ 150-160 กก. ที่เลี้ยงด้วยอาหารข้นเสริมวิตามิน E ในระดับ 0, 100, 200 และ 400 ppm เป็นเวลา 120 วัน พบว่าค่าแรงตัดผ่าน (shear force value) ของเนื้อสันนอกของโคกลุ่มที่เสริมวิตามิน E ที่ระดับ 400 ppm ต่ำกว่าเนื้อสันนอกจากกลุ่มอื่น ๆ ($P<0.05$) ดังนั้น เนื้อโคที่ได้รับการเสริมวิตามิน E ในระดับ 400 ppm จึงมีความนุ่มมากกว่าการเสริมในระดับอื่น ๆ

ด้านความนุ่มของเนื้อโคพื้นเมือง พบว่ามีลักษณะเด่นด้านคุณภาพ เช่น เส้นใยกล้ามเนื้อละเอียดและมีลักษณะเนื้อสัมผัส (texture) แน่นและค่อนข้างแห้ง มีผลทำให้การสูญเสียน้ำจากชิ้นเนื้อน้อย ความสามารถในการอุ้มของโปรตีนในเนื้อสูง ไขมันแทรกในเนื้อและไขมันระหว่างก้อนกล้ามเนื้อมีน้อยมาก ดังนั้น พลังงานที่ได้จากการบริโภคเนื้อจึงมีค่าต่ำ นับเป็นแหล่งอาหารโปรตีนเพื่อสุขภาพ สีของเนื้อแดงเข้มเป็นมันวาว เหมาะสมสำหรับการนำไปปรุงอาหารไทย ได้แก่ แกงมัสมั่น แกงเนื้อ พะแนงเนื้อ แกงป่า กระเพราเนื้อ ลาบเนื้อ อีกทั้งเหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อ ได้แก่ ลูกชิ้นเนื้อ และผลิตภัณฑ์ตะวันตก เช่น ซาลามิ (Salami) และแฮมดิบรมควัน (air dried beef) เป็นต้น (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2550)

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับอาหาร

นวพร (2549) กล่าวว่า จุลินทรีย์มีทั้งชนิดที่เป็นประโยชน์ และชนิดที่เป็นโทษ สามารถแบ่งบทบาทของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวกับอาหารได้ 3 ประเภท ดังนี้

1. จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย (food spoilage) เช่น ขนมปังขึ้นรา ผักมีลักษณะเน่านิ่มและมีกลิ่นเหม็น หรือเนื้อสัตว์มีเมือก กลิ่นเหม็นเน่า และเหม็นหืน (อรทัย และ วงศ์-

ทิพา, 2549) จุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญ ได้แก่ แบคทีเรีย รา และยีสต์ สาเหตุเกิดมาจากการเจริญเติบโตและกิจกรรมของจุลินทรีย์ การเน่าเสียจะเป็นแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดและจำนวนของจุลินทรีย์ที่เจริญ รวมทั้งสภาพแวดล้อมของจุลินทรีย์

2. จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคจากการบริโภคอาหาร (food borne illness) เนื่องจากจุลินทรีย์บางชนิดที่ปะปนในอาหารมีคุณสมบัติสามารถสร้างสารพิษหรือท็อกซิน (toxin) ที่สามารถทำลายเซลล์หรือเนื้อเยื่อทำให้เกิดโรคขึ้นได้ เช่น สารพิษอะฟลาทอกซิน สร้างจากเชื้อรา ซึ่งพบได้ในธัญพืช เช่น ถั่วลิสงและข้าวโพด จุลินทรีย์บางชนิด เช่น *Clostridium botulinum* สามารถผลิตสารพิษที่มีผลต่อระบบประสาท หรือตัวจุลินทรีย์เองที่ก่อให้เกิดอาหารเป็นพิษ (food infection) เช่น *Salmonella* ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับอาหารมีการใช้จุลินทรีย์บางชนิดเป็นดัชนีชนิดหนึ่งที่บ่งบอกคุณภาพของอาหาร เช่น จำนวนแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม (อรทัย และ วงศ์ทิพา, 2549)

3. จุลินทรีย์ที่นำมาใช้ประโยชน์ในการแปรรูปอาหาร เช่น การใช้ยีสต์ รา และแบคทีเรียในกระบวนการหมัก (food fermentation) สามารถทำให้เพิ่มคุณค่าของอาหาร เพิ่มราคาของอาหารบางอย่างในฤดูกาลที่มีผลิตผลมากและราคาถูก เพื่อทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีราคาสูงกว่าเดิม และสามารถเก็บรักษาไว้รับประทานในฤดูกาลที่ผลิตผลนั้น ๆ ขาดแคลนได้

แบคทีเรียในเนื้อสัตว์

เนื้อสัตว์ จัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความเสี่ยงสูง เนื่องจากเป็นอาหารที่มีโปรตีนสูง และมีค่า water activity (Aw) เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคหลายชนิด สำหรับเนื้อโคแบคทีเรียอาจมาจากขน หนัง กีบเท้า และมูล เป็นต้น ส่วนใหญ่แบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค คือ *Escherichia coli* O 157: H7, *Salmonella*, *Campylobacter*, *Yersinia* และ *Listeria monocytogene* แบคทีเรียที่อาจปนเปื้อนและเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค จึงแนะนำให้มีการตรวจเชื้อ *Escherichia coli* และ *Salmonella* ในโรงฆ่าสัตว์ หรือบริเวณชำแหละและตัดแต่ง เนื่องจากการฆ่าสัตว์ที่ต้องมีการชำแหละเอาส่วนเครื่องในและลำไส้ออกจากสัตว์ กระบวนการเช่นนี้ทำให้แบคทีเรียที่อยู่ภายในออกมาปนเปื้อนกับเนื้อสัตว์และสิ่งแวดล้อม การชำแหละเอาเครื่องในออกจัดเป็นขั้นตอนวิกฤตสำหรับการผลิตเนื้อทุกชนิด เนื่องจากเมื่อผ่าเปิดช่องท้อง อาจทำให้ลำไส้ซึ่งมีแบคทีเรียอาศัยอยู่ปะปนมากับเนื้อสัตว์ โดยทั่วไปสำหรับโค เมื่อต้องการชำแหละชิ้นส่วนจะต้องทำการถลกหนังออกก่อนจากนั้นจึงทำการชำแหละ แบคทีเรียที่มักพบปนเปื้อนมากับเนื้อโคดิบคือ *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* และ *Campylobacter jejuni* (การลดการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์, 2550)

เชื้อ *Salmonella* เป็นเชื้อใน Family Enterobacteriaceae มีคุณสมบัติ คือ ย้อมติดสีแกรมลบ และเป็นเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหารของคนและสัตว์ (ศูนย์วิจัยและตรวจสอบคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำสมุทรสาคร, 2549) *Salmonella* เป็นแบคทีเรียที่ติดเชื้อจากอาหารพวกเนื้อสัตว์ (Foodborne infection) แบคทีเรียชนิดนี้เจริญได้ในร่างกายของผู้บริโภคแล้วผลิตสารพิษขึ้นภายในเซลล์ (Endotoxin) ทำให้ผู้ติดเชื้อมีอาการเวียนศีรษะ อาเจียน และท้องเดิน ระยะเวลาของการฟักตัวหรือช่วงเวลาหลังรับเชื้อเข้าไป ถึงปรากฏอาการออกมาจะกินเวลานานกว่า 6 ชั่วโมง มีรายงานว่าการที่จะปรากฏอาการออกมาได้นั้น ผู้ป่วยต้องได้รับเชื้อในปริมาณมากถึงประมาณ 1 ล้านตัว ถ้าผู้ป่วยเป็นเด็กหรือผู้สูงอายุที่มีสุขภาพอ่อนแอมาก่อนแล้วหรือเป็นโรคอย่างอื่นมาก่อนแล้วอาจทำให้ถึงตายได้ แบคทีเรียเหล่านี้มักจะพบในเนื้อเยื่อและลำไส้ของสัตว์โดยทั่ว ๆ ไป ไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์ การปนเปื้อนมักเกิดกับซากที่ทำการฆ่าแบบไม่ถูกลักษณะสุขาภิบาล โดยเฉพาะการฆ่าที่ปฏิบัติกันอยู่โดยทั่วไปในโรงฆ่าสัตว์ประเทศไทยในปัจจุบัน

เชื้อ *Escherichia coli* เป็นแบคทีเรียแกรมลบ ที่มีรูปร่างเป็นแท่งตรง ขนาด 1.1-1.5 × 2.0-6.0 ไมโครเมตร เรียงตัวเดี่ยว ๆ หรือเป็นคู่ เคลื่อนที่โดยขนที่อยู่รอบเซลล์ หรือไม่เคลื่อนที่ เป็นแบคทีเรียที่อยู่ในลำไส้ของมนุษย์โดยไม่ก่อให้เกิดโรค แต่ถ้าแบคทีเรียชนิดนี้มีการเจริญผ่านเข้าสู่กระเพาะปัสสาวะจะทำให้เกิดโรคที่เรียกว่า cystitis เกิดการอักเสบของเยื่อบุผิวหนังบริเวณนั้นได้ แหล่งที่พบ *Escherichia coli* นอกจากจะพบในดิน น้ำ และทางเดินอาหารของสัตว์ และยังสามารถพบได้ในอาหารหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์ หรืออาหารที่ผ่านการจับต้องจากมือของหลาย ๆ คน แต่เซลล์ไม่สามารถทนทานต่อความร้อนได้ ดังนั้น ในอาหารที่ผ่านความร้อนมาแล้วมักไม่มีปัญหา แต่อาจถูกปนเปื้อนภายหลังจากนั้นได้อีก *Escherichia coli* ที่สำคัญได้แก่ *Escherichia coli* O157:H7 สามารถสร้างสารพิษได้ สารพิษมี ชื่อว่า verotoxin อยู่ในกลุ่มของแบคทีเรียกลุ่ม Enterohaemorrhagic *E.coli* (EHEC) จะไม่เจริญเติบโตที่อุณหภูมิต่ำกว่า 7 องศาเซลเซียส ไม่ทนความร้อน ทำให้เกิดอาการดังนี้ ปวดท้องอย่างรุนแรง ท้องเสีย อาจอาเจียนด้วย แต่ตัวไม่ร้อน

จากรายงานของ เพชรรัตน์ และคณะ (2548) พบว่าเนื้อโคจากโรงฆ่าสัตว์ในจังหวัดกาญจนบุรีมีการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* คิดเป็น 40% และการศึกษาของ สุมาลี และคณะ (2538) โดยศึกษาเปรียบเทียบเนื้อโคจากตลาดสดและซุปเปอร์มาเก็ต พบว่าเนื้อโคมีการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* ประมาณ 86% นอกจากนี้ ศศิธร และ สุปราณี (2546) รายงานว่า พบเนื้อโคที่มีการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* คิดเป็น 54.55%

เมื่อเปรียบเทียบรายงานการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* และ *Staphylococcus aureus* ในเนื้อจากสัตว์ประเภทต่าง ๆ จากผลการศึกษาการปนเปื้อนของ *Salmonella* และ *Staphylococcus aureus*

ในเนื้อสัตว์จากตลาดสดในเขตภาคเหนือ จำนวน 881 ตัวอย่าง แบ่งเป็นตัวอย่างเนื้อสุกร ไก่ กระบือ และโค จำนวน 523, 216, 102 และ 40 ตัวอย่าง พบว่าเนื้อสัตว์มีการปนเปื้อนเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในระดับที่เกินมาตรฐาน (>100 โคโลนี/กรัม) และตรวจพบ *Salmonella* ค่อนข้างมาก โดยพบในเนื้อสุกรและไก่มากกว่าเนื้อกระบือและโค และเนื้อสุกรมีโอกาสในการปนเปื้อนเชื้อทั้ง 2 ชนิด มากกว่าเนื้อโคและเนื้อไก่ ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 13.58 และ 13.96 สำหรับเชื้อ *Salmonella* และ *Staphylococcus aureus* ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 7 จากการแยกชนิดของเชื้อ *Salmonella* ที่ตรวจพบในเนื้อสัตว์ทั้งหมดโดยแยกตามชนิดตัวอย่างเนื้อสัตว์ ดังแสดงในตาราง 8 (พรศิริ และ อนิรุธ, 2548)

ตาราง 7 การตรวจพบเชื้อ *Salmonella* และ *Staphylococcus aureus* ในเนื้อสัตว์ชนิดต่าง ๆ จากตลาดสดในเขตภาคเหนือ

ชนิดตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	ตัวอย่างที่พบเชื้อ					
		Salmonella spp.		*Staphylococcus aureus*		*Salmonella spp.* และ *Staphylococcus aureus*	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
เนื้อสุกร	523	71	13.58	73	13.96	14	2.68
เนื้อไก่	216	22	10.19	19	8.80	14	6.48
เนื้อกระบือ	102	8	7.84	10	9.80	4	3.92
เนื้อโค	40	4	10.00	1	2.50	1	2.50
รวม	881	106	12.03	103	11.69	33	3.75

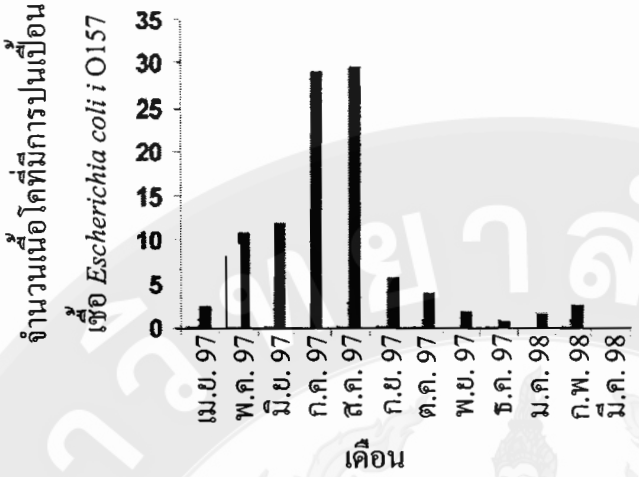
ที่มา: ดัดแปลงจาก พรศิริ และ อนิรุธ (2548)

ตาราง 8 การตรวจพบชนิดของเชื้อ *Salmonella* สายพันธุ์ต่าง ๆ ในเนื้อสัตว์จากตลาดสดในเขตภาคเหนือ

ชนิดตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่พบเชื้อ	ชนิดของเชื้อ
เนื้อสุกร	523	85	*S. stanley, S. derby, S. typhimurium*
			S. bareilly, S. rissen, S. hadar
			S. panama
			S. anatum, S. weltevreden
เนื้อไก่	216	36	*S. derby, S. typhimurium, S. stanley*
			S. rissen, S. bareilly
			S. enteritidis, S. panama
			S. anatum
เนื้อกระบือ	102	13	*S. stanley*
			S. bareilly, S. rissen
			S. enteritidis
			S. anatum, S. weltevreden
เนื้อโค	40	5	*S. stanley*
			S. rissen, S. haardt

ที่มา: ดัดแปลงจาก พรศิริ และ อนิรุธ (2548)

Chapman *et al.* (2001) รายงานจากการศึกษาการปนเปื้อนเชื้อ *Escherichia coli* O157 ของเนื้อโคจากร้านค้าปลีกของโรงฆ่าสัตว์ในประเทศอังกฤษเป็นระยะเวลา 1 ปี ในจำนวน 4,983 ตัวอย่าง พบว่า เนื้อโคมีการปนเปื้อนเชื้อ *Escherichia coli* O157 จำนวน 22 ตัวอย่าง คิดเป็น 0.44% โดยในเดือนกรกฎาคม และสิงหาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อน มีเนื้อโคที่มีการปนเปื้อนเชื้อ *Escherichia coli* O157 ในปริมาณมากกว่า 10^4/กรัม มีจำนวนมากที่สุด คือ 19.3 และ 23.8% ตามลำดับ ดังแสดงในภาพ 4



ภาพ 4 ความแตกต่างของฤดูกาลต่อการปนเปื้อนเชื้อ *Escherichia coli* O157 (>10^4/กรัม) ของผลิตภัณฑ์จากเนื้อโค

ที่มา: ดัดแปลงจาก Chapman *et al.* (2001)

ไพรัช (2551) รายงานจากการศึกษาผลการตรวจวิเคราะห์เนื้อสัตว์จากโรงฆ่าสัตว์ (โรงฆ่าโค-กระบือ และสุกร) ในเขตเทศบาลเมืองนครพนม ปี 2550 พบว่า มีการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella*, Coliform และ *Escherichia coli* ในเนื้อสัตว์ค่อนข้างมาก คือ 61.11, 31.82 และ 33.33% ตามลำดับ ดังแสดงในภาพ 5

ภาพ 5 ผลการตรวจวิเคราะห์เนื้อสัตว์จากโรงฆ่าสัตว์ในเขตเทศบาลเมืองนครพนม ปี 2550

ที่มา: ดัดแปลงจาก ไพรัช (2551)

การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์

เนื้อสัตว์เป็นอาหารที่เน่าเสียได้ง่าย (perishable food) ชนิดหนึ่ง เนื่องจากมีความชื้นสูงถึงร้อยละ 50-75 มีค่า Aw มากกว่า 0.99 มี pH 5.4-5.6 และมีธาตุอาหารพวกไนโตรเจน แร่ธาตุ และวิตามินที่อุดมสมบูรณ์ จึงเหมาะแก่การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ นอกจากนี้ยังมีลักษณะทางกายภาพเหมาะสมคือลักษณะโดยทั่วไปของเนื้อมีช่องว่างและโพรงอากาศมากมายที่ทำให้จุลินทรีย์สามารถอยู่ได้ ในขณะที่สัตว์ยังมีชีวิตอยู่ จะมีจุลินทรีย์ปะปนอยู่แล้วโดยธรรมชาติตามผิวนอกของสัตว์ เช่น ขน หนัง กีบเท้า เป็นต้น ตามอวัยวะในระบบทางเดินอาหาร เช่น ลำไส้ แต่ในกล้ามเนื้อโดยปกติปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ เนื่องจากสัตว์มีระบบภูมิคุ้มกันตามธรรมชาติ โดยระบบการหมุนเวียนของโลหิต แต่เมื่อสัตว์ถูกฆ่าเพื่อนำมาใช้เป็นอาหาร ทำให้ระบบการหมุนเวียนของโลหิตหยุดชะงักลง เนื่องจากเนื้อสัตว์ต้องผ่านขั้นตอนต่าง ๆ ได้แก่ การฆ่า การชำแหละ ทำให้เนื้อเกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดการเสื่อมเสียและเน่าเสีย รวมทั้งเกิดอาหารเป็นพิษของเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ได้ในเวลาต่อมา (อุมาพร, 2546)

อโณทัย (2535) รายงานว่า ก่อนสัตว์ตายจะมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนในเนื้อสัตว์โดยมีปัจจัยของการปนเปื้อน ดังนี้

1. อาหารในกระเพาะและลำไส้ การมีอาหารในกระเพาะและลำไส้มาก มีโอกาสที่จุลินทรีย์จะปนเปื้อนในเนื้อมาก จึงต้องให้สัตว์อดอาหารก่อนการฆ่าประมาณ 24 ชั่วโมง

2. สรีรวิทยาของสัตว์ในระยะใกล้ก่อนการฆ่า ถ้าสัตว์ได้รับความตกใจ เป็นโรค หรืออ่อนแอ แบคทีเรียจะเข้าไปในเนื้อสัตว์ได้มาก นอกจากนี้ การเอาเลือดออกไม่หมดจะทำให้มีการแพร่แบคทีเรียมากขึ้น

3. วิธีการฆ่าสัตว์และการให้ความเย็น วิธีการฆ่าแบบพื้นบ้าน เช่น การใช้มีดแทงลำคอสัตว์ จะทำให้จุลินทรีย์ แพร่ไปในกระแสโลหิตและเนื้อได้เร็ว ต่างจากวิธีการฆ่าแบบมาตรฐาน เช่น การใช้กระแสไฟฟ้าลดการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในเนื้อลงได้มาก หรือการให้ความเย็นแก่เนื้ออย่างรวดเร็วจะลดการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ในเนื้อลงได้มากด้วย

การปนเปื้อนของเนื้อสัตว์โดยจุลินทรีย์มีสาเหตุมาจากแบคทีเรียมากกว่ายีสต์และรา (อิ่มเอิบ, 2549) แบคทีเรียที่เจริญและทำให้เกิดการเสื่อมเสียในอาหารถูกแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ตามความต้องการออกซิเจนหรืออากาศในการเจริญเติบโต ได้แก่ แบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต (aerobic bacteria) เช่น *Pseudomonas* และ *Escherichia* แบคทีเรียที่เจริญได้ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน (anaerobic bacteria) เช่น *Clostridium* และแบคทีเรียที่เจริญได้ทั้งในสภาพที่มีและไม่มีออกซิเจน เช่น *Staphylococcus* แบคทีเรียส่วนใหญ่ที่เป็นสาเหตุของอาหารเน่าเสียและอาหาร

เป็นพิษมักเป็นแบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจน ปกติเนื้อที่ได้จากสัตว์ที่มีสุขภาพดี ไม่เป็นโรค จะปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ แต่เชื้อจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นมักเป็นผลมาจากการปนเปื้อนในขั้นตอนการฆ่า การตัดแต่ง และการเก็บรักษา

จากรายงานของ Prendergast *et al.* (2004) ศึกษาเปรียบเทียบสายการผลิตในโรงฆ่าแบบเส้นตรง (โรงฆ่า A) และแบบไม่เป็นเส้นตรง (โรงฆ่า B) โดยสายการผลิตในโรงฆ่า A มีรางเป็นเส้นตรง การฆ่า การชำแหละ และห้องเย็น จะอยู่บนพื้นชั้นเดียว ส่วนโรงฆ่า B เป็นพื้น 2 ชั้น และมีรางขดไปมา โดยโคจะถูกเคลื่อนย้ายจากชั้นล่างเพื่อขึ้นไปฆ่าและแบ่งซากที่ชั้นบน จากนั้นซากจะถูกเคลื่อนย้ายลงมาเก็บในห้องเย็นที่ชั้นล่างหลังการล้างซาก พื้นที่สำหรับล้างซากมีกำแพงล้อมรอบสูงประมาณ 3 เมตร พบว่าในขั้นตอนการทำซากให้แห้ง ซากโคจากโรงฆ่า B จะมีแบคทีเรีย Psychrotrophs มากกว่า นอกจากนี้ซากโคก่อนล้างและหลังล้างจากโรงฆ่า B จะมีจำนวนแบคทีเรียรวมและ *Enterobacteriaceae* มากกว่า ดังนั้นโรงฆ่าที่มีสายการผลิตแบบเส้นตรงสามารถลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในซากโคได้ ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 ปริมาณแบคทีเรียของซากโคจากโรงฆ่าที่มีการออกแบบแตกต่างกัน ($log_{10}cfu/m^3$)

ขั้นตอน	Total viable count		Pseudomonas		Psychrotrophs		*Enterobacteriaceae*	
	A	B	A	B	A	B	A	B
ทำซากให้แห้ง	3.49	3.03	1.06	0.91	-0.21^{b}	0.43^{a}	0.60	0.84
เอาเครื่องในออก	3.16	2.85	0.78	1.24	0.18	0.58	0.22	1.00
การแบ่งซาก	2.80	3.09	0.92	0.95	-0.39	0.10	0.06	0.47
ก่อนล้างซาก	2.04^{b}	2.83^{a}	0.76	1.03	-0.38	0.05	-0.14^{b}	0.37^{a}
หลังล้างซาก	1.79^{b}	2.78^{a}	0.35	1.67	-0.32	-0.28	-0.39^{b}	0.46^{a}

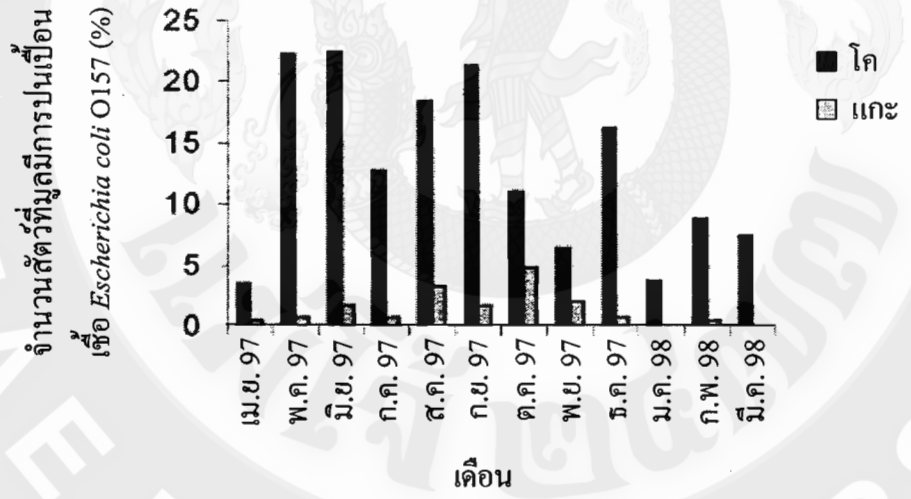
หมายเหตุ ^{ab} อักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)
ที่มา: ดัดแปลงจาก Prendergast *et al.* (2004)

พิพรรธพงศ์ (2549) รายงานว่า โรงฆ่าสัตว์ที่ปรับปรุงให้มีที่เก็บรวบรวมขยะมูลฝอย ที่เก็บอุปกรณ์ แท่นชำแหละสัตว์เพื่อป้องกันการปนเปื้อน มีการจัดการระบบระบายน้ำเสีย การทำความสะอาดภายในโรงฆ่า การกำจัดแมลง นก และสัตว์พาหะอย่างสม่ำเสมอ สามารถลดจำนวนแบคทีเรียรวมที่ปนเปื้อนในเนื้อสุกรได้ ซึ่งสาเหตุของการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ ได้แก่

1. การปนเปื้อนจากตัวสัตว์

จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนจากตัวสัตว์ ได้แก่ แบคทีเรียพวกโคลิฟอร์ม ที่อาศัยอยู่ในอวัยวะต่าง ๆ ในระบบทางเดินอาหาร เช่น ลำไส้ กระเพาะ ท่อน้ำเหลือง ซึ่งสามารถปนเปื้อนเข้าไปในซากได้ในขั้นตอนการฆ่าและการตัดแต่งซาก หากผู้ปฏิบัติงานไม่มีความชำนาญและไม่ระมัดระวังจะทำให้จุลินทรีย์มีโอกาสแพร่กระจายได้สูง โดยเฉพาะซากที่เกิดการปนเปื้อนเชื้อ *Escherichia coli* O157:H7 ที่นำไปปรุงอาหารโดยใช้ความร้อนไม่เพียงพอ จะทำให้เนื้อนั้นไม่ปลอดภัย และอาจเกิดโรคอาหารเป็นพิษได้

จากการศึกษาการปนเปื้อนเชื้อ *Escherichia coli* O157 ของซากโคและแกะในประเทศอังกฤษ โดย Chapman *et al.* (2001) ทำการเก็บตัวอย่างมูลจากไส้ตรงของโคและแกะหลังการฆ่า จำนวน 4,800 ตัว และ 7,200 ตัว ตามลำดับ พบว่ามูลโคมีการปนเปื้อนเชื้อ *Escherichia coli* O157 จำนวน 620 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 12.9 และมูลแกะมีการปนเปื้อนจำนวน 100 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 1.4 โดยในแต่ละเดือนจะมีค่าใกล้เคียงกัน ดังแสดงในภาพ 6



ภาพ 6 จำนวนสัตว์ที่มูลมีการปนเปื้อนเชื้อ *Escherichia coli* O157 ในแต่ละเดือน
ที่มา: ดัดแปลงจาก Chapman *et al.* (2001)

ดังนั้น ในโรงงานฆ่าสัตว์จึงต้องเก็บเศษมูลและสิ่งปนเปื้อนออกจากซากให้หมดก่อนที่จะล้างและจำหน่ายให้กับผู้บริโภค นอกจากนี้ การแช่ซากในน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 10 วินาที จะช่วยลดปริมาณแบคทีเรียพวกโคลิฟอร์มลงไปได้ถึงร้อยละ 99 (อุมาพร, 2546)

2. การปนเปื้อนจากน้ำใช้

น้ำใช้ในกระบวนการต่าง ๆ เช่น น้ำที่ใช้ในการล้างซากโค หรือน้ำที่ใช้ในการล้างเครื่องมือต่าง ๆ จะมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่ เช่น การชำแหละซากโคจะมีการปนเปื้อนของ จุลินทรีย์จากมีดที่ใช้เชือดคอ ดังนั้นน้ำที่ใช้ในการล้างแต่ละขั้นตอนจึงต้องมีคลอรีนเหลืออยู่ในปริมาณที่สามารถลดหรือป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ได้ เช่น น้ำที่ใช้ สำหรับล้างวัตถุดิบควรมีคลอรีนเหลืออยู่ 3-5 ppm น้ำล้างโต๊ะปฏิบัติงานและน้ำล้างพื้นควรมีคลอรีนเหลืออยู่ 25-30 ppm และ 100-200 ppm ตามลำดับ

3. การปนเปื้อนจากเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ

เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น มีด ใบเลื่อย ที่ใช้ในการชำแหละและตัดแต่งซากรวมทั้งเครื่องมือและเครื่องใช้อื่น ๆ ได้แก่ เครื่องบด เครื่องสับ เครื่องบรรจุที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนไปจนถึงผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้จะมีการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์อยู่ ควรทำการตรวจสอบและทำความสะอาดทุกวัน โดยการตรวจสอบด้วยสายตา (visual inspection) และมีการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อวัสดุอุปกรณ์ที่สัมผัสกับเนื้อและผลิตภัณฑ์อย่างสม่ำเสมอและทั่วถึงตลอดเวลา เช่น กำหนดให้ทำความสะอาดวัสดุและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการฆ่าและชำแหละและการตัดแต่งซากทุกครั้งที่ปฏิบัติการเสร็จด้วยน้ำผสมคลอรีนหรือกรดแลคติก (อุมาพร, 2546)

Eustace *et al.* (2007) รายงานจากการศึกษาขั้นตอนการทำความสะอาดมีดในโรงฆ่าโคและแกะที่ทำการฆ่าบนพื้นโรงฆ่า โดยล้างมีดด้วยน้ำอุณหภูมิ 20-40 องศาเซลเซียส ตามด้วยการจุ่มในน้ำอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 82 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับการล้างด้วยน้ำอุณหภูมิ 20-40 องศาเซลเซียส เช่นกัน และตามด้วยการแช่ในน้ำอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส พบว่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน และ *Escherichia coli* ในเนื้อโคและแกะ มีปริมาณใกล้เคียงกัน

4. การปนเปื้อนจากผู้ปฏิบัติงาน

ผู้ปฏิบัติงานที่มีอนามัยส่วนบุคคลไม่ดีจะเป็นสาเหตุของการปนเปื้อนได้ เนื่องจากมือเป็นแหล่งที่นำไปสู่การแพร่กระจายของเชื้อที่สำคัญ และเป็นสาเหตุของการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ นอกจากนี้ เสื้อผ้า เครื่องแต่งกายของผู้ปฏิบัติงานที่สัมผัสในการเคลื่อนย้ายซาก การตัดแต่งซาก และการบรรจุ ก็เป็นสาเหตุของการปนเปื้อนด้วยเช่นกัน ผู้ปฏิบัติงานควรปฏิบัติตามหลักสุขลักษณะส่วนบุคคลที่ดี โดยล้างมือด้วยน้ำผสมคลอรีนหรือน้ำยาฆ่าเชื้อทุกครั้งก่อนและหลังปฏิบัติงาน สวมเสื้อผ้าที่สะอาด ไม่เป็นโรคที่เกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ หรือโรคผิวหนัง และควรตรวจสอบความสะอาดของคนงานทางจุลชีววิทยาอย่างสม่ำเสมอ

5. การปนเปื้อนจากอากาศ

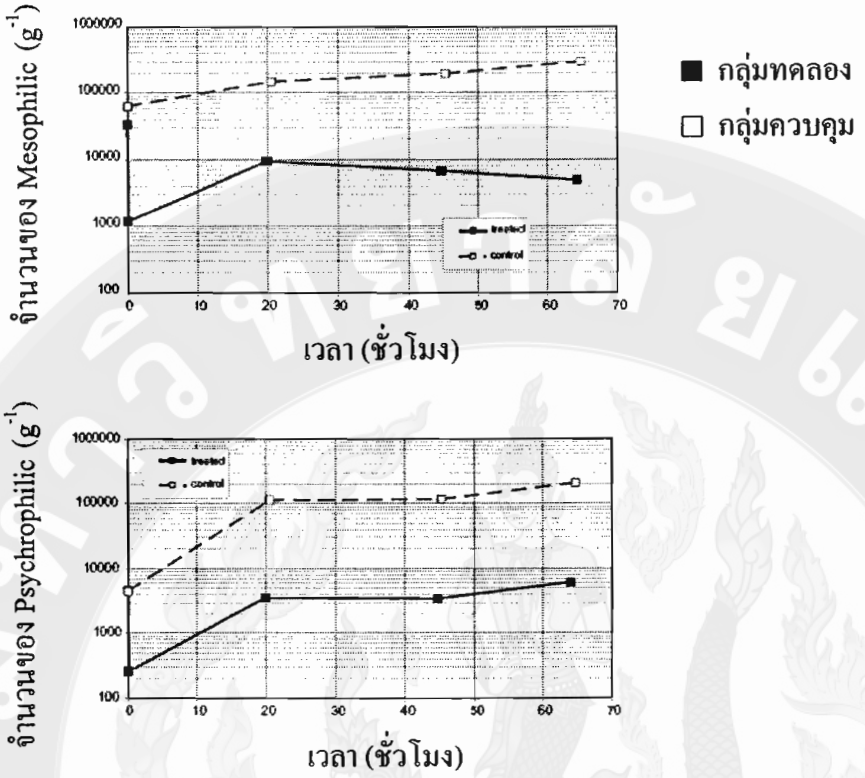
การปนเปื้อนจากอากาศรอบซาก เนื้อ หรือในห้องแปรรูป อาจปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในอากาศตามธรรมชาติได้ โรงงานจึงต้องมีสุขาภิบาลที่ดี เช่น มีห้องเย็น ห้องตัดแต่ง ห้องเก็บซากที่ตัดแต่งแล้ว เป็นต้น

6. การปนเปื้อนจากกระบวนการผลิต

การปนเปื้อนจากกระบวนการผลิตเกิดขึ้นได้จากสภาพต่าง ๆ ขณะแปรรูป หรือประกอบอาหาร เช่น การตัดชิ้นเนื้อให้มีขนาดเล็กลง หรือการบดสับให้ละเอียดซึ่งเพิ่มพื้นที่ผิวของเนื้อที่จุลินทรีย์จะเกิดการปนเปื้อนขึ้นได้ เนื้อที่ใช้สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะเพื่อทำผลิตภัณฑ์ประเภทลดขนาด ไม่ควรเสีย หรือเป็นเมือก และควรมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนในปริมาณต่ำ นอกจากนี้ยังอาจป้องกันได้หลายวิธี เช่น การทำให้เย็นภายหลังการชำแหละทันที การเก็บที่อุณหภูมิต่ำ และการสุขาภิบาลที่ดีของโรงงาน เป็นต้น

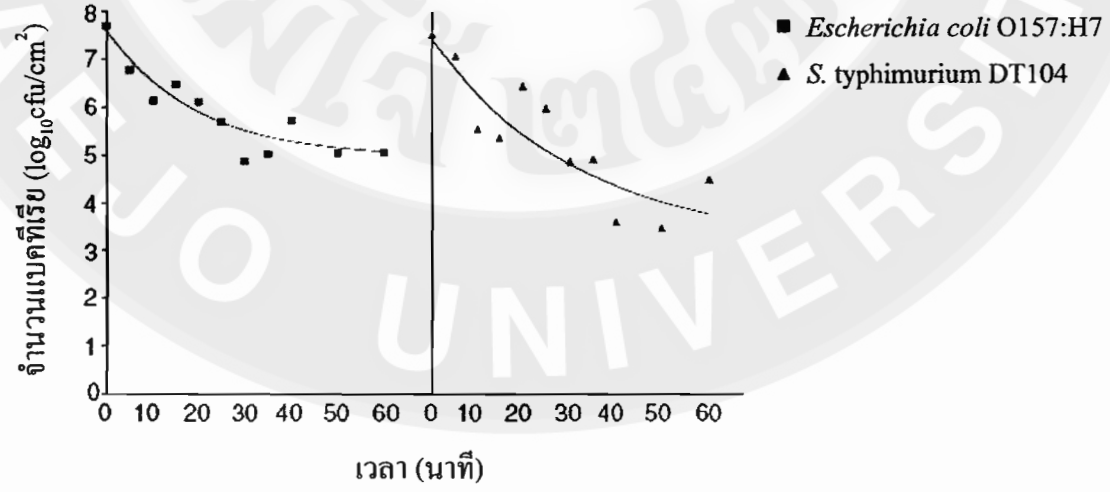
Pipek *et al.* (2005) รายงานจากการศึกษาการลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ของซากโค โดยใช้วิธีพ่นไอน้ำและสารละลายกรดแลคติก (lactic acid) 2% บนผิวหน้าของซากในขั้นตอนสุดท้ายของการฆ่า และนำซากเข้าแช่เย็นที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24, 96 และ 120 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมโดยใช้ซากอีกข้างหนึ่งของซากโคตัวเดียวกัน (โดยเก็บตัวอย่างเนื้อจากผิวหน้าซากบริเวณเนื้อขาหลัง ขนาด 40×40×5 มิลลิเมตร) พบว่า การพ่นไอน้ำและสารละลาย lactic acid 2% สามารถลดจำนวนแบคทีเรียประเภท Mesophilic และ Psychrophilic บนผิวหน้าของซากโคได้ และในระหว่างการแช่เย็น การเจริญเติบโตของแบคทีเรียประเภท Psychrophilic จะเติบโตรวดเร็วกว่าประเภท Mesophilic ดังแสดงในภาพ 7

สอดคล้องกับรายงานของ McCann *et al.* (2006) ศึกษาระดับการพ่นไอน้ำในระยะเวลาต่าง ๆ พบว่า ปริมาณเชื้อ *Salmonella typhimurium* DT104 และ *Escherichia coli* O157:H7 บนผิวเนื้อโคจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำภายใน 10 วินาที และจะค่อย ๆ ลดลงอย่างช้า ๆ จนถึงเวลา 50 วินาที ดังแสดงในภาพ 8



ภาพ 7 การเจริญเติบโตของแบคทีเรียประเภท Psychrophilic และ Mesophilic ของซากโคในระหว่างการแช่เย็น

ที่มา: ดัดแปลงจาก Pipek *et al.* (2005)



ภาพ 8 ผลของระยะเวลาในการฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำต่อจำนวนเชื้อ *Escherichia coli* O157:H7 และ *S. typhimurium* DT104 บนผิวหน้าเนื้อโค

ที่มา: ดัดแปลงจาก McCann *et al.* (2006)

มาตรฐานจุลินทรีย์ในเนื้อโค

สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ ที่ผลิตเพื่อจำหน่ายนั้น มีหลายหน่วยงานที่มีส่วนร่วมในการรับผิดชอบ เพื่อการรณรงค์และสนับสนุนให้ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตอาหารที่มีคุณภาพสามารถเข้าสู่ตลาดโลกได้ โดยการออกกฎหมายมาตรการต่าง ๆ เพื่อให้การผลิตอาหารถูกสุขลักษณะ จากรายงานของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2547) รายงานว่าเนื้อโคเป็นสินค้าเกษตรด้านปศุสัตว์ โดยขั้นตอนการผลิตเนื้อนับตั้งแต่การเลี้ยงระดับฟาร์มจนถึงผู้บริโภค ยังคงเป็นการผลิตในท้องที่เป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นเพื่อให้เนื้อโคของไทยมีคุณภาพเทียบเท่าระดับสากล สามารถส่งเสริมให้เป็นสินค้าส่งออก กรมปศุสัตว์และกระทรวงสาธารณสุขจึงได้กำหนดมาตรฐานจุลินทรีย์ในเนื้อโค ดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 แสดงมาตรฐานทางจุลชีววิทยาของเนื้อโค

จุลินทรีย์	ค่ากำหนด
จุลินทรีย์ทั้งหมด	$< 5\times10^{6}$ โคโลนี/กรัม
Escherichia coli	< 50 MPN/กรัม
Salmonella spp.	ไม่พบ ในตัวอย่าง 25 กรัม
Staphylococcus aureus	$< 1\times10^{2}$ โคโลนี/กรัม
Bacillus cereus	$< 1\times10^{2}$ โคโลนี/กรัม

หมายเหตุ MPN (Most Probable Number) = จำนวนมากที่สุดของจุลินทรีย์ที่อาจมีได้ในตัวอย่างอาหาร

ที่มา: ดัดแปลงจาก ศศิธร (2550)

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์

อโณทัย (2535) รายงานว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ได้แก่

1. ชนิดและจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในเนื้อ และการแพร่จุลินทรีย์ในเนื้อ

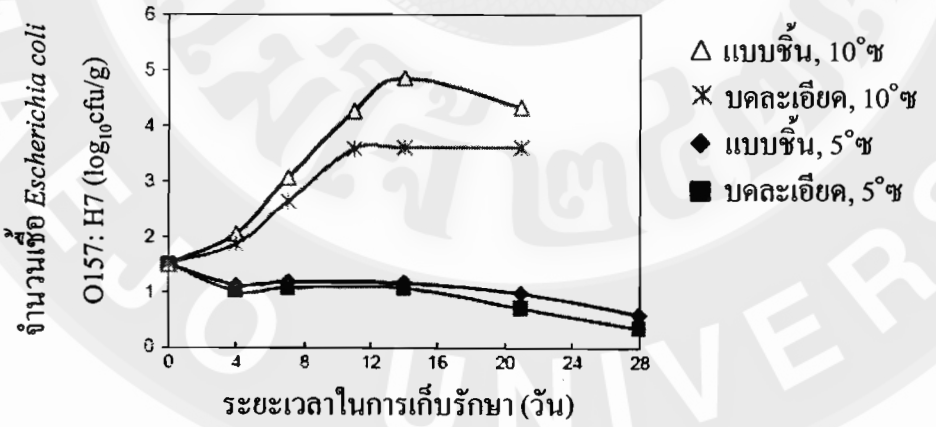
เนื้อที่มีการปนเปื้อนจุลินทรีย์พวกเติบโตได้ดีในที่อุณหภูมิต่ำจำนวนมาก เช่น *Pseudomonas* และ *Achromobacter* อาจทำให้เนื้อเสื่อมเสียในที่อุณหภูมิต่ำแบบเย็นธรรมดาเร็วมากกว่า

เนื้อที่ปนเปื้อนจุลินทรีย์พวกเติบโตได้ดีในที่อุณหภูมิต่ำจำนวนน้อย และถ้าจุลินทรีย์พวกนี้แพร่ในเนื้อได้มาก จะทำให้เนื้อเสื่อมเสียได้ง่ายและเร็ว แม้ว่าจะเก็บเนื้อไว้ในที่อุณหภูมิต่ำแบบเย็นธรรมดาก็ตาม

2. คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อ

พื้นที่ผิวหน้าของเนื้อที่สัมผัสกับอากาศมีผลต่อการเสื่อมเสีย เนื่องจากจุลินทรีย์มีอยู่ในอากาศเป็นจำนวนค่อนข้างมาก เนื้อที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสกับอากาศมากจะเหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์พวกเติบโตในที่มีออกซิเจน ไขมันอาจจะปกปิดผิวหน้าเนื้อได้บ้าง แต่เนื้ออาจเสื่อมเสียได้โดยเอ็นไซม์ในเนื้อเอง และจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน การบดหรือสับเนื้อให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวมากขึ้นและสนับสนุนให้จุลินทรีย์เติบโต เนื่องจากทำให้ความชื้นในเนื้อแพร่ออกมา

Li and Logue (2005) รายงานจากการศึกษาการเจริญเติบโตและการรอดชีวิตของเชื้อ *Escherichia coli* O157: H7 ในเนื้อกระทิงของสหรัฐอเมริกา โดยเปรียบเทียบเนื้อแบบเป็นชิ้นและบดละเอียดซึ่งมีปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* O157: H7 เริ่มต้นที่ระดับ 1.5 $\log_{10}$cfu/g โดยเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน และที่ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน พบว่าเนื้อกระทิงที่เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เชื้อ *Escherichia coli* O157: H7 จะไม่มีการเจริญเติบโต แต่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ ขณะที่เนื้อที่เก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เชื้อจะมีการเจริญเติบโต โดยจะพบในเนื้อแบบเป็นชิ้นมากกว่าในเนื้อบดละเอียด ดังแสดงในภาพ 9



ภาพ 9 จำนวนเชื้อ *Escherichia coli* O157: H7 ของเนื้อกระทิงแบบชิ้นและบดละเอียดที่มีอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่ 5 และ 10 องศาเซลเซียส

ที่มา: ดัดแปลงจาก Li and Logue (2005)

3. คุณสมบัติทางเคมีของเนื้อ

ความชื้นในเนื้อเป็นสิ่งหนึ่งที่กำหนดว่าจุลินทรีย์ชนิดใดจะเติบโตได้ดีกว่ากัน ถ้าผิวหน้าเนื้อมีความแห้งมาก จุลินทรีย์อาจไม่เติบโตหรือเติบโตได้น้อยมาก แต่ความชื้นต่ำอาจมีราเติบโตได้ ความชื้นสูงขึ้นอาจจะสนับสนุนการเติบโตของยีสต์ และถ้าความชื้นสูงขึ้นอีก แบคทีเรียอาจเติบโตได้ดีขึ้น เนื่องจากเนื้อมีคาร์โบไฮเดรตที่จุลินทรีย์ใช้ประโยชน์ได้ในปริมาณต่ำหรือเกือบไม่มีเลย แต่มีโปรตีนสูง ทำให้จุลินทรีย์พวกที่สามารถใช้โปรตีนได้เติบโตได้ดีกว่าจุลินทรีย์พวกที่สามารถใช้คาร์โบไฮเดรต ด้านความเป็นกรด-ด่างของเนื้อดิบอาจจะมีค่าประมาณ 5.7 จนถึง 7.2 ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณของกรดที่มีอยู่ ในเนื้อที่มีค่า pH 7.2 ทำให้แบคทีเรียส่วนมากเติบโตได้ดี ถ้าค่า pH ต่ำ เช่น 5.7 อาจทำให้แบคทีเรียส่วนมากเติบโตช้าลง แต่พวกยีสต์อาจเติบโตได้ดีกว่า

4. ปริมาณออกซิเจนในเนื้อ

สภาวะที่มีออกซิเจนที่ผิวหน้าเนื้อเป็นสภาวะที่ต้องการของจุลินทรีย์พวกเติบโตในที่มีออกซิเจน ภายในก้อนเนื้อเป็นสภาวะที่มีออกซิเจนน้อยกว่าบริเวณผิวหน้า ยกเว้นกรณีที่ห่อหุ้มก้อนเนื้อด้วยวัสดุที่ออกซิเจนไม่สามารถซึมเข้าได้ ภายในก้อนเนื้อนี้การย่อยโปรตีนในสภาวะไม่มีอากาศอาจเกิดขึ้นได้ซึ่งมีสาเหตุมาจากจุลินทรีย์พวกเติบโตในที่ไม่มีออกซิเจน

จากรายงานของ Mayr *et al.* (2003) ศึกษาผลของรูปแบบการบรรจุภัณฑ์ต่อจำนวนแบคทีเรียในเนื้อโค โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 11 วัน พบว่าเนื้อโคที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศจะมีจำนวน Aerobic bacteria, *Pseudomonas* spp. และ *Enterobacteriaceae* น้อยกว่า แต่จะมีจำนวน Lactic acid bacteria และ *Enterococcus* spp. มากกว่าเมื่อเทียบกับเนื้อโคที่บรรจุภัณฑ์แบบมีอากาศ ดังแสดงในตาราง 11

5. อุณหภูมิ

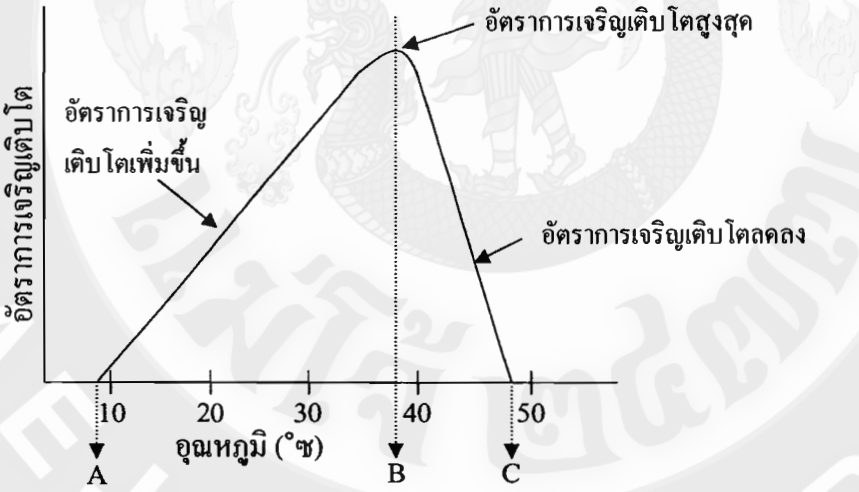
จุลินทรีย์แต่ละกลุ่มจะเจริญได้ในช่วงอุณหภูมิที่จำกัด จุลินทรีย์บางกลุ่มอาจเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง จนถึงมากกว่าจุดเดือด (100 องศาเซลเซียส) ซึ่งพิจารณาจากผลกระทบของช่วงอุณหภูมิที่มีต่อการทำงานของเยื่อหุ้มเซลล์และเอ็นไซม์ต่าง ๆ จุลินทรีย์หลายชนิดจะมีอุณหภูมิที่สามารถเจริญได้คล้ายกับ *Escherichia coli* ซึ่งอุณหภูมิที่เชื้อ *Escherichia coli* สามารถเจริญได้เหมาะสมที่สุด คือ 37 องศาเซลเซียส ดังแสดงในภาพ 10

ตาราง 11 จำนวนแบคทีเรียของเนื้อโคที่มีการบรรจุภัณฑ์แบบมีอากาศและสุญญากาศ

ชนิดของแบคทีเรีย	จำนวนแบคทีเรีย (log_{10}cfu/g)		
	เริ่มต้น	หลังจาก 11 วัน ที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 4 °ซ	
		แบบมีอากาศ	แบบสุญญากาศ
Aerobic bacteria	5.13 ± 0.40	8.70 ± 0.10*	5.53 ± 0.10
Pseudomonas spp.	4.38 ± 0.20	8.72 ± 0.11*	4.79 ± 0.07*
Enterobacteriaceae	4.25 ± 0.13	7.75 ± 0.25*	4.52 ± 0.13
Lactic acid bacteria	3.95 ± 0.05	4.91 ± 0.12*	5.25 ± 0.11*
Enterococcus spp.	3.81 ± 0.20	4.65 ± 0.19*	5.18 ± 0.06*

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ที่มา: ดัดแปลงจาก Mayr *et al.* (2003)



ภาพ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตและอุณหภูมิของเชื้อ *Escherichia coli*

ที่มา: อุมาพร (2546)

6. ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (water activity)

จุลินทรีย์ต้องการน้ำในการเจริญเติบโต น้ำที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ได้เรียกว่า available water หรือ water activity (Aw) แม้สิ่งแวดล้อมของจุลินทรีย์จะมีน้ำในปริมาณมาก แต่จุลินทรีย์อาจนำมาใช้ประโยชน์ไม่ได้มาก เนื่องจากน้ำมีตัวถูกละลายอยู่ เช่น น้ำตาลหรือเกลือ ทำให้ไม่สามารถซึมผ่านผนังเซลล์ของจุลินทรีย์ได้

ค่า Aw ของเนื้อสัตว์สดประมาณ 0.99 ขึ้นไปเป็นค่าที่เหมาะสมที่สุดต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์หลายชนิด (ชัยณรงค์, 2529) และจะมีสารอาหารละลายอยู่เหมาะสมกับการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ค่า Aw ต่ำที่สุดที่จุลินทรีย์จะเจริญได้อยู่ที่ 0.61 ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้ ได้แก่ พวกราต่าง ๆ หากค่า Aw ลดลงกว่าจุดต่ำสุดที่มันจะเจริญได้ มีผลทำให้จุลินทรีย์จะไม่สามารถเจริญได้และค่อย ๆ ตายลง และจากการศึกษาของ Kinsella *et al.* (2007) พบว่า เนื้อโคที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และมีค่า Aw อยู่ที่ 0.79 และ 0.86 จะพบเซลล์จุลินทรีย์ *Salmonella enterica* ชนิด Typhimurium DT104 ต่ำกว่า เนื้อโคที่มีค่า Aw อยู่ที่ 0.92, 0.96 และ 0.99 ซึ่งค่า Aw ต่ำสุดสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ก่อโรค และจุลินทรีย์อื่น ๆ ดังแสดงในตาราง 12

7. ค่า pH

pH ภายในเซลล์ของจุลินทรีย์มีค่าใกล้เคียงกับ pH 7 จุลินทรีย์มีค่า pH ที่สามารถเจริญเติบโตได้ในช่วงต่างกัน ระหว่าง 4.0-11.0 ดังแสดงในตาราง 13 จุลินทรีย์โดยทั่วไปจะเจริญได้ดีในอาหารที่มี pH 5.5-7.0 แบคทีเรียส่วนใหญ่ไม่ทนต่อกรด จึงเจริญได้ดีในอาหารประเภทเนื้อสัตว์ แต่มีแบคทีเรียบางชนิด เช่น lactic acid bacteria สามารถเจริญได้ดีในอาหารที่เป็นกรด เช่น แหนม และนมเปรี้ยว ส่วนยีสต์และราเจริญได้ในอาหารที่มี pH ต่ำ หรืออาหารที่เป็นกรด (มีรสเปรี้ยว) จุลินทรีย์ที่สร้างสารพิษและทำให้ผู้บริโภคเสียชีวิตเป็นจำนวนมาก คือ *Clostridium botulinum* สำหรับ pH ของอาหารมีผลต่อความต้านทานของแบคทีเรีย คือ ในอาหารที่มีความเป็นกรดสูง หรือมีค่า pH ต่ำ แบคทีเรียจะสามารถทนความร้อนได้น้อยกว่า

ตาราง 12 ค่า Aw ต่ำสุดสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ก่อโรค และจุลินทรีย์อื่น ๆ

จุลินทรีย์ที่ก่อโรค และจุลินทรีย์อื่น ๆ	ค่า Aw ต่ำสุด
Bacillus cereus	0.95
Clostridium botulinum Type A	0.97
Clostridium botulinum Type B	0.94
Clostridium perfringens	0.95
Escherichia coli	0.95
Salmonella spp.	0.95
Staphylococcus aureus	0.83
Staphylococcus aureus (Toxin Production)	0.86
Vibrio parahaemolyticus	0.94
Aspergillus glaucus (เชื้อรา)	0.70
Aspergillus echinulatus (เชื้อรา)	0.64
Saccharomyces rouxii (เชื้อยีสต์)	0.62

ที่มา: ดัดแปลงจาก วิลาวัณย์ (2539)

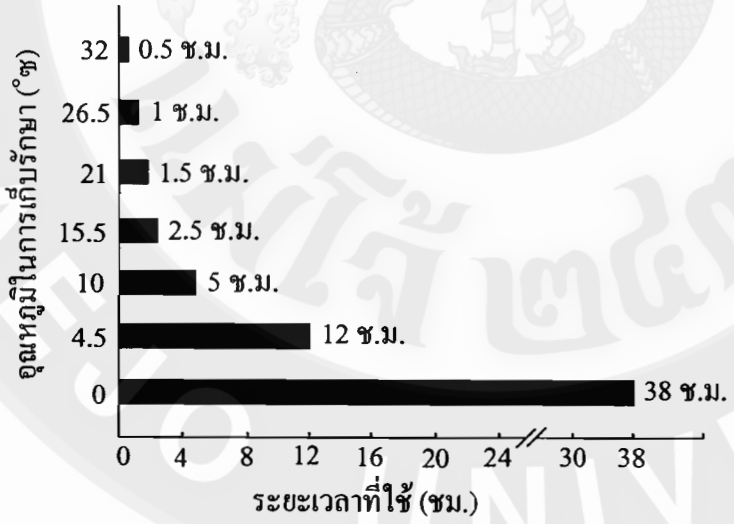
ตาราง 13 ช่วง pH ในการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดอาหารเป็นพิษ

จุลินทรีย์	Minimum	Optimum	Maximum
Staphylococcus aureus	4.0	6.0-7.0	9.8
Clostridium perfringens	5.5	7.0	8.0
Listeria monocytogenes	4.1	6.0-8.0	9.6
Salmonella spp.	4.05	7.0	9.0
Vibrio parahaemolyticus	4.8	7.0	11.0
Bacillus cereus	4.9	7.0	9.3
Campylobacter	4.9	7.0	9.0
Yersinia	4.6	7.0-8.0	9.0
Clostridium botulinum	4.2	7.0	9.0

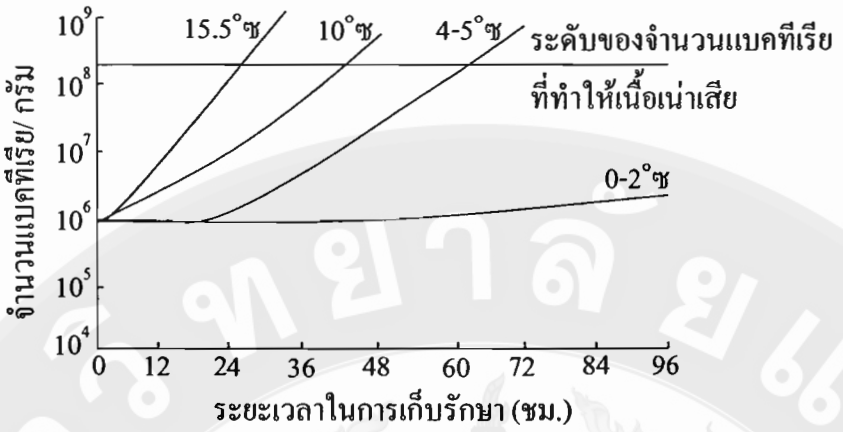
ที่มา: ดัดแปลงจาก อุมาพร (2546)

ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ จำนวนแบคทีเรีย และระยะเวลาการเก็บเนื้อ

อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากในการเก็บรักษาเนื้อ เนื่องจากมีผลกระทบต่อระยะห่างของชั่วอายุแบคทีเรีย (generation interval) ซึ่งหมายถึงระยะเวลาที่ใช้ในการที่แบคทีเรีย 1 เซลล์ จะแบ่งตัวออกเป็น 2 เซลล์ สำหรับแบคทีเรียชนิด Psychrophiles ในเนื้อโคบดเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส แบคทีเรียจะใช้เวลามากกว่า 12 ชั่วโมง ในการแบ่งตัวจาก 1 เซลล์ เป็น 2 เซลล์ ในทางตรงกันข้าม ถ้าเก็บเนื้อไว้ที่อุณหภูมิสูงขึ้น เช่น 32 องศาเซลเซียส ระยะเวลาการแบ่งตัวของแบคทีเรียจะเหลือเพียง 30 นาทีเท่านั้น ดังแสดงในภาพ 11 หากพิจารณาโดยวัดระดับของการเน่าเสียของเนื้อโคบดด้วยการวัดจำนวนแบคทีเรีย ซึ่งถ้าเก็บรักษาเนื้อไว้ที่อุณหภูมิสูง เนื้อจะเน่าเสียภายในเวลาสั้นมาก ดังแสดงในภาพ 12 เนื้อที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15.5 องศาเซลเซียส จะเน่าเสียภายในเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง แต่ถ้าเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส จะเน่าเสียในเวลาเกือบ 60 ชั่วโมง และถ้าหากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0-2 องศาเซลเซียส จะเก็บเนื้อได้นานกว่า 96 ชั่วโมง (4 วัน) โดยที่เนื้อโคบดยังไม่เน่าเสีย ระดับการเน่าเสียจากการทดลองนี้วัดโดยการตรวจกลิ่น การปรากฏของกลิ่นบนผิวเนื้อ และการวัดจำนวนแบคทีเรียระดับ 300 ล้านเซลล์ต่อเนื้อ 1 กรัม (ชัยณรงค์, 2529)

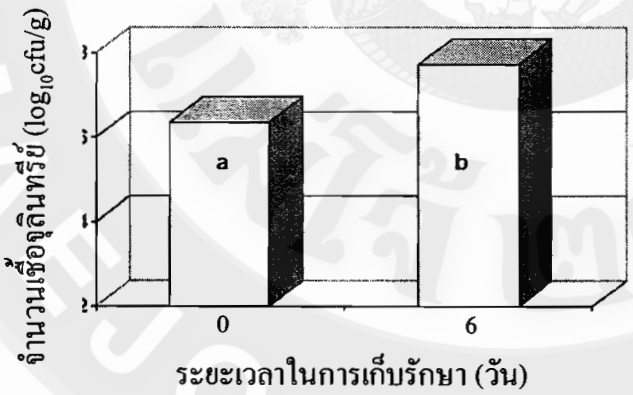


ภาพ 11 ระยะเวลาชั่วอายุของแบคทีเรียแบบ Psychrophiles ที่อุณหภูมิเก็บรักษาต่างกัน
ที่มา: ชัยณรงค์ (2529)



ภาพ 12 ระยะเวลาการเก็บรักษาที่จะทำให้เนื้อโคบดเน่าเสียที่อุณหภูมิต่างกัน
ที่มา: ชัยณรงค์ (2529)

Montgomery *et al.* (2003) รายงานจากการศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อต่อการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อไหล่โคจากโรงงานบรรจุภัณฑ์ในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยเก็บรักษาเนื้อในถุงพลาสติก ที่อุณหภูมิ 0±1 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์จะเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อนานขึ้น ดังแสดงในภาพ 13



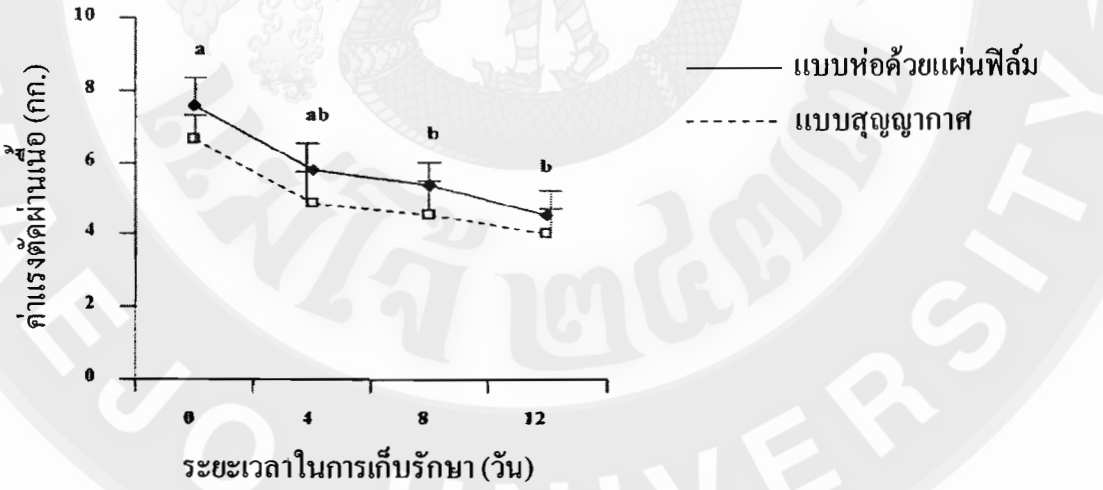
หมายเหตุ [ab] ค่าพารามิเตอร์ที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)
ภาพ 13 ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อต่อการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโค
ที่มา: ดัดแปลงจาก Montgomery *et al.* (2003)

จากการศึกษาผลของภาชนะบรรจุและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อองค์ประกอบทางเคมี และคุณภาพเนื้อของเนื้อสันและเนื้อขาหลังโค โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 3 และ 5 วัน พบว่าเนื้อที่เก็บรักษาในถาดโฟมที่มีความลึกมากกว่า (1 นิ้ว) สามารถ

รักษาปริมาณโปรตีนและไขมันได้ แต่มีการสูญเสียน้ำมากกว่าเนื้อที่เก็บในถาดโฟมที่ตื้น (1/2 นิ้ว) และเนื้อที่มีระยะเวลาในการเก็บรักษานานจะมีคะแนนของรสชาติ และความพอใจของผู้บริโภคเพิ่มขึ้น (สุทธิพงศ์ และคณะ, 2546)

Kannan *et al.* (2002) รายงานว่าเมื่อศึกษาค่าแรงตัดผ่านเนื้อของเนื้อสันนอกโคในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน คือ แบบสุญญากาศ และการห่อด้วยแผ่นฟิล์มซึ่งมีการเอาออกซิเจนออก และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 4, 8 หรือ 12 วัน พบว่าเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการเก็บรักษานานจะมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่ำ โดยค่าแรงตัดผ่านเนื้อของเนื้อโคที่มีการบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 แบบ จะมีค่าใกล้เคียงกัน ดังแสดงในภาพ 14

สอดคล้องกับรายงานของ Oliete *et al.* (2006) ได้ศึกษาผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อต่อคุณภาพเนื้อโคในประเทศสเปน โดยเก็บรักษาเนื้อแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0-2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1, 7 และ 14 วัน พบว่า เนื้อจะมีค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) สูงขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บเนื้อเพิ่มขึ้น โดยเนื้อที่มีระยะเวลาการเก็บ 1 วัน จะมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด แต่ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ และค่าแรงตัดผ่านเนื้อมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดในเนื้อที่มีระยะเวลาในการเก็บ 14 วัน ดังแสดงในตาราง 14



หมายเหตุ [ab] ค่าพารามิเตอร์ที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ภาพ 14 ค่าแรงตัดผ่านเนื้อของเนื้อโคที่มีรูปแบบการบรรจุภัณฑ์และระยะเวลาในการเก็บรักษาแตกต่างกัน

ที่มา: ดัดแปลงจาก Kannan *et al.* (2002)

ตาราง 14 ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อต่อคุณภาพเนื้อโค

ค่าพารามิเตอร์	ระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อ (วัน)		
	1	7	14
pH	5.49	5.48	5.51
ค่าสีเนื้อ			
- Lightness (L^*)	38.98	38.18	38.81
- Redness (a*)	14.66^{b}	15.34^{a}	15.64^{a}
- Yellowness (b*)	8.79^{b}	9.62^{a}	10.09^{a}
ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (%)	25.10^{a}	23.91^{a}	21.80^{b}
ค่าการสูญเสียน้ำจากการต้ม (%)	30.33	31.11	31.12
ค่าแรงตัดผ่าเนื้อ (N/cm^2)	7.68^{a}	6.30^{b}	5.48^{c}

หมายเหตุ ^{abc} ค่าพารามิเตอร์ที่มีอักษรต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.01$)

ที่มา: ดัดแปลงจาก Oliete *et al.* (2006)

ลักษณะการเสื่อมเสียของเนื้อสัตว์

เนื้อสัตว์จะเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ขั้นตอนการทำให้สัตว์สลบ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอาจมีสาเหตุมาจากการทำงานของเอนไซม์ในกล้ามเนื้อเอง หรือมาจากเอนไซม์ที่จุลินทรีย์สร้างขึ้น การเปลี่ยนแปลงบางประการเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียของเนื้อได้ เช่น การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน จัดเป็นสาเหตุที่ทำให้เนื้อเสื่อมเสียได้เช่นกัน (อิ่มเอิบ, 2549) โดยจุลินทรีย์แต่ละชนิดทำให้เนื้อและผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียแตกต่างกันไป ดังแสดงในตาราง 15

ตาราง 15 ชนิดของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุทำให้ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เน่าเสีย

ผลิตภัณฑ์	จุลินทรีย์	ลักษณะของการเสื่อมเสีย
เนื้อสด	*Pseudomonas*	มีเมือก เปลี่ยนเป็นสีเขียว มีรงควัตถุที่เรืองแสง
	Achromobacter	มีจุดสีขาว หรือจุดสี ซึ่งเป็นโคโลนีของแบคทีเรีย
	Flavobacterium	
	Lactobacillus	เกิดเมือกหรือลักษณะเหนียว รสเปรี้ยว หรือเน่าเสีย
	Microbacterium	
	Micrococcus	
เนื้อที่ผ่านการแปรรูป	*Achromobacter*	รสเปรี้ยว
แฮมที่ผ่านการหมักเกลือ	*Pseudomonas*	
	Bacillus	
	Lactobacillus	
	Streptococcus	เกิดก๊าซ ชิ้นเนื้อมีอาการบวม เปลี่ยนเป็นสีเขียว
	Clostridium	
	Micrococcus	มีเมือกตรงผิวหน้า
	Microbacterium	
	Yeasts	

ที่มา: ดัดแปลงจาก อุมาพร (2546)

อโณทัย (2535) รายงานว่า การเสื่อมเสียโดยทั่วไปของเนื้อสัตว์อาจแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

1. การเสื่อมเสียที่เกิดขึ้นในภาวะมีอากาศเนื่องมาจากจุลินทรีย์ อาจมีการเสื่อมเสียดังนี้

1.1 การเกิดเมือกบนผิวเนื้อ มีสาเหตุจากแบคทีเรีย เช่น *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Bacillus*, *Micrococcus* และ *Lactobacillus* บางชนิด เมื่ออุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมมีผลต่อชนิดของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเกิดเมือกบนผิวเนื้อ ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำแบบเย็นธรรมดา และมีความชื้นสูง ซึ่งเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของ *Pseudomonas* และ *Achromobacter* แต่ในที่มีความชื้นต่ำลง *Micrococcus* และยีสต์เติบโตได้ดี และที่ความชื้นต่ำลงอีก เชื้อราจะเติบโตได้ เนื้อที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นจนถึงอุณหภูมิห้องแบคทีเรียพวก

Micrococcus และพวกเติบโตได้ดีในที่อุณหภูมิปานกลางจะเติบโตได้ดี จำนวนจุลินทรีย์ก่อนการเกิดลักษณะผิดปกติ หรือเกิดเมือกบนผิวเนื้อ ได้แก่ เนื้อโคเมื่อมีกลิ่นผิดปกติจะมีจำนวนจุลินทรีย์ 1.2×10^6 ถึง 1×10^8 ต่อตารางเซนติเมตร ถ้ามีเมือกปรากฏจะมีจำนวนจุลินทรีย์ 3×10^6 ถึง 3×10^8 ต่อตารางเซนติเมตร

1.2 การเปลี่ยนสีของเนื้อ สีแดงตามปกติของเนื้ออาจเปลี่ยนเป็นสีค่อนข้างเขียว น้ำตาล เทา ซึ่งเกิดจากการออกซิไดซ์ขึ้นที่เนื้อเกิดสารต่าง ๆ เช่น เปอร์ออกไซด์ และไฮโดรเจนซัลไฟด์ โดยแบคทีเรียพวก *Lactobacillus* บางชนิด ซึ่งส่วนใหญ่เป็น heterofermentative ส่วน *Leuconostoc* อาจเป็นสาเหตุของสีเขียวในไส้กรอก

1.3 การเปลี่ยนแปลงของไขมัน การออกซิไดซ์ไขมันที่ไม่อิ่มตัวในเนื้อเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาทางเคมีในที่มีแสงสว่างและมีธาตุทองแดงเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) แบคทีเรียที่ย่อยไขมันได้อาจจะทำการย่อยไขมัน และอาจจะช่วยเร่งการออกซิไดซ์ไขมัน ไขมันบางประเภท เช่น ไขมันเนยอาจเกิดการออกซิไดซ์ทำให้เกิดกลิ่นผิดปกติของสาร เช่น อัลดีไฮด์ และอาจเกิด ไฮโดรไลซิส ซึ่งเป็นการเพิ่มกรดไขมัน การเหม็นหืนเนื่องจากไขมันถูกออกซิไดซ์และไฮโดร-ไลซ์ทำให้เกิดสาร เช่น อัลดีไฮด์ และคีโตน ซึ่งมีกลิ่นเหม็นหืน การเหม็นหืนอาจมีสาเหตุจาก *Pseudomonas*, *Achromobacter* และยีสต์ เป็นต้น

1.4 การเรืองแสง การเรืองแสงของเนื้อเกิดขึ้นน้อย การเรืองแสงมีสาเหตุจากแบคทีเรีย เช่น *Photobacterium* เติบโตบนผิวหน้าเนื้อ

1.5 การเกิดสีที่ผิวหน้าเนื้อ อาจเกิดสีต่าง ๆ เช่น สีแดงอาจเกิดจาก *Serratia marcescens* หรือแบคทีเรียอื่นที่มีสารสีแดง *Pseudomonas syncyanea* อาจทำให้เกิดสีน้ำเงินบนผิวหน้าเนื้อ สีเหลืองอาจเกิดจากแบคทีเรียที่มีสารสีเหลืองตามปกติ เช่น Micrococcus, *Flavobacterium* ส่วน *Chromobacterium lividum* อาจเกิดจุดสีเขียวแกมน้ำเงิน หรือน้ำตาลแกมดำบนผิวหน้าเนื้อ

1.6 ลักษณะผิดปกติอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นบนเนื้อเป็นผลมาจากการเติบโตของแบคทีเรียบนผิวหน้าเนื้อ ซึ่งเกิดขึ้นก่อนการเสื่อมเสีย ลักษณะผิดปกติอื่น ๆ ส่วนมากที่เกิด คือ กลิ่นเหม็นเปรี้ยว อาจเกิดจากกรดที่ระเหยได้ เช่น กรดฟอร์มิก กรดแอซิติก กรดบิวทิริก และกรดโปรปีโอนิก เป็นต้น การเติบโตของแอกทิโนมัยสิท (actinomycetes) อาจทำให้ผิวหน้าเนื้อมีลักษณะเป็นผง และมีกลิ่นเหม็นอับ

ภายใต้ภาวะที่มีอากาศ ยีสต์บางชนิดอาจจะเติบโตที่บริเวณผิวหน้าเนื้อทำให้เกิดเมือก การย่อยไขมัน และมีกลิ่นผิดปกติ รวมทั้งสีผิดปกติ เช่น สีขาว ชมพู หรือน้ำตาล อาจจะเนื่องมาจากการเติบโตของยีสต์ การเสื่อมเสียที่เกิดขึ้นบนผิวหน้าเนื้อ ซึ่งเกิดขึ้นจากยีสต์ และรา

โดยปกติจะมีอยู่เป็นแห่ง ๆ จนถึงบริเวณกว้าง การเติบโตอย่างมากของแบคทีเรียบนผิวหน้าเนื้ออาจจะมีการปนเปื้อนสารต่าง ๆ ลงไปในเนื้อ ดังนั้นแบคทีเรียพวกเติบโตในที่ไม่มีออกซิเจนอาจจะเติบโต และปนเปื้อนลงไปในเนื้อ

2. การเสื่อมเสียที่เกิดขึ้นในภาวะไม่มีอากาศ แบคทีเรียพวกเติบโตในที่ไม่มีออกซิเจนสามารถเติบโตในเนื้อภายใต้สภาวะไม่มีอากาศ และเป็นสาเหตุของการเสื่อมเสีย การเสื่อมเสียที่เกิดขึ้นในภาวะไม่มีอากาศ ได้แก่

2.1 กลิ่นและรสเปรี้ยว มีสาเหตุจากกรด เช่น กรดฟอร์มิก กรดแอซีติก กรดบิวทิริก กรดโปรปีโอนิก กรดแล็กทิก กรดซักซินิก และกรดไขมัน เป็นต้น ด้วยกลิ่นและรสเปรี้ยวอาจเกิดจากสาเหตุต่าง ๆ ดังนี้

2.1.1 เอนไซม์ในเนื้อ ในระหว่างการบ่ม หรือการได้อายุ

2.1.2 การผลิตกรดไขมัน และกรดแล็กทิก ในที่ไม่มีออกซิเจน ซึ่งเกิดขึ้นโดยแบคทีเรียพวกเติบโตในที่ไม่มีออกซิเจน

2.1.3 การย่อยโปรตีนในที่ไม่มีออกซิเจน ซึ่งมีสาเหตุจากแบคทีเรียพวกเติบโตในที่ไม่มีออกซิเจน บางครั้งเรียกปฏิกิริยานี้ว่าการหมักเกิดกลิ่นเหม็นเปรี้ยว (stinking sour fermentation)

การเกิดกรดและก๊าซเกิดขึ้นพร้อมกับการเติบโตของ *Clostridium* ที่ผลิตกรดบิวทิริก และแบคทีเรียโคลิฟอร์มที่ย่อยคาร์โบไฮเดรต เนื้อที่บรรจุในสุญญากาศ หรือในวัสดุห่อหุ้มป้องกันก๊าซซึม เข้า-ออก จะช่วยให้มีการเติบโตของแบคทีเรียกรดแล็กทิก ซึ่งผลิตกรดแล็กทิก

2.2 การย่อยโปรตีนในที่ไม่มีออกซิเจน เกิดขึ้นพร้อมกับการเกิดกลิ่นเหม็นของก๊าซ เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ แอมโมเนีย เมอร์แคปแทนส์ อินโดล และสกาโทล (skatole) เป็นต้น ตามปกติมีสาเหตุจาก *Clostridium* แต่แบคทีเรียพวกเติบโตในที่ไม่มีออกซิเจน อาจเป็นสาเหตุการย่อยโปรตีนในที่ไม่มีออกซิเจน หรือมีส่วนช่วยในการย่อยดังกล่าว ซึ่งแบคทีเรียมักจะมีชนิดต่าง ๆ ดังนี้ คือ *putrefaciens*, *putrificus* หรือ *putida* เป็นต้น โดยมากจะอยู่ในสกุล *Pseudomonas*, *Achromobacter* และ *Proteus* เป็นต้น

2.3 ลักษณะผิดปกติอื่น ๆ อาจหมายถึง สี กลิ่น รส และลักษณะอื่น ๆ ที่ไม่ต้องการ เช่น สีดำ สีเขียว กลิ่นเหม็น และรสผิดปกติอื่น ๆ เป็นต้น

นอกจากอากาศจะเป็นสิ่งสำคัญแล้ว อุณหภูมิก็มีผลกระทบต่อชนิดของการเสื่อมเสีย ซึ่งเกิดขึ้นกับเนื้อ เนื้อที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีการเติบโตของจุลินทรีย์น้อยมาก ซึ่งรวมถึงชนิดของจุลินทรีย์ที่ผลิตเมือก สีและจุดของการเติบโตบนผิวหน้าเนื้อ จุลินทรีย์หลาย

ชนิดอาจทำให้เนื้อมีลักษณะผิดปกติอื่น ๆ เช่น *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus* และ *Flavobacterium* เป็นต้น สำหรับ *Clostridium* เป็นแบคทีเรียที่ย่อยโปรตีนในที่ไม่มีออกซิเจน ซึ่งต้องการอุณหภูมิเพื่อการเติบโตสูงกว่าอุณหภูมิในตู้เย็น

การเสื่อมเสียของเนื้อโค

สุมาลี (2541) รายงานว่า การเสื่อมเสียของเนื้อโค สามารถเสื่อมเสียได้ตามลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1. เกิดการเปลี่ยนแปลงของฮีโมโกลบิน และไมโอโกลบิน ซึ่งเป็นสารสีแดงในน้ำเลือด และกล้ามเนื้อ การเปลี่ยนแปลงเป็นสาเหตุของการสูญเสียสีแดงในเนื้อ สีแดงแกมน้ำตาลของเมทฮีโมโกลบิน และเมทโอโกลบิน และสีเขียวแกมเทาแกมน้ำตาล เกิดจากการออกซิไดซ์สารสีชนิดอื่น เนื่องจากการกระทำของออกซิเจน และจุลินทรีย์

2. การเกิดสี เช่น สีขาว สีเขียว สีเหลือง จุดสีเขียวแกมน้ำเงิน จุดสีน้ำตาลแกมดำ และสีม่วง ที่ผิดปกติอาจมีสาเหตุจากจุลินทรีย์ที่มีสารสี

3. การเรืองแสง เนื่องจากแบคทีเรียที่เจริญอยู่ นอกจากนี้เนื้อโคอาจเกิดเมือกบนผิวหน้า เนื่องจากการเจริญของแบคทีเรีย และยีสต์ ความเหนียวเกิดจากรา ซึ่งมีกลุ่มใยรวมตัวกันกลิ่น และรสเปรี้ยว รวมทั้งการย่อยโปรตีนในที่ไม่มีออกซิเจน ตามปกติ *Pseudomonas* จะเติบโตมากในเนื้อโค ซึ่งเก็บไว้ในที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า แต่ในที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า *Micrococcus* อาจจะเติบโตได้ดี

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

เริ่มดำเนินการ	เดือนมิถุนายน 2550
เสร็จสิ้น	เดือนกรกฎาคม 2551

สถานที่ทำการทดลอง

1. โรงฆ่าสัตว์เอกชนในเขต ตำบลช้างคลาน อำเภอเมือง และตำบลเมืองเล็น อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่
2. ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้

อุปกรณ์การดำเนินงาน

1. เนื้อโคจากโคลูกผสมพื้นเมืองเพศผู้ที่ผ่านการฆ่าและชำแหละซากแบบอิสลาม อายุประมาณ 2-3 ปี (ประมาณอายุโคโดยดูจากจำนวนคู่ของฟันแท้) จำนวน 60 ตัวอย่าง
2. เนื้อโคจากโคลูกผสมพื้นเมืองเพศผู้ที่ผ่านการฆ่าและชำแหละซากแบบไทย อายุประมาณ 2-3 ปี (ประมาณอายุโคโดยดูจากจำนวนคู่ของฟันแท้) จำนวน 60 ตัวอย่าง
3. เครื่องปั่น
4. ถุงพลาสติกชนิดทนความเย็น
5. สารละลายบัฟเฟอร์เพปโตน
6. อาหารเลี้ยงเชื้อ BHI (Brain Heart Infusion)
7. อาหารเลี้ยงเชื้อ EMBA (Eosin methalene blue agar)
8. อาหารเลี้ยงเชื้อ SS-agar (Salmonella Shigella agar)
9. ตู้บ่มเชื้อ
10. หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (autoclave)
11. ตู้เขย่า Orbital mixer incubator
12. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง

13. อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์
14. เครื่อง Colorimeter Model JC 801 สำหรับวัดสีเนื้อ
15. เครื่องวัด pH รุ่น Model 191, Knick, D-Berlin
16. อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ
17. อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณโภชนะในเนื้อ

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาผลของวิธีการฆ่าและระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่อคุณภาพเนื้อและปริมาณจุลินทรีย์ในเนื้อโค แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง คือ

การทดลองที่ 1 การศึกษาคุณภาพเนื้อและการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์รวม *Escherichia coli* และ *Salmonella* ในเนื้อโคช่วงฤดูฝน (มิถุนายน-ตุลาคม) วางแผนการทดลองแบบ 2×3 Factorial in Completely Randomized Design ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ปัจจัยที่ 1 คือ วิธีการฆ่าโค ประกอบด้วย วิธีการฆ่าโคแบบอิสลาม และแบบไทย และปัจจัยที่ 2 คือ ระยะเวลาในการรอจำหน่ายเนื้อหลังการฆ่าที่ชั่วโมงที่ 0, 6 และ 12 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยวางเนื้อตั้งทิ้งไว้ในถาดที่อุณหภูมิห้องที่ 37 องศาเซลเซียส ในห้องทดลอง แต่ละกลุ่มการทดลองแบ่งออกเป็น 10 ซ้ำ กลุ่มการทดลองมี 6 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 เนื้อโคจากการฆ่าแบบอิสลาม และมีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0 ชั่วโมง
กลุ่มที่ 2 เนื้อโคจากการฆ่าแบบอิสลาม และมีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 6 ชั่วโมง
กลุ่มที่ 3 เนื้อโคจากการฆ่าแบบอิสลาม และมีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 12 ชั่วโมง
กลุ่มที่ 4 เนื้อโคจากการฆ่าแบบไทย และมีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0 ชั่วโมง
กลุ่มที่ 5 เนื้อโคจากการฆ่าแบบไทย และมีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 6 ชั่วโมง
กลุ่มที่ 6 เนื้อโคจากการฆ่าแบบไทย และมีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 12 ชั่วโมง

การทดลองที่ 2 การศึกษาคุณภาพเนื้อและการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์รวม *Escherichia coli* และ *Salmonella* ในเนื้อโคช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน-พฤษภาคม) วางแผนการทดลองแบบ 2×3 Factorial in Completely Randomized Design ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ปัจจัยที่ 1 คือ วิธีการฆ่าโค ประกอบด้วย วิธีการฆ่าโคแบบอิสลาม และแบบไทย และปัจจัยที่ 2 คือ ระยะเวลาในการรอจำหน่ายเนื้อหลังการฆ่าที่ชั่วโมงที่ 0, 6 และ 12 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยวางเนื้อตั้งทิ้งไว้ในถาดที่อุณหภูมิห้องที่ 37 องศาเซลเซียส ในห้องทดลอง แต่ละกลุ่มการทดลองแบ่งออกเป็น 10 ซ้ำ กลุ่มการทดลองมี 6 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 เนื้อโคจากการฆ่าแบบอิสลาม และมีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0 ชั่วโมง
กลุ่มที่ 2 เนื้อโคจากการฆ่าแบบอิสลาม และมีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 6 ชั่วโมง
กลุ่มที่ 3 เนื้อโคจากการฆ่าแบบอิสลาม และมีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 12 ชั่วโมง
กลุ่มที่ 4 เนื้อโคจากการฆ่าแบบไทย และมีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0 ชั่วโมง
กลุ่มที่ 5 เนื้อโคจากการฆ่าแบบไทย และมีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 6 ชั่วโมง
กลุ่มที่ 6 เนื้อโคจากการฆ่าแบบไทย และมีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 12 ชั่วโมง

โดยเนื้อโคที่ใช้ศึกษาเป็นเนื้อสันนอกจากโคลูกผสม (พื้นเมือง×บราห์มัน) เพศผู้ อายุ 2-3 ปี โดยประเมินอายุโคจากจำนวนคู่ของฟันแท้ก่อนนำโคเข้าฆ่า ณ บริเวณคอกพักโคที่หน้าโรงฆ่าแบบพื้นบ้านตามแบบอิสลาม และแบบไทย

การทดลองที่ 1 การศึกษาคุณภาพเนื้อและการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์รวม *Escherichia coli* และ *Salmonella* ในเนื้อโคช่วงฤดูฝน (มิถุนายน-ตุลาคม)

วิธีการทดลอง

1. ทำการฆ่าโคโดยดำเนินการในโรงฆ่าโคของเกษตรกร โดยการฆ่าโคแบบอิสลามใช้โรงฆ่าในเขตตำบลช้างคลาน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ และการฆ่าโคแบบไทยใช้โรงฆ่าในเขตตำบลเมืองเล็น อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือน มิถุนายน-ตุลาคม 2550 โดยมีขั้นตอนในการฆ่าและชำแหละเนื้อแบบอิสลามและแบบไทย ดังแสดงในภาพผนวก 1 และ 2 ตามลำดับ

2. หลังจากชำแหละซากเก็บตัวอย่างเนื้อสันนอก (*longissimus dorsi*) ความยาวประมาณ 15 เซนติเมตร โดยตัดจากเนื้อสันนอกที่กระดูกซี่โครงที่ 8-9 นับมาทางส่วนหน้าของลำตัวโค จากนั้นนำมาแบ่งออกเป็นชิ้นย่อย ๆ จำนวน 3 ชิ้น นำเนื้อแต่ละชิ้นใส่ถาดและตั้งทิ้งไว้ในห้องทดลอง ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 6 และ 12 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลานำไปวิเคราะห์คุณภาพเนื้อ คุณค่าทางโภชนะในเนื้อ และการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวม เชื้อ *Escherichia coli* และเชื้อ *Salmonella*

3. ทำการศึกษาคุณภาพเนื้อ โดยศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง สี และความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ

3.1 ศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเนื้อ โดยใช้เครื่อง pH meter (Model 191, Knick, D-Berlin) โดยสอดแทงปลาย electrode เข้าไปในตัวอย่างเนื้อสันนอกที่แยกออกจากซากแล้วทันที ลึกประมาณ 1 นิ้ว

3.2 ศึกษาค่าสีของเนื้อ (Meat colour) โดยวัดจากชิ้นเนื้อตัวอย่างจากเนื้อสันนอกจำนวน 5-6 ตำแหน่ง ด้วยเครื่อง Colorimeter Model JC 801 และทำการบันทึกค่าเฉลี่ย L* (ความสว่าง), a* (แดง-เขียว) และ b* (เหลือง-น้ำเงิน)

3.3 ศึกษาความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (Water holding capacity) โดยวัดค่าการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น (Drip loss) โดยตัดเนื้อตัวอย่างให้มีความหนาประมาณ 2.5 เซนติเมตร (1 นิ้ว) ชั่งน้ำหนักก่อน (W_1) ห่อชิ้นเนื้อด้วยผ้าขาวบาง (ผ้าก๊อต) เพื่อใช้ในการซับน้ำของเนื้อที่สูญเสียออกมา บรรจุแขวนในถุงพลาสติกให้สูงจากก้นถุงประมาณ 1.5-2 นิ้ว ปิดปากถุงให้แน่นกันลมเข้า-ออก (sealed) จากนั้นใช้เชือกหรือตะขอเกี่ยวแขวนไว้ในที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำตัวอย่างชิ้นเนื้อออกจากถุง โดยซับเอาของเหลวที่ติดกับตัวอย่างเนื้อด้วยผ้าขาวบาง (ผ้าก๊อต) หรือกระดาษทิชชู แล้วจึงชั่งน้ำหนักไว้ (W_2) คิดการสูญเสียน้ำหนัก โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์จากการสูญเสียก่อน และหลังแช่เย็น

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของ Drip loss} = \frac{(W_1 - W_2) \times 100}{W_1}$$

4. ศึกษาคุณค่าทางโภชนะในเนื้อ (Nutritive values) โดยทำการวิเคราะห์คุณค่าทางเคมี และคุณค่าทางโภชนะจากเนื้อสันนอกตัวอย่าง โดยนำตัวอย่างเนื้อที่ได้ทำการบดละเอียดด้วยเครื่องปั่น (Blender) เพื่อทำการวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนะของโปรตีน ไขมัน ความชื้น เถ้า และพลังงาน โดยวิธี Proximate Analysis ของ AOAC (1995)

5. ศึกษาการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวม และ *Salmonella* ตามวิธีของนงคราญ (ม.ป.ป.) และ *Escherichia coli* ตามวิธีของไพโรจน์ (2545) ซึ่งการศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ในเนื้อโคกระทำโดยนำเนื้อสันนอกที่บดแล้วบ่มกับสารละลายบัฟเฟอร์เพปโตน 18 ชั่วโมง เพื่อช่วยให้เชื้อที่อ่อนแอปรับสภาพให้อยู่ในสภาวะที่สมบูรณ์ จากนั้นนำมาทำการเจือจาง เพื่อทำให้เชื้อมีความเจือจางลง ถ่ายเชื้อจากสารละลายตัวอย่างลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ BHI-agar, EMBA และ SS-agar จากนั้นใช้แท่งแก้วรูปสามเหลี่ยม (spreader) เกลี่ยเชื้อให้ทั่วอาหาร และนำไปบ่มเพาะเชื้อเป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง ดังแสดงในภาพผนวก 3 โดยการนับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเลี้ยงเชื้อ จะเลือกจานที่มี

จำนวนโคโลนีประมาณ 30-300 โคโลนี และทำการนับโคโลนีจากใต้จานอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยโคโลนีที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ดังนี้

- ลักษณะโคโลนีที่เกิดขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ BHI-agar จะมีลักษณะเป็นโคโลนีใส และอาหารเลี้ยงเชื้อเป็นสีเหลือง
- ลักษณะโคโลนีของ *Escherichia coli* ที่เกิดขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ EMBA จะมีโคโลนีสีเข้มมีประกายสีเขียวเหลือบ คล้ายรอยตัดของแท่งโลหะ
- ลักษณะโคโลนีของ *Salmonella* ที่เกิดขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ SS-agar จะมีโคโลนีใส และอาจมีสีดำของ ferrous sulfate บนกึ่งกลางโคโลนี อาหารเลี้ยงเชื้อไม่เปลี่ยนสี (สีชมพู)

คำนวณจำนวนจุลินทรีย์ต่อตัวอย่างอาหาร 1 กรัม

$$\text{จำนวนจุลินทรีย์ (ต่อ 1 กรัม)} = \frac{\text{จำนวนโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ} \times 10}{\text{ความเจือจางของอาหารที่นำมาตรวจสอบ}}$$

การวิเคราะห์ทางสถิติ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์คุณภาพเนื้อ คุณค่าทางโภชนะในเนื้อ และการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวม *Escherichia coli* และ *Salmonella* ในเนื้อโคลูกผสมพื้นเมือง โดยใช้วิธีวิเคราะห์วาเรียนซ์ (analysis of variance; ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ 2×3 Factorial in Completely Randomized Design และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

การทดลองที่ 2 การศึกษาคุณภาพเนื้อและการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์รวม *Escherichia coli* และ *Salmonella* ในเนื้อโคช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน-พฤษภาคม)

วิธีการทดลอง

1. ทำการฆ่าโคโดยดำเนินการในโรงฆ่าโคของเกษตรกร โดยการฆ่าโคแบบอิสลามใช้โรงฆ่าโคในเขตตำบลช้างคลาน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ และการฆ่าโคแบบไทยใช้โรงฆ่าโคในเขตตำบลเมืองเล็น อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2550-พฤษภาคม 2551 โดยมีขั้นตอนในการฆ่าและชำแหละเนื้อแบบอิสลามและแบบไทย ดังแสดงในภาพผนวก 1 และ 2 ตามลำดับ

2. หลังจากชำแหละซากเก็บตัวอย่างเนื้อสันนอก (*longissimus dorsi*) ความยาวประมาณ 15 เซนติเมตร โดยตัดจากเนื้อสันนอกที่กระดูกซี่โครงที่ 8-9 นับมาทางส่วนหน้าของลำตัวโค จากนั้นนำมาแบ่งออกเป็นชิ้นย่อย ๆ จำนวน 3 ชิ้น นำเนื้อแต่ละชิ้นใส่ถาดและตั้งทิ้งไว้ในห้องทดลอง ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 6 และ 12 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลานำไปวิเคราะห์คุณภาพเนื้อ คุณค่าทางโภชนะในเนื้อ และการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวม เชื้อ *Escherichia coli* และเชื้อ *Salmonella*

3. ทำการศึกษาคุณภาพเนื้อ โดยศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง สี และความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ

3.1 ศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเนื้อ โดยใช้เครื่อง pH meter (Model 191, Knick, D-Berlin) โดยสอดแทงปลาย electrode เข้าไปในตัวอย่างเนื้อสันนอกที่แยกออกจากซากแล้วทันที ลึกประมาณ 1 นิ้ว

3.2 ศึกษาค่าสีของเนื้อ (Meat colour) โดยวัดจากชิ้นเนื้อตัวอย่างจากเนื้อสันนอกจำนวน 5-6 ตำแหน่ง ด้วยเครื่อง Colorimeter Model JC 801 และทำการบันทึกค่าเฉลี่ย L* (ความสว่าง), a* (แดง-เขียว) และ b* (เหลือง-น้ำเงิน)

3.3 ศึกษาความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (Water holding capacity) โดยวัดค่าการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น (Drip loss) โดยตัดเนื้อตัวอย่างให้มีความหนาประมาณ 2.5 เซนติเมตร (1 นิ้ว) ชั่งน้ำหนักก่อน (W_1) ห่อชิ้นเนื้อด้วยผ้าขาวบาง (ผ้าก๊อต) เพื่อใช้ในการซับน้ำของเนื้อที่สูญเสียออกมา บรรจุแขวนในถุงพลาสติกให้สูงจากก้นถุงประมาณ 1.5-2 นิ้ว ปิดปากถุงให้แน่นกันลมเข้า-ออก (sealed) จากนั้นใช้เชือกหรือตะขอเกี่ยวแขวนไว้ในที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำตัวอย่างชิ้นเนื้อออกจากถุง โดยซับเอาของเหลวที่ติดกับ

ตัวอย่างเนื้อด้วยผ้าขาวบาง (ผ้าก๊อต) หรือกระดาษทิชชู แล้วจึงชั่งน้ำหนักไว้ (W_2) คิดการสูญเสียน้ำหนัก โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์จากการสูญเสียก่อน และหลังแช่เย็น

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของ Drip loss} = \frac{(W_1 - W_2) \times 100}{W_1}$$

4. ศึกษาคุณค่าทางโภชนะในเนื้อ (Nutritive values) โดยทำการวิเคราะห์คุณค่าทางเคมี และคุณค่าทางโภชนะจากเนื้อสันนอกตัวอย่าง โดยนำตัวอย่างเนื้อที่ได้ทำการบดละเอียดด้วยเครื่องปั่น (Blender) เพื่อทำการวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนะของโปรตีน, ไขมัน, ความชื้น, เถ้า และพลังงาน โดยวิธี Proximate Analysis ของ AOAC (1995)

5. ศึกษาการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวม และ *Salmonella* ตามวิธีของนงคราญ (มปป.) และ *Escherichia coli* ตามวิธีของไพโรจน์ (2545) ซึ่งการศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ในเนื้อโคกระทำโดยนำเนื้อสันนอกที่บดแล้วบ่มกับสารละลายบัฟเฟอร์เพปโตน 18 ชั่วโมง เพื่อช่วยให้เชื้อที่อ่อนแอปรับสภาพให้อยู่ในสภาวะที่สมบูรณ์ จากนั้นนำมาทำการเจือจาง เพื่อทำให้เชื้อมีความเจือจางลง ถ่ายเชื้อจากสารละลายตัวอย่างลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ BHI-agar, EMBA และ SS-agar จากนั้นใช้แท่งแก้วรูปสามเหลี่ยม (spreader) เกลี่ยเชื้อให้ทั่วอาหาร และนำไปบ่มเพาะเชื้อเป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง ดังแสดงในภาพผนวก 3 โดยการนับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเลี้ยงเชื้อ จะเลือกจานที่มีจำนวนโคโลนีประมาณ 30-300 โคโลนี และทำการนับโคโลนีจากใต้จานอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยโคโลนีที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ดังนี้

- ลักษณะโคโลนีที่เกิดขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ BHI-agar จะมีลักษณะเป็นโคโลนีใส และอาหารเลี้ยงเชื้อเป็นสีเหลือง
- ลักษณะโคโลนีของ *Escherichia coli* ที่เกิดขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ EMBA จะมีโคโลนีสีเข้มมีประกายสีเขียวเหลือบ คล้ายรอยตัดของแท่งโลหะ
- ลักษณะโคโลนีของ *Salmonella* ที่เกิดขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ SS-agar จะมีโคโลนีใส และอาจมีสีดำของ ferrous sulfate บนกึ่งกลางโคโลนี อาหารเลี้ยงเชื้อไม่เปลี่ยนสี (สีชมพู)

คำนวณจำนวนจุลินทรีย์ต่อตัวอย่างอาหาร 1 กรัม

$$\text{จำนวนจุลินทรีย์ (ต่อ 1 กรัม)} = \frac{\text{จำนวนโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ} \times 10}{\text{ความเจือจางของอาหารที่นำมาตรวจสอบ}}$$

การวิเคราะห์ทางสถิติ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์คุณภาพเนื้อ คุณค่าทางโภชนะในเนื้อ และการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวม *Escherichia coli* และ *Salmonella* ในเนื้อโคลูกผสมพื้นเมือง โดยใช้วิธีวิเคราะห์วาเรียนซ์ (analysis of variance; ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ 2×3 Factorial in Completely Randomized Design และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การศึกษาคุณภาพเนื้อและการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์รวม *Escherichia coli* และ *Salmonella* ในเนื้อโคช่วงฤดูฝน (มิถุนายน-ตุลาคม)

ลักษณะคุณภาพเนื้อ

จากการศึกษาลักษณะคุณภาพเนื้อโคลูกผสมที่มีวิธีการฆ่าแบบอิสลาม และแบบไทย ที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่างกัน คือ 0, 6 และ 12 ชั่วโมง พบว่า ค่าเฉลี่ย pH ของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 6.96±0.17, 6.43±0.13 และ 6.07±0.15 ตามลำดับ และเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 7.59±0.07, 6.23±0.07 และ 5.73±0.08 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยเนื้อโคจากการฆ่าแบบไทยและมีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย pH สูงที่สุดเท่ากับ 7.59±0.07 และเนื้อโคจากการฆ่าแบบไทยและมีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย pH ต่ำที่สุดเท่ากับ 5.73±0.08 ดังแสดงในตาราง 16

ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็นของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลาม ที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 4.60±0.39, 4.62±0.60 และ 5.48±0.57 ตามลำดับ และเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็นเท่ากับ 4.58±0.67, 4.37±0.50 และ 5.47±0.83 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่พบว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทย ที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็นสูงที่สุดเท่ากับ 5.48±0.57 และ 5.47±0.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตาราง 16 ผลของวิธีการฆ่าและระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่อคุณภาพเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูฝน

ลักษณะคุณภาพเนื้อ	อิสลาม			ไทย			Sig	Sig	
	0 ช.ม.	6 ช.ม.	12 ช.ม.	0 ช.ม.	6 ช.ม.	12 ช.ม.		วิธี	เวลา
pH	6.96^{b}±0.17	6.43^{c}±0.13	6.07^{cd}±0.15	7.59^{a}±0.07	6.23^{c}±0.07	5.73^{d}±0.08	**	ns	**
การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น (%)	4.60±0.39	4.62±0.60	5.48±0.57	4.58±0.67	4.37±0.50	5.47±0.83	ns	ns	ns
ค่าสีเนื้อ									
L* (ความสว่าง)	36.82±0.50	38.94±0.74	40.84±0.86	37.89±0.68	40.50±0.67	40.17±0.74	ns	ns	**
a* (แดง-เขียว)	16.85±0.40	17.25±0.51	18.19±0.40	17.99±0.68	17.43±0.83	17.44±0.86	ns	ns	ns
b* (เหลือง-น้ำเงิน)	1.23^{d}±0.16	2.72^{c}±0.36	4.49^{a}±0.34	3.02^{bc}±0.36	3.27^{abc}±0.35	4.15^{ab}±0.35	**	*	**

หมายเหตุ ** ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

* ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ns ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยสีเนื้อ L* (ความสว่าง) ในแต่ละกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 36.82±0.50, 38.94±0.74, 40.84±0.86 และ 37.89±0.68, 40.50±0.67, 40.17±0.74 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยสีเนื้อ L* (ความสว่าง) ของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทย ที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0 ชั่วโมง มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 36.82±0.50 และ 37.89±0.68 ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยสีเนื้อ a* (แดง-เขียว) ในแต่ละกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 16.85±0.40, 17.25±0.51, 18.19±0.40 และ 17.99±0.68, 17.43±0.83, 17.44±0.86 ตามลำดับ โดยพบว่าค่าเฉลี่ยสีเนื้อ a* (แดง-เขียว) ของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลาม และมีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 12 ชั่วโมง มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 18.19±0.40 และเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทย และมีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0 ชั่วโมง มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 16.85±0.40

ในแต่ละกลุ่มการทดลองมีค่าเฉลี่ยสีเนื้อ b* (เหลือง-น้ำเงิน) เท่ากับ 1.23±0.16, 2.72±0.36, 4.49±0.34 และ 3.02±0.36, 3.27±0.35, 4.15±0.35 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) โดยเนื้อโคจากการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทย ที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 4.49±0.34 และ 4.15±0.35 ตามลำดับ และเนื้อโคจากการฆ่าแบบอิสลาม และมีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 1.23±0.16

จากการศึกษาลักษณะคุณภาพเนื้อโคลูกผสมที่มีวิธีการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทย พบว่าค่า pH เปอร์เซ็นต์ค่าการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น ค่าสีเนื้อ L* (ความสว่าง) และ a* (แดง-เขียว) ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยค่าเฉลี่ย pH ของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามจะต่ำกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยเพียงเล็กน้อย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.48±0.11 และ 6.52±0.15 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็นของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามจะสูงกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยเล็กน้อย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.90±0.30 และ 4.80±0.39 ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยสีเนื้อ L* (ความสว่าง) ของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามจะต่ำกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทย มีค่าเท่ากับ 38.87±0.50 และ 39.52±0.44 ตามลำดับ และเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามมีค่าเฉลี่ยสีเนื้อ a* (แดง-เขียว) ต่ำกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยเล็กน้อย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 17.43±0.26 และ 17.62±0.44 ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 17

ตาราง 17 ผลของวิธีการฆ่าต่อคุณภาพเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูฝน

ลักษณะคุณภาพเนื้อ	วิธีการฆ่า		Sig
	อิสลาม	ไทย	
pH	6.48±0.11	6.52±0.15	ns
การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น(%)	4.90±0.30	4.80±0.39	ns
ค่าสีเนื้อ			
L* (ความสว่าง)	38.87±0.50	39.52±0.44	ns
a* (แดง-เขียว)	17.43±0.26	17.62±0.44	ns
b* (เหลือง-น้ำเงิน)	2.81^{b}±0.30	3.48^{a}±0.22	*

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
ns ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากตาราง 17 พบว่า ค่าเฉลี่ยสีเนื้อ b* (เหลือง-น้ำเงิน) ของเนื้อโคจากการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทย มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.81±0.30 และ 3.48±0.22 ตามลำดับ โดยเนื้อโคจากการฆ่าแบบอิสลามจะมีค่าต่ำกว่าเนื้อโคจากการฆ่าแบบไทย

นอกจากนี้ พบว่าระยะเวลาในการรอจำหน่ายเนื้อที่ 0, 6 และ 12 ชั่วโมง ในสภาพตั้งทิ้งไว้ในอากาศที่อุณหภูมิห้องในห้องทดลอง มีผลต่อค่า pH ค่าสีเนื้อ L* (ความสว่าง) และ b* (เหลือง-น้ำเงิน) โดยค่า pH หลังจากฆ่ามีค่าเท่ากับ 7.28±0.11 และจะมีค่าลดลงตามระยะเวลาในการรอจำหน่าย คือ 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 6.33±0.08 และ 5.90±0.09 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยสีเนื้อ L* (ความสว่าง) ของเนื้อโคลูกผสมที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 37.35±0.43, 39.72±0.52 และ 40.50±0.55 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) โดยเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 40.50±0.55 และเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 0 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 37.35±0.43 เนื้อโคลูกผสมที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยสีเนื้อ b* (เหลือง-น้ำเงิน) เท่ากับ 2.12±0.28, 3.00±0.25 และ 4.32±0.24 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) โดยเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 4.32±0.24 และเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 0 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 2.12±0.28 ดังแสดงในตาราง 18

ตาราง 18 ผลของระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่อคุณภาพเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูฝน

ลักษณะคุณภาพเนื้อ	ระยะเวลาเก็บรักษาเนื้อ (ช.ม.)			Sig
	0	6	12	
pH	7.28^{a}±0.11	6.33^{b}±0.08	5.90^{c}±0.09	**
การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น (%)	4.59±0.38	4.49±0.38	5.48±0.49	ns
ค่าสีเนื้อ				
L* (ความสว่าง)	37.35^{b}±0.43	39.72^{a}±0.52	40.50^{a}±0.55	**
a* (แดง-เขียว)	17.42±0.40	17.34±0.47	17.81±0.47	ns
b* (เหลือง-น้ำเงิน)	2.12^{b}±0.28	3.00^{b}±0.25	4.32^{a}±0.24	**

หมายเหตุ ** ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)
ns ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็นของเนื้อโคลูกผสมมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาในการรอจำหน่ายเพิ่มขึ้น (ดังตาราง 18) โดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็นของเนื้อโคลูกผสมที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 4.59±0.38, 4.49±0.38 และ 5.48±0.49 ตามลำดับ ซึ่งเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 5.48±0.49 และเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 0 และ 6 ชั่วโมง มีค่าใกล้เคียงกันเท่ากับ 4.59±0.38 และ 4.49±0.38 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยสีเนื้อ a* (แดง-เขียว) ของเนื้อโคลูกผสมที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0, 6 และ 12 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 17.42±0.40, 17.34±0.47 และ 17.81±0.47 ตามลำดับ

ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์

การศึกษาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมโดยวิธี Total Plate Count ตลอดจนปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* และ *Salmonella* ในเนื้อโคลูกผสม พบว่า เนื้อโคที่ได้จากการฆ่าโคแบบพื้นบ้านทั้งการฆ่าแบบไทยและแบบอิสลามที่ใช้ซื้อขายกันอยู่ในปัจจุบันมีการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในระดับที่เกินมาตรฐานที่กรมปศุสัตว์ และกระทรวงสาธารณสุขกำหนดไว้ค่อนข้างมาก โดยมาตรฐานดังกล่าวระบุว่า ควรมีปริมาณจุลินทรีย์รวมไม่เกิน 6.70 $\log_{10}$cfu/กรัม *Escherichia coli* ไม่เกิน 1.70 $\log_{10}$cfu/กรัม และต้องไม่พบเชื้อ *Salmonella* spp. แต่จากการทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมทั้งในโคที่ฆ่าแบบอิสลามและแบบไทยที่ 0 ชั่วโมง (หลังฆ่า) มีค่าเท่ากับ

23.43±0.28 log_{10}cfu/กรัม ค่าเฉลี่ยเชื้อ *Escherichia coli* เท่ากับ 30.59±0.15 log_{10}cfu/กรัม และ *Salmonella* เท่ากับ 6.26±0.09 log_{10}cfu/กรัม ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวม เชื้อ *Escherichia coli* และ *Salmonella* ในเนื้อโคแต่ละกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมในเนื้อโคจากการฆ่าแบบอิสลามที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 22.87±0.51, 22.95±0.50 และ 22.92±0.53 log_{10}cfu/กรัม และเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 23.99±0.05, 23.95±0.09 และ 24.02±0.04 log_{10}cfu/กรัม ตามลำดับ โดยเนื้อโคจากการฆ่าแบบไทย และมีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 24.02±0.04 log_{10}cfu/กรัม และเนื้อโคจากการฆ่าแบบอิสลาม ที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 22.87±0.51 log_{10}cfu/กรัม ดังแสดงในตาราง 19

ปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* ในเนื้อโคจากการฆ่าแบบอิสลามที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.43±0.29, 30.50±0.28 และ 30.48±0.29 log_{10}cfu/กรัม และเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.76±0.06, 30.88±0.04 และ 30.89±0.04 log_{10}cfu/กรัม ค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน โดยเนื้อโคจากการฆ่าแบบไทย และมีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 30.89±0.04 log_{10}cfu/กรัม และเนื้อโคจากการฆ่าแบบอิสลาม ที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 30.43±0.29 log_{10}cfu/กรัม ปริมาณเชื้อ *Salmonella* ในเนื้อโคในแต่ละกลุ่มการทดลอง ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 6.47±0.13, 6.50±0.13, 6.39±0.11 และ 6.06±0.08, 6.19±0.06, 6.20±0.07 log_{10}cfu/กรัม ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน โดยเนื้อโคจากการฆ่าแบบไทย และมีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 6.06±0.08 log_{10}cfu/กรัม (ตาราง 19)

ตาราง 19 ผลของวิธีการฆ่าและระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูฝน

เชื้อจุลินทรีย์	อิสลาม			ไทย			Sig	Sig	
(log_{10}cfu/กรัม)	0 ช.ม.	6 ช.ม.	12 ช.ม.	0 ช.ม.	6 ช.ม.	12 ช.ม.		วิธี	เวลา
Total plate count	22.87±0.51	22.95±0.50	22.92±0.53	23.99±0.05	23.95±0.09	24.02±0.04	ns	**	ns
Escherichia coli	30.43±0.29	30.50±0.28	30.48±0.29	30.76±0.06	30.88±0.04	30.89±0.04	ns	*	ns
Salmonella	6.47±0.13	6.50±0.13	6.39±0.11	6.06±0.08	6.19±0.06	6.20±0.07	ns	**	ns

หมายเหตุ ** ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

* ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ns ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

วิธีการฆ่าโคแบบอิสลามและแบบไทยมีผลต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวม เชื้อ *Escherichia coli* และ *Salmonella* ในเนื้อโค โดยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมในเนื้อโคลูกผสมจากการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทย ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 22.91±0.29 และ 23.99±0.03 log_{10}cfu/กรัม ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) โดยเนื้อโคจากการฆ่าแบบอิสลามจะมีค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมต่ำกว่าเนื้อโคจากการฆ่าแบบไทย ดังแสดงในตาราง 20 และปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* ในเนื้อโคลูกผสมจากการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทย ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 30.47±0.16 และ 30.84±0.03 log_{10}cfu/กรัม ตามลำดับ พบว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยเนื้อโคจากการฆ่าแบบอิสลามจะมีค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* ต่ำกว่าเนื้อโคจากการฆ่าแบบไทย

ตาราง 20 ผลของวิธีการฆ่าต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูฝน

เชื้อจุลินทรีย์ (log_{10}cfu/กรัม)	วิธีการฆ่า		Sig
	อิสลาม	ไทย	
Total plate count	22.91^{b}±0.29	23.99^{a}±0.03	**
Escherichia coli	30.47^{b}±0.16	30.84^{a}±0.03	*
Salmonella	6.45^{a}±0.07	6.15^{b}±0.04	**

หมายเหตุ ** ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

* ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

จากตาราง 20 พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อ *Salmonella* ในเนื้อโคลูกผสมจากการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทย มีค่าเท่ากับ 6.45±0.07 และ 6.15±0.04 log_{10}cfu/กรัม ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P>0.01) โดยเนื้อโคจากการฆ่าแบบอิสลามจะมีค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อ *Salmonella* สูงกว่าเนื้อโคจากการฆ่าแบบไทย

นอกจากนี้ จากการศึกษาผลของระยะเวลาในการรอจำหน่ายเนื้อที่ 0, 6 และ 12 ชั่วโมง ในสภาพตั้งทิ้งไว้ให้สัมผัสอากาศที่อุณหภูมิห้องในห้องทดลองต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวม เชื้อ *Escherichia coli* และ *Salmonella* ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 23.43±0.28, 23.45±0.27 และ 23.47±0.29 log_{10}cfu/กรัม ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาในการรอจำหน่ายเพิ่มขึ้น และค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อ

Escherichia coli มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยตามระยะเวลาในการรอจำหน่าย (0, 6 และ 12 ชั่วโมง) มีค่าเท่ากับ 30.59±0.15, 30.69±0.14 และ 30.68±0.15 log_{10}cfu/กรัม ตามลำดับ เช่นเดียวกับค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อ *Salmonella* ที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 6.26±0.09, 6.34±0.08 และ 6.30±0.07 log_{10}cfu/กรัม ตามลำดับ

ตาราง 21 ผลของระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูฝน

เชื้อจุลินทรีย์	ระยะเวลาเก็บรักษาเนื้อ (ช.ม.)			Sig
(log_{10}cfu/กรัม)	0	6	12	
Total plate count	23.43±0.28	23.45±0.27	23.47±0.29	ns
Escherichia coli	30.59±0.15	30.69±0.14	30.68±0.15	ns
Salmonella	6.26±0.09	6.34±0.08	6.30±0.07	ns

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ปริมาณโภชนะในเนื้อ

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโภชนะในเนื้อโคลูกผสม พบว่า เนื้อโคลูกผสมมีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุแห้ง เถ้า โปรตีน และไขมัน มีค่าเท่ากับ 24.16, 1.17, 22.02 และ 0.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยพลังงานเท่ากับ 5,051.18 แคลอรี/กรัม และจากผลการศึกษาปริมาณโภชนะในเนื้อโคลูกผสมที่มีวิธีการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทย ที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 0, 6 และ 12 ชั่วโมง ดังแสดงในตาราง 22 พบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทยที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 23.57±0.25, 23.70±0.23, 23.64±0.21 และ 24.33±0.57, 24.77±0.48, 24.94±0.52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่เนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งสูงที่สุด คือ 24.94±0.52 เปอร์เซ็นต์ และเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 23.57±0.25 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตาราง 22

ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เถ้าของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทยที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 1.11±0.02, 1.10±0.02, 1.09±0.03 และ 1.10±0.03, 1.15±0.02, 1.15±0.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

(P>0.05) โดยเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 1.15±0.02 และ 1.15±0.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนในแต่ละกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 21.44±0.68, 21.34±0.62, 22.09±0.69 และ 22.27±0.47, 22.35±0.60, 22.62±0.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 12 ชั่วโมง มีค่าสูงสุดเท่ากับ 22.62±0.60 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าต่ำที่สุดในเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 6 ชั่วโมง เท่ากับ 21.34±0.62 เปอร์เซ็นต์

ในแต่ละกลุ่มการทดลองมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.99±0.09, 0.81±0.05, 0.88±0.10 และ 0.87±0.10, 0.94±0.09, 0.88±0.07 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0 ชั่วโมง มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 0.99±0.11 เปอร์เซ็นต์ และเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 6 ชั่วโมง มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 0.81±0.06 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มการทดลองมีค่าเฉลี่ยพลังงานในเนื้อโคเท่ากับ 5,072.30±18.89, 5,083.80±22.50, 5,072.60±16.87 และ 4,995.30±37.66, 5,030.80±44.16, 5,052.30±42.13 แคลอรี/กรัม สำหรับกลุ่มเนื้อโคจากการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทยที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0, 6 และ 12 ชั่วโมง ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่พบว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 6 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยพลังงานสูงที่สุดเท่ากับ 5,083.80±22.50 แคลอรี/กรัม และเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 4,995.30±37.66 แคลอรี/กรัม

ตาราง 22 ผลของวิธีการฆ่าและระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่อปริมาณโภชนะในเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูฝน

ชนิดของโภชนะ	อิสลาม			ไทย			Sig	Sig	
	0 ช.ม.	6 ช.ม.	12 ช.ม.	0 ช.ม.	6 ช.ม.	12 ช.ม.		วิธี	เวลา
วัตถุแห้ง (%)	23.57±0.25	23.70±0.23	23.64±0.21	24.33±0.57	24.77±0.48	24.94±0.52	ns	**	ns
เถ้า (%)	1.11±0.02	1.10±0.02	1.09±0.03	1.10±0.03	1.15±0.02	1.15±0.04	ns	ns	ns
โปรตีน (%)	21.44±0.68	21.34±0.62	22.09±0.69	22.27±0.47	22.35±0.60	22.62±0.60	ns	ns	ns
ไขมัน (%)	0.99±0.09	0.81±0.05	0.88±0.10	0.87±0.10	0.94±0.09	0.88±0.07	ns	ns	ns
พลังงาน(cal/g)	5,072.30±18.89	5,083.80±22.50	5,072.60±16.87	4,995.30±37.66	5,030.80±44.16	5,052.30±42.13	ns	ns	ns

หมายเหตุ ** ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

ns ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากการศึกษาปริมาณโภชนะในเนื้อโคลูกผสมจากการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทย พบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) โดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามมีค่าต่ำกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทย มีค่าเท่ากับ 23.64±0.13 และ 24.68±0.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เถ้าและโปรตีนในเนื้อโคไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เถ้าในเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามมีค่าต่ำกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยเพียงเล็กน้อย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.10±0.01 และ 1.13±0.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามมีค่าต่ำกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยเล็กน้อย เท่ากับ 21.62±0.38 และ 22.41±0.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 23

ตาราง 23 ผลของวิธีการฆ่าต่อปริมาณโภชนะในเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูฝน

ชนิดของโภชนะ	วิธีการฆ่า		Sig
	อิสลาม	ไทย	
วัตถุแห้ง (%)	23.64^{b}±0.13	24.68^{a}±0.29	**
เถ้า (%)	1.10±0.01	1.13±0.02	ns
โปรตีน (%)	21.62±0.38	22.41±0.31	ns
ไขมัน (%)	0.89±0.05	0.89±0.05	ns
พลังงาน (cal/g)	5,076.23±10.94	5,026.13±23.47	ns

หมายเหตุ ** ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)
ns ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากตาราง 23 พบว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามมีค่าเท่ากับเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.89±0.05 เปอร์เซ็นต์ และค่าเฉลี่ยพลังงานของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทย พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P>0.05) โดยค่าเฉลี่ยพลังงานของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามมีค่าสูงกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยเล็กน้อย มีค่าเท่ากับ 5,076.23±10.94 และ 5,026.13±23.47 แคลอรี/กรัม ตามลำดับ

จากการศึกษาระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 0, 6 และ 12 ชั่วโมง ไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง เถ้า โปรตีน ไขมัน และพลังงาน ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งของเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 23.95±0.31, 24.24±0.29 และ 24.29±0.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งสูงที่สุดเท่ากับ 24.29±0.31 เปอร์เซ็นต์ และเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 0 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 23.95±0.31 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตาราง 24

ตาราง 24 ผลของระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่อปริมาณโภชนะในเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูฝน

ชนิดของโภชนะ	ระยะเวลาเก็บรักษาเนื้อ (ช.ม.)			Sig
	0	6	12	
วัตถุแห้ง (%)	23.95±0.31	24.24±0.29	24.29±0.31	ns
เถ้า (%)	1.11±0.02	1.13±0.02	1.12±0.03	ns
โปรตีน (%)	21.85±0.41	21.85±0.43	22.36±0.45	ns
ไขมัน (%)	0.93±0.07	0.87±0.05	0.88±0.06	ns
พลังงาน (cal/g)	5,033.80±22.32	5,057.30±24.87	5,062.45±22.20	ns

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากตาราง 24 พบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เถ้าของเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 1.11±0.02, 1.13±0.02 และ 1.12±0.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนมีค่าเท่ากับ 21.85±0.41, 21.85±0.43 และ 22.36±0.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยพบว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนของเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 12 ชั่วโมง มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 22.36±0.45 เปอร์เซ็นต์

ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันของเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 0.93±0.07, 0.87±0.05 และ 0.88±0.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันของเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 0 ชั่วโมง มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 0.93±0.07 เปอร์เซ็นต์ และเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 6 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 0.87±0.07 เปอร์เซ็นต์ และค่าเฉลี่ยพลังงานของเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 5,033.80±22.32, 5,057.30±24.87 และ 5,062.45±22.20 แคลอรี/กรัม โดยค่าเฉลี่ยพลังงานของเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0 ชั่วโมง มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 5,033.80±22.32 แคลอรี/กรัม

การทดลองที่ 2 การศึกษาคุณภาพเนื้อและการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์รวม *Escherichia coli* และ *Salmonella* ในเนื้อโคช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน-พฤษภาคม)

ลักษณะคุณภาพเนื้อ

การศึกษาในช่วงฤดูแล้ง ระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2550-พฤษภาคม 2551 พบว่าค่าเฉลี่ย pH ของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทยที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) มีค่าเท่ากับ7.07±0.09, 6.16±0.05, 5.72±0.07 และ 7.72±0.06, 6.13±0.03, 5.68±0.03 ตามลำดับ โดยเนื้อโคจากการฆ่าแบบไทยและมีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย pH สูงที่สุดเท่ากับ 7.72±0.06 และเนื้อโคจากการฆ่าแบบไทยและมีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย pH ต่ำที่สุดเท่ากับ 5.68±0.03 ดังแสดงในตาราง 25

ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็นของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 3.35±0.43, 3.33±0.37 และ 4.10±0.44 และเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 4.57±0.63, 4.41±0.54 และ 5.03±0.67 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่พบว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทย ที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็นสูงที่สุดเท่ากับ 5.03±0.67 และเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลาม ที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 6 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 3.33±0.37 ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยสีเนื้อ L* (ความสว่าง) ในแต่ละกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 37.20±0.34, 38.23±0.54, 39.17±0.40 และ 38.09±0.78, 40.13±0.75, 39.90±0.86 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยสีเนื้อ L* (ความสว่าง) ของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทย ที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0 ชั่วโมง มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 37.20±0.34 และ 38.09±0.78 ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยสีเนื้อ a* (แดง-เขียว) ในแต่ละกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 17.44±0.42, 17.28±0.44, 17.94±0.47 และ 18.05±0.85, 18.06±1.01, 18.00±1.02 ตามลำดับ โดยพบว่าค่าเฉลี่ยสีเนื้อ a* (แดง-เขียว) ของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทย และมีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0 และ 6 ชั่วโมง มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 18.05±0.85 และ 18.06±1.01 ตามลำดับ และเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลาม และมีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 6 ชั่วโมง มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 17.28±0.44

ตาราง 25 ผลของวิธีการฆ่าและระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่อคุณภาพเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูแล้ง

ลักษณะคุณภาพเนื้อ	อิสลาม			ไทย			Sig	Sig	
	0 ช.ม.	6 ช.ม.	12 ช.ม.	0 ช.ม.	6 ช.ม.	12 ช.ม.		วิธี	เวลา
pH	7.07^{b}±0.09	6.16^{c}±0.05	5.72^{d}±0.07	7.72^{a}±0.06	6.13^{c}±0.03	5.68^{d}±0.03	**	**	**
การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น (%)	3.35±0.43	3.33±0.37	4.10±0.44	4.57±0.63	4.41±0.54	5.03±0.67	ns	*	ns
สีเนื้อ ค่า L* (ความสว่าง)	37.20±0.34	38.23±0.54	39.17±0.40	38.09±0.78	40.13±0.75	39.90±0.86	ns	*	*
สีเนื้อ ค่า a* (แดง-เขียว)	17.44±0.42	17.28±0.44	17.94±0.47	18.05±0.85	18.06±1.01	18.00±1.02	ns	ns	ns
สีเนื้อ ค่า b* (เหลือง-น้ำเงิน)	2.45±0.16	3.15±0.32	3.97±0.32	3.24±0.48	3.92±0.61	4.46±0.47	ns	ns	**

หมายเหตุ ** ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

* ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ns ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ในแต่ละกลุ่มการทดลองมีค่าเฉลี่ยสีเนื้อ b* (เหลือง-น้ำเงิน) เท่ากับ 2.45±0.16, 3.15±0.32, 3.97±0.32 และ 3.24±0.48, 3.92±0.61, 4.46±0.47 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยเนื้อโคจากการฆ่าแบบไทย ที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 4.46±0.47 และเนื้อโคจากการฆ่าแบบอิสลาม และมีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 2.45±0.16

จากการศึกษาลักษณะคุณภาพเนื้อโคลูกผสมที่มีวิธีการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทย พบว่า ค่าเฉลี่ย pH มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) โดยค่าเฉลี่ย pH ของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามต่ำกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.31±0.11 และ 6.51±0.16 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น และค่าสีเนื้อ L* (ความสว่าง) ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็นของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามต่ำกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.59±0.24 และ 4.67±0.34 ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยสีเนื้อ L* (ความสว่าง) ของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามต่ำกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทย มีค่าเท่ากับ 38.20±0.28 และ 39.37±0.48 ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 26

ตาราง 26 ผลของวิธีการฆ่าต่อคุณภาพเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูแล้ง

ลักษณะคุณภาพเนื้อ	วิธีการฆ่า		Sig
	อิสลาม	ไทย	
pH	6.31^{b}±0.11	6.51^{a}±0.16	**
การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น (%)	3.59^{b}±0.24	4.67^{a}±0.34	*
สีเนื้อ ค่า L* (ความสว่าง)	38.20^{b}±0.28	39.37^{a}±0.48	*
สีเนื้อ ค่า a* (แดง-เขียว)	17.55±0.25	18.04±0.54	ns
สีเนื้อ ค่า b* (เหลือง-น้ำเงิน)	3.19±0.19	3.87±0.31	ns

หมายเหตุ ** ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

* ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ns ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากตาราง 26 พบว่า ค่าเฉลี่ยสีเนื้อ a* (แดง-เขียว) และสีเนื้อ b* (เหลือง-น้ำเงิน) ของเนื้อโคจากการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทย ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามมีค่าเฉลี่ยสีเนื้อ a* (แดง-เขียว) ต่ำกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยเล็กน้อย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 17.55±0.25 และ 18.04±0.54 ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยสีเนื้อ b* (เหลือง-น้ำเงิน) ของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามจะต่ำกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยเล็กน้อย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.19±0.19 และ 3.87±0.31 ตามลำดับ

นอกจากนี้ พบว่าระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 0, 6 และ 12 ชั่วโมง ในสภาพตั้งทิ้งไว้ในอากาศที่อุณหภูมิห้องในห้องทดลอง มีผลต่อค่า pH ค่าสีเนื้อ L* (ความสว่าง) และ b* (เหลือง-น้ำเงิน) โดยค่า pH หลังจากฆ่ามีค่าเท่ากับ 7.39±0.09 และจะมีค่าลดลงตามระยะเวลาในการรอจำหน่าย คือ 6 และ 12 ชั่วโมง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.14±0.03 และ 5.70±0.04 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยสีเนื้อ L* (ความสว่าง) ของเนื้อโคลูกผสมที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 37.64±0.43, 39.18±0.50 และ 39.54±0.47 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 39.54±0.47 และเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 0 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 37.64±0.43 เนื้อโคลูกผสมที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยสีเนื้อ b* (เหลือง-น้ำเงิน) เท่ากับ 2.84±0.26, 3.53±0.35 และ 4.22±0.28 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) โดยเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 4.22±0.28 และเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 0 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 2.84±0.26 ดังแสดงในตาราง 27

ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็นของเนื้อโคลูกผสมมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาในการรอจำหน่ายเพิ่มขึ้น (ดังตาราง 27) โดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็นของเนื้อโคลูกผสมที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 3.96±0.39, 3.87±0.34 และ 4.56±0.40 ตามลำดับ ซึ่งเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 4.56±0.40 และเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 0 และ 6 ชั่วโมง มีค่าใกล้เคียงกันเท่ากับ 3.96±0.39 และ 3.87±0.34 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยสีเนื้อ a* (แดง-เขียว) ของเนื้อโคลูกผสมที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0, 6 และ 12 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 17.75±0.46, 17.67±0.54 และ 17.97±0.55 ตามลำดับ

ตาราง 27 ผลของระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่อคุณภาพเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูแล้ง

ลักษณะคุณภาพเนื้อ	ระยะเวลาเก็บรักษาเนื้อ (ช.ม.)			Sig
	0	6	12	
pH	7.39^{a}±0.09	6.14^{b}±0.03	5.70^{c}±0.04	**
การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น (%)	3.96±0.39	3.87±0.34	4.56±0.40	ns
สีเนื้อ ค่าL* (ความสว่าง)	37.64^{b}±0.43	39.18^{a}±0.50	39.54^{a}±0.47	*
สีเนื้อ ค่าa* (แดง-เขียว)	17.75±0.46	17.67±0.54	17.97±0.55	ns
สีเนื้อ ค่า b* (เหลือง-น้ำเงิน)	2.84^{b}±0.26	3.53^{ab}±0.35	4.22^{a}±0.28	**

หมายเหตุ ** ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

* ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ns ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์

ผลการศึกษาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมโดยวิธี Total Plate Count ตลอดจนปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* และ *Salmonella* ในเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูแล้ง พบว่า เนื้อโคที่ได้จากการฆ่าโคแบบพื้นบ้านทั้งการฆ่าแบบไทยและแบบอิสลามที่ใช้ซื้อขายกันอยู่ในปัจจุบันมีการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในระดับที่เกินมาตรฐานที่กรมปศุสัตว์ และกระทรวงสาธารณสุขกำหนดไว้ค่อนข้างมาก เช่นเดียวกับในฤดูฝน จากการทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมทั้งในโคที่ฆ่าแบบอิสลามและแบบไทยที่ 0 ชั่วโมง (หลังฆ่า) มีค่าเท่ากับ 24.06±0.02 $\log_{10}$cfu/กรัม ค่าเฉลี่ยเชื้อ *Escherichia coli* เท่ากับ 30.75±0.03 $\log_{10}$cfu/กรัม และ *Salmonella* เท่ากับ 6.13±0.07 $\log_{10}$cfu/กรัม ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวม เชื้อ *Escherichia coli* และ *Salmonella* ในเนื้อโคแต่ละกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมในเนื้อโคจากการฆ่าแบบอิสลามที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 24.04±0.04, 24.05±0.02 และ 24.09±0.01 $\log_{10}$cfu/กรัม ตามลำดับ และเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 24.07±0.02, 24.10±0.02 และ 24.08±0.02 $\log_{10}$cfu/กรัม ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน ดังแสดงในตาราง 28

ตาราง 28 ผลของวิธีการฆ่าและระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูแล้ง

เชื้อจุลินทรีย์	อิสลาม			ไทย			Sig	Sig	
(log_{10}cfu/กรัม)	0 ช.ม.	6 ช.ม.	12 ช.ม.	0 ช.ม.	6 ช.ม.	12 ช.ม.		วิธี	เวลา
Total plate count	24.04±0.04	24.05±0.02	24.09±0.01	24.07±0.02	24.10±0.02	24.08±0.02	ns	ns	ns
Escherichia coli	30.74±0.04	30.72±0.04	30.74±0.04	30.77±0.05	30.74±0.05	30.77±0.06	ns	ns	ns
Salmonella	6.22±0.10	6.34±0.06	6.34±0.05	6.04±0.09	6.18±0.07	6.19±0.09	ns	*	ns

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ns ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* ในเนื้อโคจากการฆ่าแบบอิสลามที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.74±0.04, 30.72±0.04 และ 30.74±0.04 log_{10}cfu/กรัม ตามลำดับ และเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0, 6 และ 12 ชั่วโมง ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 30.77±0.05, 30.74±0.05 และ 30.77±0.06 log_{10}cfu/กรัม ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน โดยเนื้อโคจากการฆ่าแบบไทย ที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 30.77±0.05 และ 30.77±0.06 log_{10}cfu/กรัม ตามลำดับ และเนื้อโคจากการฆ่าแบบอิสลาม ที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 6 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 30.72±0.04 log_{10}cfu/กรัม ปริมาณเชื้อ *Salmonella* ในเนื้อโคในแต่ละกลุ่มการทดลองค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 6.22±0.10, 6.34±0.06, 6.34±0.05 และ 6.04±0.09, 6.18±0.07, 6.19±0.09 log_{10}cfu/กรัม ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน โดยเนื้อโคจากการฆ่าแบบอิสลาม และมีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 6.34±0.06 และ 6.34±0.05 log_{10}cfu/กรัม ตามลำดับ และเนื้อโคจากการฆ่าแบบไทย และมีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 6.04±0.09 log_{10}cfu/กรัม (ตาราง 28)

วิธีการฆ่าโคแบบอิสลามและแบบไทยไม่มีผลต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวม และเชื้อ *Escherichia coli* โดยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมของเนื้อโคลูกผสมจากการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทย มีค่าเท่ากับ 24.06±0.02 และ 24.09±0.01 log_{10}cfu/กรัม ตามลำดับ โดยเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมต่ำกว่าเนื้อโคจากการฆ่าแบบไทยเล็กน้อย และปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* ของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทย ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 30.73±0.02 และ 30.76±0.03 log_{10}cfu/กรัม ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่พบว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามมีค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* ต่ำกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยเล็กน้อย ดังแสดงในตาราง 29

ตาราง 29 ผลของวิธีการฆ่าต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูแล้ง

เชื้อจุลินทรีย์ (log_{10}cfu/กรัม)	วิธีการฆ่า		Sig
	อิสลาม	ไทย	
Total plate count	24.06±0.02	24.09±0.01	ns
Escherichia coli	30.73±0.02	30.76±0.03	ns
Salmonella	6.30^{a}±0.04	6.14^{b}±0.05	*

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ns ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากตาราง 29 พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อ *Salmonella* ในเนื้อโคลูกผสมจากการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทย มีค่าเท่ากับ 6.30±0.04 และ 6.14±0.05 log_{10}cfu/กรัม ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยเนื้อโคจากการฆ่าแบบอิสลามมีค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อ *Salmonella* สูงกว่าเนื้อโคจากการฆ่าแบบไทย

นอกจากนี้ จากการศึกษาผลของระยะเวลาในการรอจำหน่ายเนื้อที่ 0, 6 และ 12 ชั่วโมง ในสภาพตั้งทิ้งไว้ให้สัมผัสอากาศที่อุณหภูมิห้องในห้องทดลองต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวม เชื้อ *Escherichia coli* และ *Salmonella* ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 24.06±0.02, 24.07±0.02 และ 24.09±0.01 log_{10}cfu/กรัม ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาในการรอจำหน่ายเพิ่มขึ้น และค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* ที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 30.75±0.03, 30.73±0.03 และ 30.76±0.04 log_{10}cfu/กรัม ตามลำดับ โดยเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 30.76±0.04 log_{10}cfu/กรัม เช่นเดียวกับค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อ *Salmonella* มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยตามระยะเวลาในการรอจำหน่าย (0, 6 และ 12 ชั่วโมง) มีค่าเท่ากับ 6.13±0.07, 6.26±0.05 และ 6.26±0.05 log_{10}cfu/กรัม ตามลำดับ

ตาราง 30 ผลของระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโคลูกผสมใช่วงฤดูแล้ง

เชื้อจุลินทรีย์	ระยะเวลาเก็บรักษาเนื้อ (ช.ม.)			Sig
(log_{10}cfu/กรัม)	0	6	12	
Total plate count	24.06±0.02	24.07±0.02	24.09±0.01	ns
Escherichia coli	30.75±0.03	30.73±0.03	30.76±0.04	ns
Salmonella	6.13±0.07	6.26±0.05	6.26±0.05	ns

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ปริมาณโภชนะในเนื้อ

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโภชนะในเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูแล้ง พบว่า เนื้อโคลูกผสมมีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุแห้ง เถ้า โปรตีน และไขมัน มีค่าเท่ากับ 24.30, 1.06, 22.57 และ 0.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยพลังงานเท่ากับ 5,006.79 แคลอรี/กรัม และจากผลการศึกษาปริมาณโภชนะในเนื้อโคลูกผสมที่มีวิธีการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทย ที่มีระยะเวลาใน

การรอจำหน่ายที่ 0, 6 และ 12 ชั่วโมง ดังแสดงในตาราง 31 พบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทยที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 23.48±0.41, 23.75±0.40, 23.96±0.19 และ 24.75±0.54, 25.00±0.50, 24.86±0.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่เนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 6 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งสูงที่สุด คือ 25.00±0.50 เปอร์เซ็นต์ และเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 23.48±0.41 เปอร์เซ็นต์

ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เถ้าของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทยที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 1.06±0.02, 1.06±0.03, 1.04±0.02 และ 1.02±0.02, 1.06±0.03, 1.06±0.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 0 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 1.02±0.02 เปอร์เซ็นต์

ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนในแต่ละกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 22.39±0.37, 22.31±0.32, 22.89±0.33 และ 22.50±0.21, 23.04±0.36, 22.26±0.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 6 ชั่วโมง มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 23.04±0.36 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าต่ำที่สุดในเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 12 ชั่วโมง เท่ากับ 22.26±0.36 เปอร์เซ็นต์

ในแต่ละกลุ่มการทดลองมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.86±0.15, 0.86±0.19, 0.86±0.15 และ 0.81±0.08, 0.80±0.08, 0.84±0.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 12 ชั่วโมง มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 0.86±0.15 เปอร์เซ็นต์ และเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0 และ 6 ชั่วโมง มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 0.81±0.08 และ 0.80±0.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในแต่ละกลุ่มการทดลองมีค่าเฉลี่ยพลังงานในเนื้อโคเท่ากับ 5,024.80±37.67, 5,031.90±45.90, 5,006.30±3.40 และ 4,977.60±33.92, 5,003.50±42.75, 4,996.60±35.19 แคลอรี/กรัม สำหรับกลุ่มเนื้อโคจากการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทยที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0, 6 และ 12 ชั่วโมง ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่พบว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 6 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยพลังงานสูงที่สุดเท่ากับ 5,031.90±45.90 แคลอรี/กรัม และเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 4,977.60±33.92 แคลอรี/กรัม

ตาราง 31 ผลของวิธีการฆ่าและระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่อปริมาณโภชนะในเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูแล้ง

ชนิดของโภชนะ	อิสลาม			ไทย			Sig	Sig	
	0 ช.ม.	6 ช.ม.	12 ช.ม.	0 ช.ม.	6 ช.ม.	12 ช.ม.		วิธี	เวลา
วัตถุแห้ง (%)	23.48±0.41	23.75±0.40	23.96±0.19	24.75±0.54	25.00±0.50	24.86±0.54	ns	**	ns
เถ้า (%)	1.06±0.02	1.06±0.03	1.04±0.02	1.02±0.02	1.06±0.03	1.06±0.04	ns	ns	ns
โปรตีน (%)	22.39±0.37	22.31±0.32	22.89±0.33	22.50±0.21	23.04±0.36	22.26±0.36	ns	ns	ns
ไขมัน (%)	0.86±0.15	0.86±0.19	0.86±0.15	0.81±0.08	0.80±0.08	0.84±0.09	ns	ns	ns
พลังงาน(cal/g)	5,024.80±37.67	5,031.90±45.90	5,006.30±53.40	4,977.60±33.92	5,003.50±42.75	4,996.60±35.19	ns	ns	ns

หมายเหตุ ** ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

ns ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งในเนื้อโคที่มีวิธีการฆ่าแตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) โดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามมีค่าต่ำกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทย มีค่าเท่ากับ 23.73±0.20 และ 24.87±0.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เถ้า โปรตีน ไขมัน และพลังงานในเนื้อโคไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เถ้าในเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทยมีค่าใกล้เคียงกัน เท่ากับ 1.06±0.01 และ 1.05±0.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามมีค่าต่ำกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยเล็กน้อย เท่ากับ 22.53±0.20 และ 22.60±0.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามมีค่าสูงกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยเล็กน้อย เท่ากับ 0.86±0.09 และ 0.82±0.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เช่นเดียวกับค่าเฉลี่ยพลังงานของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามมีค่าสูงกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยเล็กน้อย เท่ากับ 5,021.00±25.76 และ 4,992.57±20.98 แคลอรี/กรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 32

ตาราง 32 ผลของวิธีการฆ่าต่อปริมาณโภชนะในเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูแล้ง

ชนิดของโภชนะ	วิธีการฆ่า		Sig
	อิสลาม	ไทย	
วัตถุแห้ง (%)	23.73[b]±0.20	24.87[a]±0.29	**
เถ้า (%)	1.06±0.01	1.05±0.02	ns
โปรตีน (%)	22.53±0.20	22.60±0.19	ns
ไขมัน (%)	0.86±0.09	0.82±0.05	ns
พลังงาน (cal/g)	5,021.00±25.76	4,992.57±20.98	ns

หมายเหตุ ** ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)
ns ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากการศึกษาพบว่า ระยะเวลาในการรอจำหน่ายเนื้อที่ 0, 6 และ 12 ชั่วโมง ไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง เถ้า โปรตีน ไขมัน และพลังงาน ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งของเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 24.11±0.36, 24.38±0.34 และ 24.41±0.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งสูงที่สุดเท่ากับ

24.41±0.30 เปอร์เซ็นต์ และเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 0 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 24.11±0.36 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตาราง 33

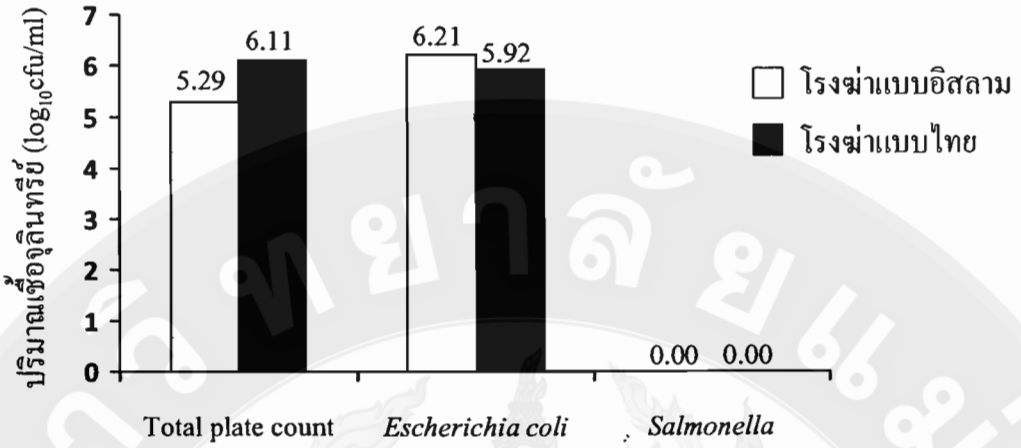
ตาราง 33 ผลของระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่อปริมาณโภชนะในเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูแล้ง

ชนิดของโภชนะ	ระยะเวลาเก็บรักษาเนื้อ (ช.ม.)			Sig
	0	6	12	
วัตถุแห้ง (%)	24.11±0.36	24.38±0.34	24.41±0.30	ns
เถ้า (%)	1.04±0.01	1.06±0.02	1.05±0.02	ns
โปรตีน (%)	22.45±0.21	22.67±0.25	22.57±0.25	ns
ไขมัน (%)	0.84±0.08	0.83±0.10	0.85±0.08	ns
พลังงาน (cal/g)	5,001.20±25.26	5,017.70±30.70	5,001.45±31.14	ns

หมายเหตุ ns ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากตาราง 33 พบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เถ้าของเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 1.04±0.01, 1.06±0.02 และ 1.05±0.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โปรตีนมีค่าใกล้เคียงกันเท่ากับ 22.45±0.21, 22.67±0.25 และ 22.57±0.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันมีค่าเท่ากับ 0.84±0.08, 0.83±0.10 และ 0.85±0.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยพลังงานมีค่าเท่ากับ 5,001.20±25.26, 5,017.70±30.70 และ 5,001.45±31.14 แคลอรี/กรัม โดยค่าเฉลี่ยพลังงานของเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายที่ 6 ชั่วโมง มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 5,017.70±30.70 แคลอรี/กรัม

นอกจากนี้ ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำจากโรงฆ่าทั้งโรงฆ่าแบบอิสลามและแบบไทย โดยการเก็บตัวอย่างน้ำจะทำการเปิดน้ำทิ้งไว้เล็กน้อย จากนั้นจึงเก็บตัวอย่างน้ำใส่ขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว มาวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมโดยวิธี Total plate count รวมทั้งเชื้อ *Escherichia coli* และ *Salmonella* พบว่า น้ำจากโรงฆ่าทั้งโรงฆ่าแบบอิสลามและแบบไทยพบเชื้อจุลินทรีย์และเชื้อ *Escherichia coli* แต่ไม่พบเชื้อ *Salmonella* โดยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมในน้ำของโรงฆ่าแบบอิสลามมีค่าต่ำกว่าน้ำในโรงฆ่าแบบไทย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.29 และ 6.11 $\log_{10}$cfu/ml ตามลำดับ ดังแสดงในภาพ 15 และปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* ในน้ำของโรงฆ่าแบบอิสลามและแบบไทยมีค่าเท่ากับ 6.21 และ 5.92 $\log_{10}$cfu/ml โดยปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* ในน้ำของโรงฆ่าแบบอิสลามมีค่าสูงกว่าโรงฆ่าแบบไทย



ภาพ 15 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำของโรงฆ่า

จากการศึกษาพบว่าลักษณะคุณภาพเนื้อของโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งมีค่าใกล้เคียงกัน โดยพบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น และค่าสีเนื้อ L* (ความสว่าง) ของเนื้อโคในช่วงฤดูฝนมีแนวโน้มสูงกว่าในช่วงฤดูแล้งเล็กน้อย แต่ค่าสีเนื้อ b* (เหลือง-น้ำเงิน) มีแนวโน้มต่ำกว่าเล็กน้อย และในการศึกษาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโค พบว่า เนื้อโคในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งมีปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* และ *Salmonella* ใกล้เคียงกัน แต่ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมในเนื้อโคช่วงฤดูฝนมีแนวโน้มต่ำกว่าเนื้อโคในช่วงฤดูแล้ง ด้านการศึกษาปริมาณโภชนะในเนื้อโค พบว่าเนื้อโคในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งมีปริมาณโภชนะใกล้เคียงกัน

วิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การศึกษาคุณภาพเนื้อและการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์รวม *Escherichia coli* และ *Salmonella* ในเนื้อโคช่วงฤดูฝน (มิถุนายน-ตุลาคม)

ลักษณะคุณภาพเนื้อ

จากการศึกษาลักษณะคุณภาพเนื้อโคลูกผสมที่มีวิธีการฆ่าแบบมุสลิม และแบบไทย ที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายต่างกัน คือ 0, 6 และ 12 ชั่วโมง พบว่า ค่าเฉลี่ย pH ของเนื้อและค่าสีเนื้อ b* (เหลือง-น้ำเงิน) ของกลุ่มการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยค่าสีเนื้อ b* ในเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยมีค่าสูงกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลาม เช่นเดียวกับค่า L* (ความสว่าง) ที่มีแนวโน้มสูงขึ้น ดังนั้นเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยจะมีสีซีดกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลาม ซึ่งเป็นผลจากโคที่ทำการฆ่าแบบไทยต้องทำให้โคสลบก่อนโดยการใช้ไม้หรือค้อนทุบหัว ทำให้สัตว์เกิดความเครียดก่อนถูกฆ่า เนื้อจึงมีความสามารถในการอุ้มน้ำลดลง มีน้ำไหลซึมออกนอกเส้นใยกล้ามเนื้อและนำไมโอโกลบินหรือรงควัตถุในเนื้อออกมานอกเซลล์ด้วย จึงทำให้เนื้อมีสีซีดจาง (Lawrie, 2006) นอกจากนี้การเกิดความเครียดยังส่งผลให้ปริมาณไกลโคเจน (glycogen) ในกล้ามเนื้อและตับถูกนำมาใช้เป็นพลังงานในการรักษาสมดุลของสภาพร่างกาย ดังนั้นค่า pH ของเนื้อที่ 0 ชั่วโมงหลังฆ่าแบบไทยจึงสูงกว่าแบบอิสลาม ทั้งนี้เพราะเนื้อโคจากการฆ่าแบบไทยมีปริมาณกรดแลคติกน้อย เนื่องจากไกลโคเจนถูกใช้ไปก่อนสัตว์ตาย (Miller, 2002) โดยค่าเฉลี่ย pH ของเนื้อโคลูกผสมที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0 และ 6 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 7.28±0.11 และ 6.33±0.08 ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานของ Miller (2002) รายงานว่า pH ของเนื้อหลังฆ่ามีค่าประมาณ 7 และจากรายงานของ จุฑารัตน์ และคณะ (2540) รายงานว่า pH ของเนื้อโคหลังฆ่า 6 ชั่วโมง เท่ากับ 6.08

ระยะเวลาในการรอจำหน่ายเนื้อในสภาพตั้งทิ้งไว้ให้เนื้อสัมผัสอากาศที่อุณหภูมิห้องที่ 37°C ภายในห้องทดลอง พบว่ามีผลต่อค่า pH ลดลง โดยค่า pH หลังจากฆ่า 0 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 7.28±0.11 และมีค่าลดลงตามระยะเวลาในการรอจำหน่าย คือ 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 6.33±0.08 และ 5.90±0.09 ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานของ Boles and Pegg (2008) รายงานว่า pH ในกล้ามเนื้อสัตว์จะลดลงหลังถูกฆ่าจากค่า pH ประมาณ 7.0-7.2 ลงมาอยู่ที่ pH ประมาณ 5.5-5.7 ที่เวลา 24 ชั่วโมงหลังการฆ่า ซึ่งค่า pH ที่ลดลงน่าจะเป็นผลจากปริมาณกรดแลคติกในเนื้อที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อสัตว์ถูกฆ่าและเลือดถูกกำจัดออก ทำให้ไม่มีการส่งออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อ แต่เซลล์กล้ามเนื้อยังคงทำงานอยู่ จึงต้องใช้พลังงาน ATP ดังนั้นกระบวนการสร้าง

ATP ผ่านกระบวนการใช้ออกซิเจนจึงหยุดลง แต่มีการสร้าง ATP จากไกลโคเจนในกล้ามเนื้อโดยขบวนการไม่ใช้ออกซิเจนแทน จึงมีผลให้มีกรดแลคติกสะสมอยู่ในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้ค่า pH ในเนื้อลดลง (Miller, 2002)

ด้านสีของเนื้อโคพบว่าค่า L* และ b* เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการรอจำหน่ายเพิ่มขึ้นทั้งในโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทย เนื่องจาก ค่า L* จะมีความสัมพันธ์กับค่า pH ซึ่งเนื้อที่มีค่า pH ลดลงมากจะมีค่า L* สูงขึ้น (จุฑารัตน์ และคณะ, 2548) โดยเมื่อระยะเวลาในการรอจำหน่ายนานขึ้นทำให้ค่า pH ลดลง ซึ่งมีผลทำให้ค่า L* ในเนื้อสูงขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ Zhang *et al.* (2005) รายงานว่า เนื้อโคที่มีค่า pH ต่ำ (5.40-5.79) จะมีค่า L* เท่ากับ 39.3 ในขณะที่เนื้อที่มีค่า pH สูง (6.10-6.79) จะมีค่า L* เท่ากับ 36.7 นอกจากนี้ กลุ่มวิจัยและพัฒนาโคเนื้อ (2550ก) รายงานสอดคล้องกันว่า เนื้อที่มีค่า pH ต่ำ (น้อยกว่า 5.6) จะมีสีสด แต่หากมีค่า pH สูง (มากกว่า 6.5) เนื้อจะมีสีคล้ำ และจากผลการศึกษาพบว่าค่า b* สูงขึ้นเมื่อระยะเวลาในการรอจำหน่ายเนื้อเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Hayes *et al.* (2007) รายงานว่า ค่า L* และ b* ของเนื้อขาของโคมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อมีระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น โดยค่า L* ของเนื้อขาของโคที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 0, 7, 14 และ 21 วัน มีค่าเท่ากับ 43.4, 44.3, 44.7 และ 45.0 ตามลำดับ และค่า b* มีค่าเท่ากับ 6.9, 7.0, 6.7 และ 7.6 ตามลำดับ

ค่าการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น (Drip loss) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการรอจำหน่ายเพิ่มขึ้นทั้งในเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลาม และแบบไทย เนื่องจากเนื้อที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายนานขึ้นจะมีกรดแลคติกสูง (pH ต่ำ) จึงมีผลทำให้ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อลดลง ดังนั้นค่าการสูญเสียน้ำจึงเพิ่มสูงขึ้น (Ke, 2006) สอดคล้องกับ Zhang *et al.* (2005) ที่รายงานว่า เนื้อโคที่มีค่า pH สูง (6.10-6.79) จะมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อสูงกว่าเนื้อโคที่มีค่า pH ต่ำ (5.40-5.79) และ Hayes *et al.* (2007) รายงานสอดคล้องกันว่า ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น โดยค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อขาหลังที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 0, 7, 14 และ 21 วัน มีค่าเท่ากับ 0.972, 0.967, 0.966 และ 0.965 ตามลำดับ

ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์

การศึกษาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมโดยวิธี Total Plate Count ตลอดจนปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* และ *Salmonella* spp.ในเนื้อโค พบว่า เนื้อโคที่ได้จากการฆ่าแบบพื้นบ้านทั้งการฆ่าแบบไทยและแบบอิสลามที่ใช้ซื้อขายกันอยู่ในปัจจุบัน มีการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในระดับที่เกินมาตรฐานที่กรมปศุสัตว์ และกระทรวงสาธารณสุขกำหนดไว้ค่อนข้างมาก โดยมาตรฐานดังกล่าว

ระบุว่า ควรมีปริมาณจุลินทรีย์รวมไม่เกิน 6.70 log_{10}cfu/กรัม *Escherichia coli* ไม่เกิน 1.70 log_{10}cfu/กรัม และต้องไม่พบเชื้อ *Salmonella* spp. ซึ่งจากการทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมทั้งในเนื้อโค ที่ฆ่าแบบอิสลามและแบบไทยที่ 0 ชั่วโมง (หลังฆ่า) มีค่าเท่ากับ 23.43±0.28 log_{10}cfu/กรัม ค่าเฉลี่ยเชื้อ *Escherichia coli* เท่ากับ 30.59±0.15 log_{10}cfu/กรัม และ *Salmonella* เท่ากับ 6.26±0.09 log_{10}cfu/กรัม ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของเพชรรัตน์ และคณะ (2548) รายงานจากการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* ในเนื้อโคจากโรงฆ่าสัตว์ในจังหวัดกาญจนบุรี พบว่ามีเนื้อที่มีการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* คิดเป็น 40 เปอร์เซ็นต์ แต่เนื้อโคจากตลาดสดและซุปเปอร์มาเก็ต มีการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* ประมาณ 86 เปอร์เซ็นต์ (สุมาลี และคณะ, 2538)

จากการสังเกตพบว่าเชื้อ *Escherichia coli* มีปริมาณสูงกว่าเชื้อจุลินทรีย์รวมมาก อาจเป็นผลจากอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อจำเพาะ สอดคล้องกับ Eley (1996) รายงานว่าอาหารเลี้ยงเชื้อ *Escherichia coli* เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อประเภท Selective media ซึ่งเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้แยกเชื้อจุลินทรีย์ เนื่องจากจะขัดขวางการเจริญของ gram-positive และแบคทีเรียที่ไม่ต้องการ จึงทำให้เชื้อ *Escherichia coli* เจริญได้ดีกว่าปกติ

การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณมากนี้อาจมีผลเนื่องจากเนื้อโคในการทดลองนี้เป็นเนื้อจากโคที่ทำการฆ่าแบบพื้นบ้าน ซึ่งทำการฆ่าและชำแหละชากบนพื้นโรงฆ่าที่ไม่ได้มีการทำความสะอาด ทำให้เชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่ตามพื้นโรงฆ่าเข้ามาปนเปื้อนในเนื้อได้ง่าย นอกจากนี้อุปกรณ์และเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง และน้ำใช้ในโรงฆ่าก็ยังไม่ได้มาตรฐาน จึงมีผลให้เชื้อจุลินทรีย์เข้าไปปนเปื้อนในเนื้อได้ง่าย โดยเฉพาะโคที่นำเข้าฆ่าเป็นโคที่ไม่ได้อดอาหารก่อนฆ่า จึงทำให้มีอาหารค้างอยู่ในระบบทางเดินอาหารมาก มีผลทำให้เชื้อจุลินทรีย์จากระบบทางเดินอาหารปนเปื้อนเข้าไปในซากได้ และการบริโภคเนื้อที่ไม่ผ่านกรรมวิธีในการลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ผู้บริโภคจึงมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหารได้ สอดคล้องกับ Garbutt (1997) ที่รายงานว่า กล้ามเนื้อของสัตว์ขณะมีชีวิตจะปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ เนื่องจากสัตว์มีระบบภูมิคุ้มกันตามธรรมชาติ โดยการหมุนเวียนของโลหิต แต่เมื่อสัตว์ถูกฆ่าทำให้การหมุนเวียนของโลหิตหยุดชะงักลง จึงไม่มีระบบภูมิคุ้มกันเพื่อป้องกันเชื้อโรค นอกจากนี้ในขั้นตอนการฆ่าจะต้องผ่านขั้นตอนต่าง ๆ ได้แก่ การฆ่า การชำแหละ ทำให้เนื้อเกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นได้

จากการศึกษาพบว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามจะมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมและเชื้อ *Escherichia coli* น้อยกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทย เนื่องจากการฆ่าโคแบบอิสลามใช้วิธีการปาดคอเพื่อเอาเลือดออก โดยทำในขณะที่โคยังมีชีวิต สอดคล้องกับกลุ่มวิจัยและพัฒนาโคเนื้อ (2550ก) รายงานว่าการฆ่าโคในขณะยังมีชีวิต ระบบหมุนเวียนโลหิตยังทำงานอยู่ จึงทำให้เลือดออกจากร่างกายได้มากและรวดเร็วกว่าโคที่ทำให้สลบก่อนโดยการใช้ไม้หรือค้อนทุบหัว ซึ่ง

ทำให้สัตว์เกิดความเครียดก่อนฆ่า มีผลต่อการสูบฉีดโลหิตของหัวใจแรงขึ้นเพื่อพยายามปรับตัวให้คงความมีชีวิตไว้โดยพยายามกักเก็บและรักษาเลือดไว้ในกล้ามเนื้อและอวัยวะต่าง ๆ ดังนั้นเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยจึงมีเลือดตกค้างอยู่ในกล้ามเนื้อมากกว่า ทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ในเนื้อมีมาก เนื่องจากเลือดเป็นอาหารที่ดีที่สุดสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ นอกจากนี้ การปนเปื้อนเชื้อ *Escherichia coli* ในเนื้ออาจเกิดจากซากโคมีการสัมผัสกับมูลจากระบบทางเดินอาหาร เนื่องจากเชื้อ *Escherichia coli* จะอาศัยอยู่ในระบบทางเดินอาหาร สอดคล้องกับรายงานของ Chapman *et al.* (2001) ทำการศึกษาการปนเปื้อนเชื้อ *Escherichia coli* O157 ของมูลโคจากไส้ตรงหลังการฆ่าจำนวน 4,800 ตัว พบว่ามูลโคมีการปนเปื้อนเชื้อ *Escherichia coli* O157 จำนวน 620 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 12.9 แต่จากการศึกษาปริมาณเชื้อ *Salmonella* พบว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามมีการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* มากกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทย น่าจะเป็นผลมาจากขั้นตอนการชำแหละและตัดแต่งซากที่ไม่สะอาด ทำให้เศษอาหารจากระบบทางเดินอาหารมีการสัมผัสกับซากและเนื้อที่ทำการชำแหละได้มากกว่า โดยเฉพาะกระบวนการในการทำความสะอาดอวัยวะภายในส่วนกระเพาะอาหารและลำไส้ ผู้ฆ่าในโรงฆ่าแบบอิสลามจะทำการล้างเครื่องในภายในถังน้ำที่ไม่ได้ให้น้ำไหลเวียน จากการที่ผู้ชำแหละเนื้อและล้างเครื่องในเป็นคนเดียวกัน จึงมีผลให้เชื้อจุลินทรีย์ประเภท *Salmonella* ซึ่งพบในอวัยวะภายในปนเปื้อนจากมือของผู้ปฏิบัติงานเข้าสู่เนื้อได้ ส่วนการล้างอวัยวะภายในของโรงฆ่าแบบไทยจะเป็นการล้างแบบน้ำไหล จึงทำให้โอกาสในการปนเปื้อนจากการล้างกระเพาะและลำไส้ต่ำกว่า

นอกจากนี้ ยังพบว่าระยะเวลาในการรอจำหน่ายเนื้อมีผลทำให้การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์มีแนวโน้มสูงขึ้น โดยเนื้อที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายนานขึ้นจะมีแนวโน้มการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวม และ *Escherichia coli* เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากเชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ดี เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลองนี้คือที่อุณหภูมิห้องที่ 37°C ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสม สำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ทำให้ระยะเวลาในการแบ่งตัวของเชื้อจุลินทรีย์ลดลง จำนวนเชื้อจุลินทรีย์จึงเพิ่มขึ้น และเนื้อโคยังเป็นแหล่งโปรตีนสูงจึงทำให้เชื้อจุลินทรีย์สามารถใช้เป็นอาหารได้ ดังนั้นเมื่อระยะเวลาในการรอจำหน่ายนานขึ้นจึงทำให้ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อเพิ่มจำนวนขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ คมแข (2550) รายงานจากการศึกษาเนื้อสันนอกสุกรจากซุปเปอร์มาเก็ตในเขตกรุงเทพมหานคร โดยนำมาแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 30 นาที, 1, 3, 5, 7 และ 9 วัน พบว่ามีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมเท่ากับ 4.67, 4.64, 5.31, 5.79, 5.90 และ 7.03 $\log_{10}$cfu/กรัม ตามลำดับ และปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* ของเนื้อสุกรที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 0, 30 นาที, 1, 3 และ 5 วัน พบว่ามีค่าเท่ากับ 6.40, 6.48, 6.52, 6.55 และ 6.64 $\log_{10}$cfu/กรัม ตามลำดับ ส่วนปริมาณเชื้อ *Salmonella typhimurium* มีค่าเท่ากับ 5.53,

5.48, 5.51, 5.58 และ 5.28 log_{10}cfu/กรัม ตามลำดับ โดยพบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมและเชื้อ *Escherichia coli* เพิ่มขึ้น แต่เชื้อ *Salmonella typhimurium* มีค่าใกล้เคียงกัน และสอดคล้องกับรายงานของ Leak and Ronnow (2000) ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมในเนื้อโคบดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน คือ 1.7, 7.2 และ 12.8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1, 5, 9 และ 13 วัน พบว่าเชื้อจุลินทรีย์รวมในเนื้อโคบดเพิ่มมากขึ้นตามอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษา โดยเนื้อโคบดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1.7 องศาเซลเซียส มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมเท่ากับ 2.85, 5.41, 5.96 และ 7.74 log_{10}cfu/กรัม ตามลำดับ เนื้อโคบดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7.2 องศาเซลเซียส มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมเท่ากับ 2.85, 5.56, 6.71 และ 8.54 log_{10}cfu/กรัม ตามลำดับ และเนื้อโคบดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12.8 องศาเซลเซียส มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมเท่ากับ 2.85, 5.70, 8.42 และ 8.54 log_{10}cfu/กรัม ตามลำดับ นอกจากนี้ Leak and Ronnow (2000) รายงานจากการเก็บรักษาเนื้อโคบดที่อุณหภูมิต่าง ๆ คือ 1.7, 7.2 และ 12.8 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลา 13.0, 10.2 และ 7.3 วัน ตามลำดับ เนื้อโคบดจึงเกิดการเน่าเสียได้

ปริมาณโภชนะในเนื้อ

การวิเคราะห์หาปริมาณโภชนะในเนื้อโคลูกผสม พบว่า เนื้อโคลูกผสมมีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุแห้ง เถ้า โปรตีน และไขมัน มีค่าเท่ากับ 24.16, 1.17, 22.02, 0.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีพลังงานเท่ากับ 5,051.18 แคลอรี/กรัม ผลการวิเคราะห์สอดคล้องกับรายงานของ จุฑารัตน์ และคณะ (2548) รายงานว่า เนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองบราห์มันเลือดสูง 75 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณ วัตถุแห้ง โปรตีน และไขมัน เท่ากับ 25.29, 23.76 และ 1.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และจากรายงานของสุทธิพงศ์ และคณะ (2546) รายงานจากการศึกษาปริมาณโปรตีนและไขมันในเนื้อสันและเนื้อขาหลังของโค พบว่ามีปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วง 20-30 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณไขมันอยู่ในช่วง 2-5 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีความแตกต่างกันทั้งในเนื้อสันและเนื้อขาหลัง ($P>0.05$)

ผลการศึกษาปริมาณโภชนะในเนื้อโคลูกผสมที่มีวิธีการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทย และมีระยะเวลาในการรอจำหน่ายเนื้อต่างกัน คือ 0, 6 และ 12 ชั่วโมง พบว่า วิธีการฆ่าและระยะเวลาในการรอจำหน่ายไม่มีผลต่อปริมาณโภชนะในเนื้อ โดยในแต่ละกลุ่มการทดลองมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน แต่พบว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทยมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งเท่ากับ 23.64±0.13 และ 24.68±0.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งพบว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งต่ำกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทย แต่พบว่าค่าเฉลี่ยพลังงาน

ของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามมีแนวโน้มสูงกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยเล็กน้อย โดยเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทยมีค่าเฉลี่ยพลังงานเท่ากับ 5,076.23±10.94 และ 5,026.13±23.47 แคลอรี/กรัม ตามลำดับ ซึ่งจากการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยอยู่ในระหว่างปกติที่รับยอมรับได้ สอดคล้องกับรายงานของพร้อมลักษณ์ (2550) รายงานว่าโดยเฉลี่ยเนื้อโคพื้นเมืองของไทยมีปริมาณวัตถุแห้ง เถ้า และโปรตีน ประมาณ 24-25, 1-1.2 และ 20-21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีปริมาณไขมันน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์

ระยะเวลาในการรอจำหน่ายไม่มีผลต่อปริมาณโภชนะในเนื้อ โดยปริมาณโภชนะในเนื้อโคของแต่ละกลุ่มการทดลองมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ สุทธิพงศ์ และคณะ (2546) รายงานว่า เนื้อสันและเนื้อขาหลังโคที่เก็บรักษาในถาดโฟมขนาด 1 นิ้วและ ½ นิ้ว โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 3 และ 5 วัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ในด้านปริมาณโภชนะในเนื้อ และสอดคล้องกับรายงานของ Daszkiewicz *et al.* (2003) รายงานว่าเนื้อสันนอกโคที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0-2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3, 7, 10 และ 14 วัน มีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งเท่ากับ 24.25, 24.29, 24.29 และ 24.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์ไขมัน มีค่าเท่ากับ 1.14, 1.21, 1.37 และ 1.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีคะแนนไขมันแทรกเท่ากับ 1.82, 1.87, 1.98 และ 1.82 ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

การทดลองที่ 2 การศึกษาคุณภาพเนื้อและการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์รวม *Escherichia coli* และ *Salmonella* ในเนื้อโคช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน-พฤษภาคม)

ลักษณะคุณภาพเนื้อ

ในช่วงฤดูแล้ง พบว่า ค่าเฉลี่ย pH ของเนื้อในแต่ละกลุ่มการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยเนื้อโคจากการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทยที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0 ชั่วโมง มีค่าใกล้เคียงกับ pH ของกล้ามเนื้อมากที่สุด โดยเนื้อโคจากการฆ่าแบบไทยมีค่า pH สูงกว่า มีค่าเท่ากับ 7.07±0.09 และ 7.72±0.06 ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานของ Miller (2002) รายงานว่า pH ของเนื้อสัตว์หลังฆ่ามีค่า pH ประมาณ 7 และเนื้อโคจากการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทยที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 6 ชั่วโมง ค่า pH มีแนวโน้มลดลงเนื่องจากการสร้างกรดแลคติก มีค่าเท่ากับ 6.16±0.05 และ 6.13±0.03 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ จุฑารัตน์ และคณะ (2540) รายงานว่า pH ของเนื้อโคหลังฆ่า 6 ชั่วโมง เท่ากับ 6.08

ในเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยมีค่าเฉลี่ย pH เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น และค่าสีเนื้อ L* (ความสว่าง) สูงกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลาม เช่นเดียวกับค่า b* (เหลือง-น้ำเงิน) ที่มีแนวโน้มสูงขึ้นในโคที่ทำการฆ่าแบบไทย ซึ่งเป็นผลจากโคที่ทำการฆ่าแบบไทยต้องทำให้โคสลบก่อน โดยการใช้ไม้หรือค้อนทุบหัว ทำให้สัตว์เกิดความเครียดก่อนถูกฆ่า ทำให้เนื้อมีความสามารถในการอุ้มน้ำลดลง มีน้ำไหลซึมออกนอกเส้นใย ซึ่งทำให้ไมโอโกลบินไหลออกมานอกเซลล์ด้วย จึงทำให้เนื้อมีสีซีดจางและมีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำเพิ่มขึ้น (Lawrie, 2006) นอกจากนี้ผลของความเครียดยังส่งผลให้ไกลโคเจน (glycogen) ในกล้ามเนื้อและตับที่เก็บสะสมไว้เป็นแหล่งพลังงานจะถูกนำมาใช้ในการรักษาสมดุลของสภาพร่างกาย ดังนั้นค่า pH ของเนื้อที่ 0 ชั่วโมงหลังฆ่าแบบไทยจึงสูงกว่าแบบอิสลาม ทั้งนี้เพราะเนื้อโคจากการฆ่าแบบไทยมีปริมาณกรดแลคติกน้อย เนื่องจากไกลโคเจนถูกใช้ไปก่อนสัตว์ตาย (Miller, 2002)

ระยะเวลาในการรอจำหน่ายเนื้อในสภาพตั้งเนื้อทิ้งไว้ให้สัมผัสอากาศภายในห้องทดลองที่อุณหภูมิ 37°C พบว่ามีผลต่อค่า pH และค่าสี L* และ b* โดยค่า pH หลังจากฆ่ามีค่าเท่ากับ 7.39±0.09 และมีค่าลดลงตามระยะเวลาในการรอจำหน่าย คือ 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 6.14±0.03 และ 5.70±0.04 ตามลำดับ ซึ่งค่า pH ที่ลดลงน่าจะเป็นผลจากปริมาณกรดแลคติกในเนื้อที่เพิ่มขึ้น จากการสร้าง ATP จากไกลโคเจนในกล้ามเนื้อโดยกระบวนการไม่ใช้ออกซิเจน จึงมีผลให้มีกรดแลคติกสะสมอยู่ในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลให้ค่า pH ในเนื้อลดลง (Miller, 2002)

ด้านสีของเนื้อโคพบว่าค่า L* ของเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 37.64±0.43, 39.18±0.50 และ 39.54±0.47 ตามลำดับ และค่า b* มี

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.84±0.26, 3.53±0.35 และ 4.22±0.28 ตามลำดับ โดยค่า L* และ b* จะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการรอจำหน่ายเพิ่มขึ้นทั้งในโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทย เนื่องจาก ค่า L* จะมีความสัมพันธ์กับค่า pH ซึ่งเนื้อที่มีค่า pH ลดลงมากจะมีค่า L* สูงขึ้น (จุฑารัตน์ และคณะ, 2548) ดังนั้นเมื่อระยะเวลาในการรอจำหน่ายนานขึ้นค่า pH จึงลดลง ซึ่งมีผลทำให้ค่า L* ในเนื้อสูงขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ Zhang *et al.* (2005) รายงานว่า เนื้อโคที่มีค่า pH ต่ำ (5.40-5.79) จะมีค่า L* เท่ากับ 39.3 ในขณะที่เนื้อที่มีค่า pH สูง (6.10-6.79) จะมีค่า L* เท่ากับ 36.7 นอกจากนี้กลุ่มวิจัยและพัฒนาโคเนื้อ (2550ก) รายงานว่า เนื้อที่มีค่า pH ต่ำ (น้อยกว่า 5.6) จะมีสีสด แต่หากมีค่า pH สูง (มากกว่า 6.5) เนื้อจะมีสีคล้ำ และผลจากการศึกษาพบว่าค่า b* สูงขึ้นเมื่อระยะเวลาในการรอจำหน่ายเนื้อเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Oliete *et al.* (2006) ที่รายงานว่า เนื้อที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0±2 องศาเซลเซียส และมีระยะเวลาในการเก็บรักษา 1, 7 และ 14 วัน จะมีค่าเฉลี่ยสีเนื้อ a* เท่ากับ 14.66, 15.34 และ 15.64 ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยสีเนื้อ b* มีค่าเท่ากับ 8.79, 9.62 และ 10.09 ตามลำดับ โดยค่า a* และ b* ของเนื้อโคที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 7 และ 14 วัน มีค่าสี a* และ b* สูงกว่าเนื้อโคที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 1 วัน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น (Drip loss) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการรอจำหน่ายเพิ่มขึ้นทั้งในเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทย โดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็นเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 3.96±0.39, 3.87±0.34 และ 4.56±0.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เป็นผลเนื่องจากระยะเวลาในการรอจำหน่ายนานขึ้นเนื้อจะมีกรดแลคติกสูงขึ้น (pH ต่ำ) ซึ่งมีผลให้ค่า pH ลดลง จึงมีผลทำให้ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อลดลง ดังนั้นค่าการสูญเสียน้ำจึงเพิ่มสูงขึ้น (Ke, 2006) เช่นเดียวกับ Zhang *et al.* (2005) รายงานว่า เนื้อโคที่มีค่า pH สูง (6.10-6.79) จะมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อสูงกว่าเนื้อโคที่มีค่า pH ต่ำ (5.40-5.79) และสอดคล้องกับรายงานของ Daszkiewicz *et al.* (2003) รายงานว่าเนื้อสันนอกโคที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0-2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3, 7, 10 และ 14 วัน มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำเท่ากับ 8.40, 8.43, 7.96 และ 7.69 ตารางเซนติเมตร โดยพบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อเพิ่มขึ้นความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อมีแนวโน้มลดลง

ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์

ผลการศึกษาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมโดยวิธี Total Plate Count ตลอดจนปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* และ *Salmonella* ในเนื้อโคในฤดูแล้ง พบว่า เนื้อโคที่ได้จากการฆ่าแบบพื้นบ้านทั้งการฆ่าแบบไทยและแบบอิสลามที่ใช้ซื้อขายกันอยู่ในปัจจุบัน มีการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในระดับที่เกินมาตรฐานที่กรมปศุสัตว์ และกระทรวงสาธารณสุขกำหนดไว้ค่อนข้างมาก เช่นเดียวกับในช่วงฤดูฝน โดยมาตรฐานดังกล่าวระบุว่า ควรมีปริมาณจุลินทรีย์รวมไม่เกิน 6.70 $\log_{10}$cfu/กรัม *Escherichia coli* ไม่เกิน 1.70 $\log_{10}$cfu/กรัม และต้องไม่พบเชื้อ *Salmonella* spp. ซึ่งจากการทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมทั้งในโคที่ฆ่าแบบอิสลามและแบบไทยที่ 0 ชั่วโมง (หลังฆ่า) มีค่าเท่ากับ 24.06±0.02 $\log_{10}$cfu/กรัม ค่าเฉลี่ยเชื้อ *Escherichia coli* เท่ากับ 30.75±0.03 $\log_{10}$cfu/กรัม และ *Salmonella* เท่ากับ 6.13±0.07 $\log_{10}$cfu/กรัม ตามลำดับ โดยจากการทดลองพบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมมีค่าสูงกว่ามาตรฐานที่กรมปศุสัตว์ และกระทรวงสาธารณสุขกำหนดไว้ 3.60 เท่า และเชื้อ *Escherichia coli* สูงกว่ามาตรฐานถึง 18.10 เท่า

การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณมากนี้อาจมีผลจากการฆ่าและชำแหละซากกระทำในโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน โดยทำการฆ่าและชำแหละซากบนพื้นโรงฆ่า ซึ่งมีการสุขาภิบาลไม่ดี ทำให้เชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่ในระบบทางเดินอาหารมีโอกาสปนเปื้อนซากได้ ทำให้การบริโภคเนื้อโคมีโอกาสจัดเป็นจุลินทรีย์ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหารได้ โดย Garbutt (1997) รายงานว่าเมื่อไม่มีระบบภูมิคุ้มกันตามธรรมชาติที่เกิดจากการหมุนเวียนของโลหิตหยุดลงกล้ามเนื้อสัตว์จะมีโอกาสติดเชื้อจุลินทรีย์ได้ นอกจากนี้ ในการฆ่ายังต้องผ่านขั้นตอนต่าง ๆ ได้แก่ การฆ่า และการชำแหละ ยังผลให้เนื้อเกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นได้

ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทย มีค่าเท่ากับ 24.06±0.02 และ 24.09±0.01 $\log_{10}$cfu/กรัม ตามลำดับ และปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* มีค่าเท่ากับ 30.73±0.02 และ 30.76±0.03 $\log_{10}$cfu/กรัม ตามลำดับ โดยเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามจะมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมและเชื้อ *Escherichia coli* น้อยกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยเล็กน้อย อาจเนื่องจากการฆ่าโคแบบอิสลามใช้วิธีการปาดคอเพื่อเอาเลือดออก โดยทำในขณะที่โคยังมีชีวิตสอดคล้องกับกลุ่มวิจัยและพัฒนาโคเนื้อ (2550ก) รายงานว่า การฆ่าโคที่ต้องทำให้สลบก่อนโดยการใช้ไม้หรือค้อนทุบหัว สัตว์จึงเกิดความเครียดก่อนฆ่า มีผลต่อการสูบฉีดโลหิตของหัวใจแรงขึ้นเพื่อพยายามกักเก็บและรักษาเลือดไว้ในกล้ามเนื้อและอวัยวะต่าง ๆ เพื่อคงความมีชีวิตไว้ ดังนั้นเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยจึงมีเลือดตกค้างอยู่ในกล้ามเนื้อมากกว่า ส่งผลให้ปริมาณจุลินทรีย์ในเนื้อมีมาก เนื่องจากเลือดเป็นอาหารที่ดีที่สุดสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (กลุ่มวิจัยและพัฒนาโคเนื้อ, 2550ก) นอกจากนี้ โดยทั่วไปเชื้อ *Escherichia coli* เป็นเชื้อที่อาศัยอยู่ในระบบ

ทางเดินอาหาร จึงทำให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อ *Escherichia coli* ในเนื้อได้ โดยซากอาจมีการสัมผัสกับมูลหรือเศษอาหารจากระบบทางเดินอาหาร (Dharmarajah, 2008) ซึ่งสอดคล้องกับ Wittum (2002) รายงานจากการศึกษาการปนเปื้อนเชื้อ *Escherichia coli* O157 ในมูลสัตว์ชนิดต่าง ๆ พบการปนเปื้อนเชื้อ *Escherichia coli* O157 ในมูลโคเนื้อคิดเป็น 13.8 เปอร์เซ็นต์ และในมูลโคนมพบ 5.9 เปอร์เซ็นต์ แต่จากการศึกษาปริมาณเชื้อ *Salmonella* พบว่าปริมาณเชื้อ *Salmonella* ของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทย มีค่าเท่ากับ 6.30±0.04 และ 6.14±0.05 $\log_{10}$cfu/กรัม ตามลำดับ โดยเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามจะมีการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* มากกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทย อาจเป็นผลจากขั้นตอนการชำแหละและตัดแต่งซากที่ไม่สะอาด ทำให้มูลจากระบบทางเดินอาหารมีการสัมผัสกับซากและเนื้อที่ทำการชำแหละ (Lawrie, 2006) จากการสังเกต พบว่าภายในโรงฆ่าแบบอิสลาม การทำความสะอาดอวัยวะภายใน ส่วนกระเพาะอาหารและลำไส้ จะทำความสะอาดภายในถังน้ำที่มีขนาดจำกัดและไม่มีการไหลเวียนของน้ำ และการที่ผู้ชำแหละเนื้อและล้างเครื่องในเป็นคนเดียวกัน จึงมีผลให้เชื้อจุลินทรีย์ประเภท *Salmonella* จากอวัยวะภายในปนเปื้อนจากมือของผู้ปฏิบัติงานเข้าสู่เนื้อได้ ส่วนการล้างอวัยวะภายในของโรงฆ่าแบบไทยจะเป็นการล้างแบบน้ำไหล จึงทำให้การล้างกระเพาะและลำไส้สะอาดมากกว่า และเชื้อจุลินทรีย์มีการปนเปื้อนในเนื้อน้อยกว่า สอดคล้องกับรายงานของเพชรรัตน์ และคณะ (2548) รายงานจากการศึกษาการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* ในเนื้อโคจากโรงฆ่าสัตว์ในจังหวัดกาญจนบุรี พบว่ามีการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* คิดเป็น 40 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับไพรัช (2551) รายงานจากการศึกษาการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* ในเนื้อโค-กระบือ และสุกร จากโรงฆ่าสัตว์ในเขตเทศบาลเมืองนครพนม พบการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* ในเนื้อ 61.11 เปอร์เซ็นต์ และจากการศึกษาของ Wittum (2002) รายงานว่าพบเชื้อ *Salmonella* ในมูลโคเนื้อคิดเป็น 4.7 เปอร์เซ็นต์ ในมูลโคนมพบ 4.7 เปอร์เซ็นต์ และในมูลแกะพบ 5.2 เปอร์เซ็นต์

นอกจากนี้ ยังพบว่าระยะเวลาในการรอจำหน่ายเนื้อมีผลทำให้การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์มีแนวโน้มสูงขึ้น โดยเนื้อโคที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่าย 0, 6 และ 12 ชั่วโมง มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมเท่ากับ 24.06±0.02, 24.07±0.02 และ 24.09±0.01 $\log_{10}$cfu/กรัม ตามลำดับ ปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* มีค่าเท่ากับ 30.75±0.03, 30.73±0.03 และ 30.76±0.04 $\log_{10}$cfu/กรัม ตามลำดับ และปริมาณเชื้อ *Salmonella* มีค่าเท่ากับ 6.13±0.07, 6.26±0.05 และ 6.26±0.05 $\log_{10}$cfu/กรัม ตามลำดับ โดยพบว่าเนื้อที่มีระยะเวลาในการรอจำหน่ายนานขึ้นจะมีแนวโน้มการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวม เชื้อ *Escherichia coli* และ *Salmonella* เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากเชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิห้องที่ 37°C ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ทำให้จำนวนเชื้อจุลินทรีย์สูงขึ้น และเนื้อโคยังเป็นแหล่งโปรตีนสูงจึงทำ

ให้เชื้อจุลินทรีย์สามารถใช้เป็นอาหารได้ ดังนั้นเมื่อเก็บรักษาเนื้อเป็นระยะเวลานานขึ้นจึงทำให้ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อเพิ่มจำนวนขึ้น (Adams, 1995) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Hayes *et al.* (2007) รายงานว่า เนื้อโคที่แช่ในน้ำเกลือและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลาต่าง ๆ คือ 0, 7, 14, 21 และ 28 วัน มีค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมเท่ากับ 2.9, 4.6, 6.3, 6.3 และ 5.9 $\log_{10}$cfu/กรัม ตามลำดับ โดยพบว่าเนื้อโคที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 14, 21 และ 28 วัน มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเนื้อโคที่มีระยะเวลาเก็บรักษา 0 และ 7 วัน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) และ Li and Logue (2005) ที่รายงานว่า ในเนื้อโค Bison ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ในระยะเวลาต่าง ๆ พบว่าเชื้อจุลินทรีย์จะมีการเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนมากขึ้นเมื่อเวลาเก็บรักษานานขึ้น

การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำใช้จากโรงฆ่า พบว่าน้ำใช้จากโรงฆ่าแบบอิสลามมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวม เท่ากับ 5.29 $\log_{10}$cfu/ml และมีเชื้อ *Escherichia coli* เท่ากับ 6.21 $\log_{10}$cfu/ml และน้ำใช้จากโรงฆ่าแบบไทยมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวม เท่ากับ 6.11 $\log_{10}$cfu/ml และมีเชื้อ *Escherichia coli* เท่ากับ 5.92 $\log_{10}$cfu/ml แต่น้ำใช้จากโรงฆ่าทั้งจากโรงฆ่าแบบอิสลามและแบบไทยไม่พบการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* โดยพบว่าน้ำใช้จากโรงฆ่าแบบอิสลามมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวมน้อยกว่าน้ำใช้จากโรงฆ่าแบบไทย ซึ่งเป็นผลจากน้ำใช้จากโรงฆ่าแบบอิสลามเป็นน้ำประปา ซึ่งมีการใส่คลอรีนฆ่าเชื้อ ทำให้มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมน้อยกว่า ส่วนน้ำใช้จากโรงฆ่าแบบไทยเป็นน้ำบาดาล ซึ่งไม่ได้มีกรรมวิธีในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ จึงมีเชื้อจุลินทรีย์รวมในปริมาณมาก และพบว่าน้ำใช้จากโรงฆ่าแบบอิสลามมีการปนเปื้อนเชื้อ *Escherichia coli* มากกว่าน้ำใช้จากโรงฆ่าแบบไทยเล็กน้อย อาจเป็นผลจากท่อประปาอาจเกิดรอยรั่วหรือรอยแตกจึงทำให้เชื้อ *Escherichia coli* จากดินเข้ามาปนเปื้อนในน้ำได้ ซึ่งจุลินทรีย์ที่พบในน้ำใช้ในโรงฆ่าเหล่านี้จะสามารถเข้าไปปนเปื้อนในซากโคได้ จึงทำให้เนื้อโคมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณมาก ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Lawrie (2006) รายงานว่า น้ำที่ใช้ในโรงฆ่ามีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ 5.20 $\log_{10}$cfu/ml

นอกจากนี้ ยังพบว่าฤดูกาลมีผลต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวม โดยเนื้อโคในช่วงฤดูฝนมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมน้อยกว่าช่วงฤดูแล้ง อาจเป็นผลจากช่วงฤดูแล้งมีอุณหภูมิสูง จึงทำให้เชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ดี ดังนั้นเชื้อจุลินทรีย์รวมในช่วงฤดูแล้งจึงมีปริมาณมากกว่า

ปริมาณโภชนะในเนื้อ

การวิเคราะห์หาปริมาณโภชนะในเนื้อโคลูกผสมในช่วงฤดูแล้ง พบว่า เนื้อโคลูกผสมมีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุแห้ง เถ้า โปรตีน และไขมัน มีค่าเท่ากับ 24.30, 1.06, 22.57, 0.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีพลังงานเท่ากับ 5,006.79 แคลอรี/กรัม สอดคล้องกับ

รายงานของ พร้อมลักษณ์ (2550) รายงานว่า เนื้อโคพื้นเมืองของไทยมีปริมาณวัตถุแห้ง เถ้า และโปรตีน ประมาณ 24-25, 1-1.2 และ 20-21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีปริมาณไขมันน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ และจากรายงานของ จุฑารัตน์ และคณะ (2548) ซึ่งศึกษาองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองบราห์มันเลือดสูง 75 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีปริมาณ วัตถุแห้ง โปรตีน และไขมัน เท่ากับ 25.29, 23.76 และ 1.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เช่นเดียวกับรายงานของ สุทธิพงศ์ และคณะ (2546) รายงานว่าปริมาณโปรตีนและไขมันในเนื้อสันและเนื้อขาหลังของโคไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยมีปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วง 20-30 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณไขมันอยู่ในช่วง 2-5 เปอร์เซ็นต์

ผลการศึกษาปริมาณโภชนะในเนื้อโคลูกผสม พบว่า วิธีการฆ่าและระยะเวลาในการรอจำหน่ายไม่มีผลต่อปริมาณโภชนะในเนื้อ โดยในแต่ละกลุ่มการทดลองมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน เช่นเดียวกับในฤดูฝน โดยพบว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งต่ำกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทย เนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทยมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งเท่ากับ 23.73±0.20 และ 24.87±0.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ค่าเฉลี่ยพลังงานของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามมีแนวโน้มสูงกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทย โดยเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามและแบบไทยมีค่าเฉลี่ยพลังงานเท่ากับ 5,021.00±25.76 และ 4,992.57±20.98 แคลอรี/กรัม ตามลำดับ ซึ่งจากการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงปกติที่ยอมรับได้

นอกจากนี้ ระยะเวลาในการรอจำหน่ายไม่มีผลต่อปริมาณโภชนะในเนื้อ โดยในแต่ละกลุ่มการทดลองมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับรายงานของ Daszkiewicz *et al.* (2003) รายงานว่าเนื้อสันนอกโคที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0-2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3, 7, 10 และ 14 วัน พบว่าเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง เปอร์เซ็นต์ไขมัน และคะแนนไขมันแทรกของเนื้อโคในแต่ละกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยเนื้อสันนอกโคมีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งเท่ากับ 24.25, 24.29, 24.29 และ 24.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์ไขมัน มีค่าเท่ากับ 1.14, 1.21, 1.37 และ 1.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีคะแนนไขมันแทรกเท่ากับ 1.82, 1.87, 1.98 และ 1.82 ตามลำดับ และสอดคล้องกับรายงานของ สุทธิพงศ์ และคณะ (2546) รายงานว่า เนื้อสันและเนื้อขาหลังโคที่เก็บรักษาในถาดโฟมที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 0, 3 และ 5 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในด้านปริมาณโภชนะในเนื้อ

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

1. ในช่วงฤดูฝน (มิถุนายน-ตุลาคม) วิธีการฆ่าแบบไทยและแบบอิสลามไม่มีผลต่อค่า pH ของเนื้อ และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น แต่โคที่ทำการฆ่าแบบไทยจะมีสีเนื้อซีดจางกว่า และเมื่อระยะเวลาในการรอจำหน่ายนานขึ้น เนื้อโคจะมีค่า pH ลดลง และมีค่าสี L* และ b* สูงขึ้น

เนื้อโคจากโรงฆ่าสัตว์แบบพื้นบ้านทั้งแบบอิสลามและแบบไทยมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวม ตลอดจนเชื้อ *Escherichia coli* และ *Salmonella* ในระดับที่เกินมาตรฐานค่อนข้างมาก โดยเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวม และเชื้อ *Escherichia coli* น้อยกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทย แต่จะมีการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* มากกว่า นอกจากนี้การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวม และ *Escherichia coli* ในเนื้อโคจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการรอจำหน่าย

เนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามมีปริมาณวัตถุแห้งต่ำกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทย แต่มีพลังงานมากกว่า โดยเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองมีปริมาณวัตถุแห้ง เถ้า โปรตีน และไขมัน เท่ากับ 24.16, 1.17, 22.02 และ 0.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีพลังงานเท่ากับ 5,051.18 แคลอรี/กรัม แต่ระยะเวลาในการรอจำหน่ายไม่มีผลต่อปริมาณโภชนะในเนื้อ

2. ในช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน-พฤษภาคม) เนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองที่ทำการฆ่าแบบไทยมีค่า pH เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น และค่าสี L* สูงกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลาม และค่าสี b* ของเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยจะมีแนวโน้มสูงขึ้น ดังนั้นเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยจึงมีสีซีดจางกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลาม นอกจากนี้เมื่อระยะเวลาในการรอจำหน่ายนานขึ้น เนื้อโคจะมีค่า pH ลดลง แต่มีค่าสี L* และ b* สูงขึ้น เช่นเดียวกับในฤดูฝน

เนื้อโคจากโรงฆ่าสัตว์แบบพื้นบ้านทั้งแบบอิสลามและแบบไทยมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวม ตลอดจนเชื้อ *Escherichia coli* และ *Salmonella* ในระดับที่เกินมาตรฐานค่อนข้างมากเช่นเดียวกับในฤดูฝน โดยเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามมีแนวโน้มการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวม และเชื้อ *Escherichia coli* น้อยกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทยเล็กน้อย แต่จะมี

การปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* มากกว่า นอกจากนี้การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวม เชื้อ *Escherichia coli* และ *Salmonella* ในเนื้อโคมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการรอจำหน่าย

เนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูแล้งมีปริมาณวัตถุแห้ง เถ้า โปรตีน และไขมัน เท่ากับ 24.30, 1.06, 22.57 และ 0.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีพลังงานเท่ากับ 5,006.79 แคลอรี/กรัม ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับในฤดูฝน โดยเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบอิสลามมีปริมาณวัตถุแห้งต่ำกว่าเนื้อโคที่ทำการฆ่าแบบไทย แต่ระยะเวลาในการรอจำหน่ายไม่มีผลต่อปริมาณโภชนะในเนื้อ

3. น้ำใช้จากโรงฆ่าสัตว์ทั้งแบบอิสลามและแบบไทยพบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวม และเชื้อ *Escherichia coli* แต่ไม่พบเชื้อ *Salmonella* โดยน้ำใช้จากโรงฆ่าแบบไทยมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวมมากกว่าโรงฆ่าแบบอิสลาม แต่พบการปนเปื้อนเชื้อ *Escherichia coli* น้อยกว่า

ข้อเสนอแนะ

เนื้อโคจากการฆ่าแบบพื้นบ้านทั้งจากโรงฆ่าแบบอิสลามและแบบไทยมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในระดับที่เกินมาตรฐานค่อนข้างมาก เนื่องจากเป็นโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน ขาดการสุขาภิบาลที่ดี และเป็นการฆ่าชำแหละซากบนพื้น ดังนั้นจึงควรมีการปรับปรุงด้านสุขาภิบาลภายในโรงฆ่า เช่น การทำความสะอาด หรือฆ่าเชื้อพื้นโรงฆ่าก่อนการฆ่าหรือหลังการฆ่า รวมทั้งการชำแหละซาก การฆ่าเชื้ออุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ โดยใช้น้ำอุ่นหรือคลอรีน เนื่องจากน้ำเป็นตัวกลางสำคัญที่ทำให้เชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนเข้าสู่ซากได้ นอกจากนี้ ควรมีการปรับปรุงสุขลักษณะของผู้ปฏิบัติงาน เช่น ปรับปรุงเรื่องการแต่งกายและสุขภาพ มีการล้างมือด้วยน้ำผสมคลอรีนหรือน้ำยาฆ่าเชื้อทุกครั้งก่อนและหลังปฏิบัติงาน ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้สามารถช่วยลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์จากกระบวนการฆ่าและการชำแหละไปสู่เนื้อ เพื่อปรับปรุงคุณภาพของเนื้อโคและเพิ่มความมั่นใจให้กับผู้บริโภคได้ ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถชำแหละซากบนราวแขวนก็ตาม

บรรณานุกรม

กลุ่มวิจัยและพัฒนาโคเนื้อ. 2550ก. **การผลิตโคเนื้อคุณภาพ.** กรุงเทพฯ: กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 74 น.

กลุ่มวิจัยและพัฒนาโคเนื้อ. 2550ข. **การเลี้ยงโคเนื้อเชิงธุรกิจ.** กรุงเทพฯ: กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 171 น.

คมแข พิลาสมบัติ, ปริตา ธนสุกาญจน์, พิสิฐ วงศ์สง่าศรี และ ปุณฑริกา รัตนตรัยวงศ์. 2550. การยืดอายุการเก็บรักษาและยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Escherichia coli* และ *Salmonella typhimurium* ในเนื้อสุกรแช่เย็นด้วยกรดและเกลือของกรดอินทรีย์. **Proceedings นเรศวรวิจัย** 3: 75-82.

จรัญ จันทลักขณา. 2540. **สถิติการวิเคราะห์และการวางแผนงานวิจัย.** กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช จำกัด. 486 น.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล, ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ และ คมแข พิลาสมบัติ. 2540. **การลดขั้นตอนกระบวนการจัดการเนื้อสัตว์จากการชำแหละซากอุ่นร่วมกับการบ่มเนื้อเพื่อปรับปรุงคุณภาพเนื้อโคขุน.** กรุงเทพฯ: คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 20 น.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล, ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ, กันยา ตันติวิสุทธิกุล และ ธนนันท์ ศุภกิจจานนท์. 2548. **การผลิตเนื้อจากโคลูกผสมเลือดบรามันห์ที่เลี้ยงด้วยหญ้าเป็นอาหารหยาบ: คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อ.** กรุงเทพฯ: คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 8 น.

ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. **วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์.** กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช. 276 น.

นงคราญ เรืองประพันธ์. ม.ป.ป. **คู่มือปฏิบัติการการตรวจวิเคราะห์อาหารและน้ำทางจุลชีววิทยา.** เชียงใหม่: ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์. 87 น.

นวพร ล้ำเลิศกุล. 2549. **จุลชีววิทยาทางอาหาร.** เชียงใหม่: พิทักษ์การพิมพ์. 509 น.

การลดการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์. 2550. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.phtnet.org/content.asp?mod=article&action=view&id=28. (15 กรกฎาคม 2550).

พรศิริ พรหมกิ่งแก้ว และ อนิรุธ เนื่องเม็ก. 2548. การศึกษาการปนเปื้อนของ Salmonella และ *Staphylococcus aureus* ในเนื้อสัตว์จากตลาดสดในภาคเหนือ. **ข่าวสุขภาพสัตว์** 3: 6-14.

พร้อมลักษณ์ สมบูรณ์ปัญญากุล. 2550. **องค์ประกอบทางเคมีที่ให้คุณค่าทางโภชนาการในเนื้อโค.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://rescom2006.trf.or.th/display/show_colum_print.php?id_colum =2088. (24 พฤษภาคม 2551).

พิพรรธพงศ์ พูดเพราะ. 2549. **โครงการโรงฆ่าสัตว์สะอาดจังหวัดนครพนม.** นครพนม: สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดนครพนม. 10 น.

เพชรรัตน์ ศักดินันท์, สุกัญญา นาคสุนทร และ เจษฎา จุลไกวัลสุจริต. 2548. **การตรวจหาเชื้อซัลโมเนลล่าปนเปื้อนในเนื้อสุกร เนื้อไก่ และเนื้อโคในภาคตะวันตกของประเทศไทย.** ราชบุรี: ศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ภาคตะวันตก. 9 น.

ไพรัช ประทุมสุวรรณ. 2551. **การวิเคราะห์ศักยภาพในการพัฒนาโรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองนครพนม.** นครพนม: สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดนครพนม. 33 น.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2545. **หลักการวิเคราะห์จุลินทรีย์.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 241 น.

วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล. 2539. **จุลินทรีย์ที่มีความสำคัญด้านอาหาร.** กรุงเทพฯ: โอ. เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์. 258 น.

ศศิธร อินเขียน. 2550. **การวิเคราะห์จุลินทรีย์ในอาหารสัตว์และผลิตภัณฑ์จากสัตว์.** เชียงใหม่: คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 21 น.

ศศิธร คณะรัตน์ และ สุปราณี สีหาราช. 2546. **โรคซัลโมเนลโลซีสกับการปศุสัตว์.** เอกสารประกอบการฝึกอบรมโรคติดต่อระหว่างสัตว์และคน. กรุงเทพฯ: สถาบันสุขภาพแห่งชาติ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 11 น.

ศิริมา บุญนาค และ ณัฐพงศ์ รู้ซื่อ. 2547. **อุตสาหกรรมนมและผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมเนื้อโค อุตสาหกรรมวิสกี้และไวน์.** กรุงเทพฯ: คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 70 น.

ศูนย์วิจัยและตรวจสอบคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำสมุทรสาคร. 2549. **วิธีวิเคราะห์ *Salmonella* spp.** กรุงเทพฯ: กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ กรมประมง. 15 น.

สัญชัย จตุรสิทธา. 2547. **การจัดการเนื้อสัตว์.** พิมพ์ครั้งที่ 3. เชียงใหม่: ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 170 น.

สัญชัย จตุรสิทธา, ประหยัด ทิราวงศ์ และ วราภรณ์ เหลืองวันทา. 2547. **เนื้อนุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์.** เชียงใหม่: ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 21 น.

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 2550. **โคพื้นเมือง: โอกาสตลาด บนวิถีความพอเพียง.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.oknation.net/blog/print.php?id=51309. (20 กรกฎาคม 2550).

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2547. **เนื้อโค.** กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 22 น.

สำนักบริหารการนำเข้าส่งออกสินค้าทั่วไป. 2550. **สินค้าโคเนื้อและเนื้อโค.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.dft.moc.go.th/the_files/$$16/level3/Bovine.doc. (20 กรกฎาคม 2550).

สุทธิพงศ์ อุริยะพงศ์สรรค์, เวชสิทธ์ โทบุราณ และ ธีระยุทธ์ จันทะนาม. 2546. **ผลของภาชนะบรรจุอายุการเก็บรักษา ต่อคุณภาพเนื้อ ลักษณะปรากฏและยอมรับของผู้บริโภคเนื้อโค กระบือ.** ขอนแก่น: ภาควิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 29 น.

สุทธิพงศ์ อุริยะพงศ์สรรค์, เวชสิทธ์ โทบุราณ, ถนอม ทาทอง, พรพรรณ แสนภูมิ และ ประสาน ตังควัฒนา. 2548. ผลของการเสริมวิตามินอีต่อคุณภาพของเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*) ของโคลูกผสมบราห์มัน×พื้นเมืองไทย. **วารสารสงขลานครินทร์ วทท** 27 (6): 1189-1197.

สุมาลี บุญมา, อรุณ บ่างตระกูลนนท์, นพรัตน์ หมานริม, มยุรา กุสุมภ์ และ อดิศักดิ์ ศักดิ์สิทธิ์วัฒนะ. 2538. การตรวจหาเชื้อซัลโมเนลล่าในเนื้อวัวสด โดยวิธี Standard conventional และวิธี MSRV. น. 220-230. <u>ใน</u> **ประมวลเรื่องการประชุมวิชาการทางสัตวแพทย์ ครั้งที่ 22.** กรุงเทพฯ: สมาคมสัตวแพทย์แห่งประเทศไทย.

สุมาลี เหลืองสกุล. 2541. **จุลชีววิทยาทางอาหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ชัยเจริญ. 248 น.

สุรชัย สุวรรณลี. 2550. **การขุนโคและคุณภาพเนื้อ.** อุบลราชธานี: ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 27 น.

เสรี แข็งแอ. 2550. **การฆ่าสัตว์ตามหลักฮาลาล.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://vet.kku.ac.th/publich/saree/beef.doc. (20 กรกฎาคม 2550).

อโณทัย คมเศวต. 2535. **ทอ.310 จุลชีววิทยาทางอาหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่: สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. 319 น.

อรทัย ลีลาพจนาพร และ วงศ์ทิพา โรจนประภพ. 2549. จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ. **วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ** 170: 37-40.

อิ่มเอิบ พันสด. 2549. **เอกสารประกอบคำสอนรายวิชา เทคโนโลยีเนื้อและผลิตภัณฑ์.** นครสวรรค์: คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. 97 น.

อุมาพร ศิริพินทุ์. 2546. **เอกสารประกอบคำสอนรายวิชา เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์เนื้อ.** เชียงใหม่: ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 68 น.

Adams, M. R. 1995. **Food Microbiology.** Cambridge: Royal Society of Chemistry. 398 p.

AOAC. 1995. **Official Method of Analysis.** 16th ed. Arlington: Association of Official Analytical Chemists.

Boles, J.A. and R. Pegg. 2008. **Meat Color.** [Online]. Available http://animalrange.montana.edu/courses/meat/meatcol.pdf. (23 January 2009).

Chapman, P. A., A. T. Cerdan Malo, M. Ellin, R. Ashton and M. A. Harkin. 2001. *Escherichia coli* O157 in cattle and sheep at slaughter, on beef and lamb carcasses and in raw beef and lamb products in South Yorkshire, UK. **International Journal of Food Microbiology** 64(1-2): 139-150.

Daszkiewicz, T., S. Wajda and P. Matusevicius. 2003. Changing of beef quality in the process of storage. **Veterinarija Ir Zootechnika** 21(43): 62-65.

Dharmarajah, T. 2008. ***E. coli* Warnings Posted.** [Online]. Available http://news.guelphmercury.com/News/article/363236. (6 March 2009).

Eley, A. R. 1996. **Microbial Food Poisoning.** 2nd ed. London: Chapman & Hall Ltd. 211 p.

Eustace, I., J. Midgley, C. Giarrusso, C. Laurent, I. Jenson and J. Sumner. 2007. An alternative process for cleaning knives used on meat slaughter floors. **International Journal of Food Microbiology** 113(1): 23-27.

Garbutt, J. 1997. **Essentials of Food Microbiology.** London: Arnold, Hodder Headline plc. 251 p.

Hayes, J. E., T.A. Kenny, P. Ward and J.P. Kerry. 2007. Development of a modified dry curing process for beef. **Meat Science** 77: 314-323.

Lawrie, R. A. 2006. **Lawrie's Meat Science.** 7th ed. Cambridge: Woodhead. 442 p.

Leak, F.W. and P. Ronnow. 2000. **Quality changes in ground beef during distribution and storage, and determination of time-temperature indicator (TTI) characteristics of ground beef.** [Online]. Available http://www.vitsab.info/VitsabGBStudy1.pdf. (23 January 2009).

Li, Q. Z. and C. M. Logue. 2005. The growth and survival of *Escherichia coli* O157:H7 on minced bison and pieces of bison meat stored at 5 and 10 °C. **Food Microbiology** 22: 415-421.

Kannan, G., C. B. Chawan, B. Kouakou and S. Gelaye. 2002. Influence of packaging method and storage time on shear value and mechanical strength of intramuscular connective tissue of chevon. **Journal of Animal Science** 80: 2383-2389.

Ke, S. 2006. **Effect of pH and Salts on Tenderness and Water-holding Capacity of Muscle Foods.** Amherst: University of Massachusetts Amherst. 197 p.

Keane, M. G. and P. Allen. 1998. Effects of production system intensity on performance, carcass composition and meat quality of beef cattle. **Livestock Production Science** 56: 203-214.

Kinsella, K. J., T. A. Rowe, I. S. Blair, D. A. McDowell and J. J. Sheridan. 2007. The influence of attachment to beef surfaces on the survival of cells of *Salmonella enterica* serovar typhimurium DT104, at different a_w values and at low storage temperatures. **Food Microbiology** 24: 786-793

Mayr, D., R. Margesin, E. Klingsbichel, E. Hartungen, D. Jenewein, F. Schinner and T. D. Mark. 2003. Rapid detection of meat spoilage by measuring volatile organic compounds by using proton transfer reaction mass spectrometry. **Applied and Environmental Microbiology** 69(8): 4697-4705.

McCann, M. S., J. J. Sheridan, D. A. McDowell and I. S. Blair. 2006. Effects of steam pasteurisation on *Salmonella* typhimurium DT104 and *Escherichia coli* O157:H7 surface inoculated onto beef, pork and chicken. **Journal of Food Engineering** 76: 32-40.

Miller, M. 2002. **Dark, Firm and Dry Meat.** [Online]. Available http://www.beefresearch.org/CMDocs/BeefResearch/Dark,%20Firm%20and%20Dry%20Beef.pdf. (26 February 2009).

Montgomery, J. L., F. C. Parrish Jr., D. G. Olson, J. S. Dickson and S. Niebuhr. 2003. Storage and packaging effects on sensory and color characteristics of ground beef. **Meat Science** 64(4): 357-363.

Neath, K. E., A. N. Del Barrio, R. M. Lapitan, J. R. V. Herrera, L. C. Cruz, T. Fujihara, S. Muroya, K. Chikuni, M. Hirabayash and Y. Kanai. 2007. Difference in tenderness and pH decline between water buffalo meat and beef during postmortem aging. **Meat Science** 75(3): 499-505.

Oliete, B., J. A. Carballo, A. Varela, T. Moreno, L. Monserrat and L. Sanchez. 2006. Effect of weaning status and storage time under vacuum upon physical characteristics of meat of the Rubia Gallega breed. **Meat Science** 73(1): 102-108.

Pipek, P., M. Houska, J. Jelenikova, K. Kyhos, K. Hoke and M. Sikulova. 2005. Microbial decontamination of beef carcasses by combination of steaming and lactic acid spray. **Journal of Food Engineering** 67(3): 309–315.

Prendergast, D. M., D. J. Daly, J. J. Sheridan, D. A. McDowell and I.S. Blair. 2004. The effect of abattoir design on aerial contamination levels and the relationship between aerial and carcass contamination levels in two Irish beef abattoirs. **Food Microbiology** 21: 589-596.

Vieira, C., A. Cerdeno, E. Serrano, P. Lavin and A. R. Mantecon. 2007. Breed and aging extent on carcass and meat quality of beef from adult steers (oxen). **Livestock Science** 107: 62-69.

Wittum, T. E. 2002. ***Salmonella* and *E coli* O157:H7 in Livestock at Agricultural Fairs.** Ohio: Veterinary Preventive Medicine. The Ohio State University. 30 p.

Zhang, S. X., M. M. Farouk, O. A. Young, K. J. Wieliczko and C. Podmore. 2005. Functional stability of frozen normal and high pH beef. **Meat Science** 69(4): 765-772.

ภาคผนวก

ขั้นตอนการวิเคราะห์ Proximate Analysis ตามวิธี AOAC (1995)

โปรตีน

วิธีการวิเคราะห์

1. การย่อยสลาย

- นำตัวอย่างเนื้อที่บดละเอียดแล้ว มาชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 0.5 กรัม ลงในหลอดย่อยโปรตีน
- เติมสารเร่งปฏิกิริยา และกรดกำมะถันเข้มข้น 15 มิลลิลิตร ลงในหลอด
- เปิดเครื่องย่อย (Digestion Unit) เครื่องดักจับไปกรด (Scrubber Unit) และระบบหล่อเย็น
- นำหลอดที่ได้ไปใส่ในเครื่องย่อย แล้วทำการย่อยตัวอย่างที่อุณหภูมิ 420 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 120 นาที หรือจนเกิดการย่อยที่สมบูรณ์ คือสารละลายที่ได้จะมีสีเขียวอมฟ้าใส
- ปิดเครื่องย่อย ตั้งหลอดทิ้งไว้ให้เย็นแล้วนำไปกลั่นต่อไป

2. การกลั่น

- เปิดเครื่องกลั่นไนโตรเจน
- นำหลอดที่ได้ทำการย่อยมาใส่น้ำกลั่น ตวงกรดบอริก 25 มิลลิลิตร ลงในขวดชมพู่ แล้วเติมสารละลายอินดิเคเตอร์ลงไป 0.5-1.0 มิลลิลิตร
- จากนั้นนำไปใส่ในเครื่องกลั่นไนโตรเจนที่ตั้งโปรแกรมการกลั่นไว้เรียบร้อยแล้ว และนำตัวอย่างที่ได้ไปไทเทรตต่อไป

3. การไทเทรต

- นำสารละลายมาตรฐานกรดกำมะถันหรือกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์-มอล ใส่ในบิวเรต
- นำตัวอย่างมาไทเทรต และเปรียบเทียบสีกับ blank ที่เตรียมไว้ แล้วนำมาคำนวณ

$$\text{ปริมาณร้อยละของไนโตรเจน} = \frac{(\text{Sample} - \text{Blank}) \times \text{N.} \times 0.014 \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

$$\text{ปริมาณร้อยละของโปรตีนรวม} = \text{ปริมาณร้อยละของไนโตรเจน} \times 6.25$$

ไขมัน

วิธีการวิเคราะห์

1. นำ Glass Cup อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก
2. บดตัวอย่างเนื้อที่จะวิเคราะห์ 2 กรัม แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 4 ชั่วโมง เพื่อไล่ความชื้น
3. ชั่งตัวอย่างใส่ในกระดาษกรองและห่อให้มิดชิด นำไปใส่ในทิมเบิลกระดาษ
4. สวม Adapter เข้ากับทิมเบิลกระดาษ แล้วนำเข้าระบบการวิเคราะห์ไขมัน
5. เติมตัวทำละลายใน Glass Cup 30 มิลลิลิตร ไปวางบนแท่นให้ความร้อน
6. เปิดเครื่อง ตั้งเวลาสกัดประมาณ 15 – 30 นาที และเปิด Condensers Valve
7. เลื่อนคันโยกมาที่ตำแหน่ง Washing เพื่อระเหยตัวทำละลายพร้อมกับปิด Condensers Valve กดปุ่ม Air เพื่อเปิดอากาศ
8. นำ Glass Cup และไขมันที่สกัดได้ อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 30 นาที ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น
9. ชั่งน้ำหนัก แล้วนำมาคำนวณ

$$\text{ปริมาณร้อยละของไขมัน} = \frac{(A - B) \times 100}{C}$$

A = น้ำหนักตัวอย่างปราศจากความชื้น (กรัม)

B = น้ำหนัก Glass Cup (กรัม)

C = น้ำหนัก Glass Cup กับไขมันที่สกัดได้ (กรัม)

ความชื้นและวัตถุแห้ง

วิธีการวิเคราะห์

1. อบถ้วยกระเบื้องที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง และนำออกจากตู้อบตั้งทิ้งไว้ในโถดูดความชื้นจนตัวอย่างเย็นตัวลง และชั่งน้ำหนัก
2. นำตัวอย่างเนื้อที่ต้องการวิเคราะห์มาทำการบดละเอียด 2 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องชั่งน้ำหนักรวม นำเขาตู้อบที่มีอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลานานประมาณ 4 ชั่วโมง

3. นำตัวอย่างออกจากตู้อบตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้นจนตัวอย่างเย็นตัวลง และนำไปชั่งน้ำหนัก แล้วนำมาคำนวณ

$$\text{ปริมาณร้อยละของความชื้น} = \frac{(A - B) \times 100}{W}$$

A = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ

B = น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

W = น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์

$$\text{ปริมาณร้อยละของวัตถุแห้ง} = \frac{(A - B) \times 100}{C}$$

A = น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง + น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

B = น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง

C = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ

เถ้า

วิธีการวิเคราะห์

1. อบถ้วยกระเบื้องที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง และนำออกจากตู้อบตั้งทิ้งไว้ในโถดูดความชื้นจนตัวอย่างเย็นตัวลง และชั่งน้ำหนัก

2. นำตัวอย่างเนื้อที่ต้องการวิเคราะห์มาทำการบดละเอียด 2 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องชั่งน้ำหนักรวม และนำไปเผาให้หมดควัน (ในตู้ดูดควัน)

3. นำตัวอย่างเข้าเผาในเตาเผาที่มีอุณหภูมิ 550 – 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 4 ชั่วโมง

4. นำตัวอย่างออกจากเตาเผาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้นจนตัวอย่างเย็นตัวลง และนำไปชั่งน้ำหนัก แล้วนำมาคำนวณ

$$\text{ปริมาณร้อยละของเถ้า} = \frac{A \times 100}{W}$$

A = น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา (น้ำหนักเถ้า)

W = น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์

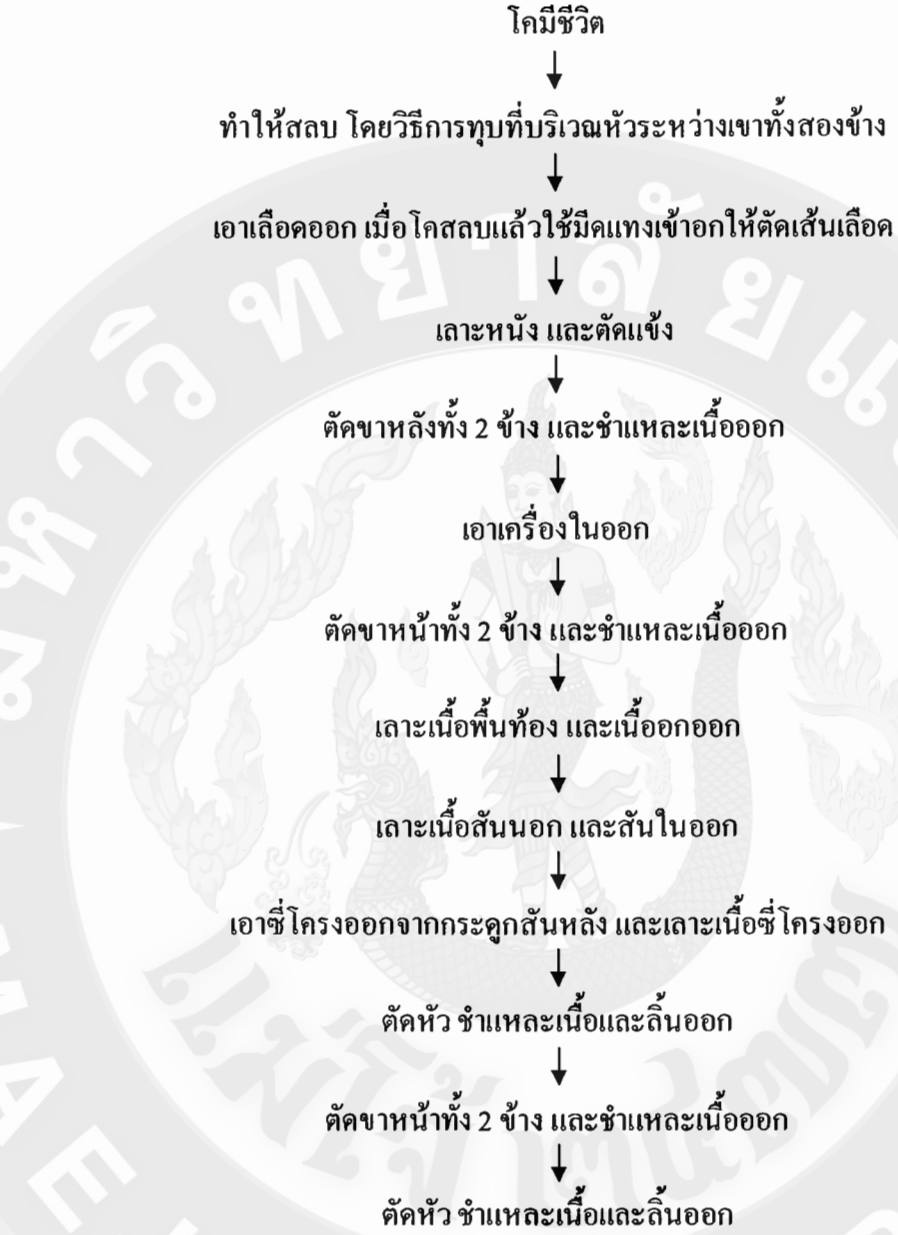
พลังงาน

วิธีการวิเคราะห์

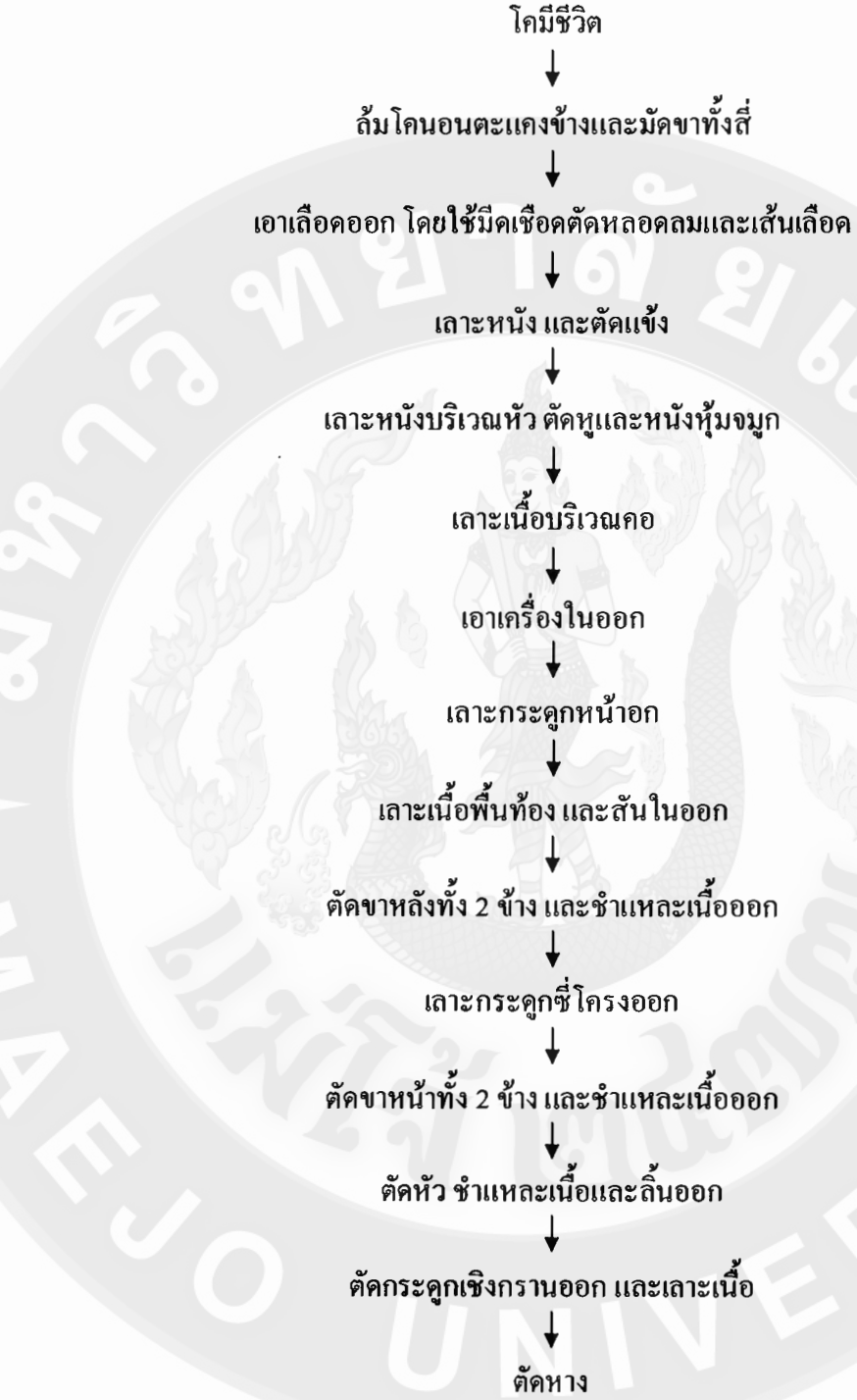
1. บดตัวอย่างเนื้อที่จะวิเคราะห์ แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 4 ชั่วโมง เพื่อไล่ความชื้น
2. นำตัวอย่างเนื้อมาทำการอัดเม็ดประมาณ 0.5 กรัม ใส่ลงใน crucible
3. ผูกเชือกป่านกับเส้นลวดในวงแหวนของ electrode
4. นำถ้วยที่ใส่ตัวอย่างวางลงในวงแหวนของ electrode โดยให้ตัวอย่างวางทับเชือกป่านที่ผูกไว้
5. ประกอบเข้ากับส่วน body ของ bomb
6. ใส่ลงในเครื่อง Bomb calorimeter (Model IKA 5000)
7. อ่านค่าที่แสดงผลเมื่อตัวอย่างเผาไหม้หมด

ภาคผนวก ก

ภาพผนวก



ภาพผนวก 1 ขั้นตอนการฆ่าและชำแหละเนื้อโคแบบไทย



ภาพผนวก 2 ขั้นตอนการฆ่าและชำแหละเนื้อโคแบบมุสลิม

ภาพผนวก 3 ขั้นตอนการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์รวม *Escherichia coli* และ *Salmonella*

ที่มา: ดัดแปลงจาก นงคราญ (ม.ป.ป.) และไพโรจน์ (2545)

ภาพผนวก 4 เชื้อจุลินทรีย์รวมในเนื้อโคบนอาหารเลี้ยงเชื้อ BHI-agar

ภาพผนวก 5 เชื้อ *Escherichia coli* ในเนื้อโคบนอาหารเลี้ยงเชื้อ EMBA

ภาพผนวก 6 เชื้อ *Salmonella* ในเนื้อโคบนอาหารเลี้ยงเชื้อ SS-agar

ภาพผนวก 7 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

ภาคผนวก ข

ตารางผนวก

ตารางผนวก 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า pH เนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูฝน

Source	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	22.6548	4.5310	31.97	2.36	3.34
Method	1	0.0147	0.0147	0.10^{ns}	4.00	7.08
Time	2	19.8781	9.9391	70.14^{**}	3.15	4.98
Method×Time	2	2.7619	1.3810	9.74^{**}	3.15	4.98
Error	54	7.6524	0.1417			
Total	59	30.3072	0.5137			

CV = 5.79

ตารางผนวก 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็นของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูฝน

Source	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	12.0889	2.4178	0.65	2.36	3.34
Method	1	0.1344	0.1344	0.04^{ns}	4.00	7.08
Time	2	11.7588	5.8794	1.58^{ns}	3.15	4.98
Method×Time	2	0.1957	0.0979	0.03^{ns}	3.15	4.98
Error	54	201.5053	3.7316			
Total	59	213.5942	3.6202			

CV = 39.81

ตารางผนวก 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี L* ของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูฝน

Source	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	127.4148	25.4830	5.11	2.36	3.34
Method	1	6.2791	6.2791	1.26^{ns}	4.00	7.08
Time	2	107.4625	53.7313	10.78^{**}	3.15	4.98
Method×Time	2	13.6732	6.8366	1.37^{ns}	3.15	4.98
Error	54	269.1795	4.9848			
Total	59	396.5944	6.7219			

CV = 5.70

ตารางผนวก 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี a* ของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูฝน

Source	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	12.0880	2.4176	0.59	2.36	3.34
Method	1	0.5491	0.5491	0.13^{ns}	4.00	7.08
Time	2	2.5704	1.2852	0.31^{ns}	3.15	4.98
Method×Time	2	8.9685	4.4842	1.09^{ns}	3.15	4.98
Error	54	222.1711	4.1143			
Total	59	234.2591	3.9705			

CV = 11.57

ตารางผนวก 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี b* ของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูฝน

Source	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	67.1280	13.4256	12.23	2.36	3.34
Method	1	6.6867	6.6867	6.09*	4.00	7.08
Time	2	49.0431	24.5215	22.34**	3.15	4.98
Method×Time	2	11.3983	5.6992	5.19**	3.15	4.98
Error	54	59.2675	1.0975			
Total	59	126.3955	2.1423			

CV = 33.29

ตารางผนวก 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูฝน

Source	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	17.3538	3.4708	2.59	2.36	3.34
Method	1	17.3021	17.3021	12.89**	4.00	7.08
Time	2	0.0134	0.0067	0.00ns	3.15	4.98
Method×Time	2	0.0382	0.0191	0.01ns	3.15	4.98
Error	54	72.4994	1.3426			
Total	59	89.8532	1.5229			

CV = 4.94

ตารางผนวก 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเชื้อ *Escherichia coli*ของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูฝน

Source	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	2.1838	0.4368	1.02	2.36	3.34
Method	1	2.0609	2.0609	4.83*	4.00	7.08
Time	2	0.1112	0.0556	0.13ns	3.15	4.98
Method×Time	2	0.0116	0.0058	0.01ns	3.15	4.98
Error	54	23.0525	0.4269			
Total	59	25.2363	0.4277			

CV = 2.13

ตารางผนวก 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเชื้อ *Salmonella* ของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูฝน

Source	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	1.5906	0.3181	3.00	2.36	3.34
Method	1	1.3954	1.3954	13.16**	4.00	7.08
Time	2	0.0593	0.0297	0.28ns	3.15	4.98
Method×Time	2	0.1359	0.0680	0.64ns	3.15	4.98
Error	54	5.7239	0.1060			
Total	59	7.3145	0.1240			

CV = 5.17

ตารางผนวก 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของวัตถุแห้งของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูฝน

Source	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	18.4429	3.6886	2.24	2.36	3.34
Method	1	16.3595	16.3595	9.94^{**}	4.00	7.08
Time	2	1.3559	0.6780	0.41^{ns}	3.15	4.98
Method×Time	2	0.7275	0.3637	0.22^{ns}	3.15	4.98
Error	54	88.8720	1.6458			
Total	59	107.3149	1.8189			

CV = 5.31

ตารางผนวก 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเถ้าของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูฝน

Source	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	0.0350	0.0070	0.83	2.36	3.34
Method	1	0.0157	0.0157	1.86^{ns}	4.00	7.08
Time	2	0.0034	0.0017	0.20^{ns}	3.15	4.98
Method×Time	2	0.0159	0.0080	0.94^{ns}	3.15	4.98
Error	54	0.4544	0.0084			
Total	59	0.4894	0.0083			

CV = 8.22

ตารางผนวก 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของโปรตีนของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูฝน

Source	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	13.4787	2.6957	0.71	2.36	3.34
Method	1	9.4169	9.4169	2.49^{ns}	4.00	7.08
Time	2	3.4582	1.7291	0.46^{ns}	3.15	4.98
Method×Time	2	0.6036	0.3018	0.08^{ns}	3.15	4.98
Error	54	203.9575	3.7770			
Total	59	217.4362	3.6854			

CV = 8.83

ตารางผนวก 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของไขมันของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูฝน

Source	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	0.1845	0.0369	0.49	2.36	3.34
Method	1	0.0000	0.0000	0.00^{ns}	4.00	7.08
Time	2	0.0344	0.0172	0.23^{ns}	3.15	4.98
Method×Time	2	0.1501	0.0751	1.01^{ns}	3.15	4.98
Error	54	4.0324	0.0747			
Total	59	4.2169	0.0715			

CV = 30.55

ตารางผนวก 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังงานของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูฝน

Source	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	55081.0833	11016.2167	1.05	2.36	3.34
Method	1	37650.1500	37650.1500	3.59^{ns}	4.00	7.08
Time	2	9330.6333	4665.3167	0.44^{ns}	3.15	4.98
Method×Time	2	8100.3000	4050.1500	0.39^{ns}	3.15	4.98
Error	54	566135.9000	10483.9981			
Total	59	621216.9833	10529.1014			

CV = 2.03

ตารางผนวก 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า pH เนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูแล้ง

Source	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	32.8509	6.5702	183.86	2.36	3.34
Method	1	0.5743	0.5743	16.0^{**}	4.00	7.08
Time	2	30.7142	15.3571	429.75^{**}	3.15	4.98
Method×Time	2	1.5624	0.7812	21.86^{**}	3.15	4.98
Error	54	1.9297	0.0357			
Total	59	34.7805	0.5895			

CV = 2.95

ตารางผนวก 15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็นของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูแล้ง

Source	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	23.2455	4.6491	1.70	2.36	3.34
Method	1	17.3451	17.3451	6.33*	4.00	7.08
Time	2	5.6900	2.8450	1.04ns	3.15	4.98
Method×Time	2	0.2104	0.1052	0.04ns	3.15	4.98
Error	54	148.0154	2.7410			
Total	59	171.2609	2.9027			

CV = 40.07

ตารางผนวก 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี L* ของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูแล้ง

Source	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	65.1434	13.0287	3.13	2.36	3.34
Method	1	20.6389	20.6389	4.96*	4.00	7.08
Time	2	40.5123	20.2562	4.87*	3.15	4.98
Method×Time	2	3.9922	1.9961	0.48ns	3.15	4.98
Error	54	224.7481	4.1620			
Total	59	289.8915	4.9134			

CV = 5.26

ตารางผนวก 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี a* ของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูแล้ง

Source	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	5.8115	1.1623	0.21	2.36	3.34
Method	1	3.4656	3.4656	0.62^{ns}	4.00	7.08
Time	2	0.9556	0.4778	0.08^{ns}	3.15	4.98
Method×Time	2	1.3903	0.6952	0.12^{ns}	3.15	4.98
Error	54	304.2770	5.6348			
Total	59	310.0885	5.2557			

CV = 13.34

ตารางผนวก 18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี b* ของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูแล้ง

Source	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	26.0231	5.2046	2.96	2.36	3.34
Method	1	6.9360	6.9360	3.94^{ns}	4.00	7.08
Time	2	18.8101	9.4051	5.34^{**}	3.15	4.98
Method×Time	2	0.2770	0.1385	0.08^{ns}	3.15	4.98
Error	54	95.0575	1.7603			
Total	59	121.0806	2.0522			

CV = 37.58

ตารางผนวก 19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูแล้ง

Source	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	0.0271	0.0054	0.76	2.36	3.34
Method	1	0.0104	0.0104	1.47^{ns}	4.00	7.08
Time	2	0.0073	0.0037	0.52^{ns}	3.15	4.98
Method×Time	2	0.0094	0.0047	0.66^{ns}	3.15	4.98
Error	54	0.3827	0.0071			
Total	59	0.4098	0.0069			

CV = 0.35

ตารางผนวก 20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเชื้อ *Escherichia coli*ของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูแล้ง

Source	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	0.0158	0.0032	0.12	2.36	3.34
Method	1	0.0096	0.0096	0.38^{ns}	4.00	7.08
Time	2	0.0060	0.0030	0.12^{ns}	3.15	4.98
Method×Time	2	0.0002	0.0001	0.00^{ns}	3.15	4.98
Error	54	1.3802	0.0256			
Total	59	1.3961	0.0237			

CV = 0.52

ตารางผนวก 21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเชื้อ *Salmonella* ของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูแล้ง

Source	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	0.6450	0.1290	2.01	2.36	3.34
Method	1	0.4051	0.4051	6.31*	4.00	7.08
Time	2	0.2385	0.1193	1.86ns	3.15	4.98
Method×Time	2	0.0014	0.0007	0.01ns	3.15	4.98
Error	54	3.4658	0.0642			
Total	59	4.1109	0.0697			

CV = 4.07

ตารางผนวก 22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของวัตถุแห้งของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูแล้ง

Source	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	21.1623	4.2325	2.11	2.36	3.34
Method	1	19.6425	19.6425	9.79**	4.00	7.08
Time	2	1.0598	0.5299	0.26ns	3.15	4.98
Method×Time	2	0.4600	0.2300	0.11ns	3.15	4.98
Error	54	108.3460	2.0064			
Total	59	129.5082	2.1951			

CV = 5.83

ตารางผนวก 23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเถ้าของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูแล้ง

Source	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	0.0114	0.0023	0.30	2.36	3.34
Method	1	0.0009	0.0009	0.12^{ns}	4.00	7.08
Time	2	0.0026	0.0013	0.17^{ns}	3.15	4.98
Method×Time	2	0.0079	0.0040	0.52^{ns}	3.15	4.98
Error	54	0.4072	0.0075			
Total	59	0.4186	0.0071			

CV = 8.26

ตารางผนวก 24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของโปรตีนของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูแล้ง

Source	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	5.2097	1.0419	0.94	2.36	3.34
Method	1	0.0687	0.0687	0.06^{ns}	4.00	7.08
Time	2	0.5128	0.2564	0.23^{ns}	3.15	4.98
Method×Time	2	4.6282	2.3141	2.09^{ns}	3.15	4.98
Error	54	59.7529	1.1065			
Total	59	64.9626	1.1011			

CV = 4.66

ตารางผนวก 25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของไขมันของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูแล้ง

Source	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	0.0345	0.0069	0.04	2.36	3.34
Method	1	0.0265	0.0265	0.15^{ns}	4.00	7.08
Time	2	0.0032	0.0016	0.01^{ns}	3.15	4.98
Method×Time	2	0.0048	0.0024	0.01^{ns}	3.15	4.98
Error	54	9.3653	0.1734			
Total	59	9.3998	0.1593			

CV = 49.60

ตารางผนวก 26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังงานของเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองในช่วงฤดูแล้ง

Source	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
Treatment	5	19218.2833	3843.6567	0.22	2.36	3.34
Method	1	12126.8167	12126.8167	0.69^{ns}	4.00	7.08
Time	2	3575.8333	1787.9167	0.10^{ns}	3.15	4.98
Method×Time	2	3515.6333	1757.8167	0.10^{ns}	3.15	4.98
Error	54	953573.9000	17658.7759			
Total	59	972792.1833	16488.0031			

CV = 2.65

ภาคผนวก ค

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวฉันญรัตน์ คุ้มครอง	
วัน/เดือน/ปีเกิด	5 มีนาคม 2527	
ภูมิลำเนา	กรุงเทพมหานคร	
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2543	มัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทย์-คณิต) โรงเรียนสุวรรณารามวิทยาคม จังหวัดกรุงเทพมหานคร
	พ.ศ. 2547	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการผลิตสัตว์) สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2548	พนักงานควบคุมคุณภาพโรงงานอาหารสัตว์ (ตรวจสอบคุณภาพอาหาร) บริษัท A. F. E. จำกัด จังหวัดชลบุรี
	พ.ศ. 2548	พนักงานขายหน้าร้าน บริษัท กรุงเทพอาหารสัตว์ เครือเจริญโภคภัณฑ์ จังหวัดระยอง
ผลงานวิจัย	1. ฉันญรัตน์ คุ้มครอง, สมปอง สรวมศิริ, ไพโรจน์ ศิลมั่น และ สุกัญญา พลเรือง. 2551. ผลของวิธีการฆ่าและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพเนื้อ และปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโค. น. 10. <u>ใน</u> **บทคัดย่อ การประชุมวิชาการประจำปี 2551 (ฉลองแม่โจ้ครบรอบ 75 ปี), 4-5 ธันวาคม 2551.** เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.	
	2. สุกัญญา พลเรือง, สมปอง สรวมศิริ, ไพโรจน์ ศิลมั่น และ ฉันญรัตน์ คุ้มครอง. 2551. ผลของเพศและอายุฆ่าต่อส่วนประกอบซากและปริมาณโภชนะในเนื้อโคลูกผสม (พื้นเมือง × บราห์มัน). น. 9. <u>ใน</u> **บทคัดย่อ การประชุมวิชาการประจำปี 2551 (ฉลองแม่โจ้ครบรอบ 75 ปี), 4-5 ธันวาคม 2551.** เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.	

3. ฉันญรัตน์ คุ้มครอง, สมปอง สรวมศิริ และ ไพโรจน์ ศิลมั่น. 2551. ผลของอายุฆ่าและระยะเวลาเก็บรักษา ต่อค่า pH การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น สีเนื้อ และปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโค. น. 15. ใน **บทคัดย่อ การเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 2, 22 สิงหาคม 2551.** เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.