สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

อิทธิพลของชนิดกล้ามเนื้อต่อคุณภาพเนื้อแพะ

Influence of muscle types on goat meat quality

นางสาวจันทร์พร เจ้าทรัพย์

RCH
SF
383.13
.T5
2590
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.131014..
วัน,เดือน,ปี.2 1 ม.ค. 2557

b.12485319
i.....

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2555
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) อิทธิพลของชนิดกล้ามเนื้อต่อคุณภาพเนื้อแพะ
แหล่งเงิน เงินรายได้ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประจำปีงบประมาณ 2555 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 100,000 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2554 ถึง 30 กันยายน พ.ศ. 2555
ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ ผศ.ดร.จันทร์พร เจ้าทรัพย์
สาขาวิชา ครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
E-mail kcchanpo@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาผลของชนิดกล้ามเนื้อต่อลักษณะทางชีวะเคมีและคุณภาพของเนื้อในกล้ามเนื้อแพะ 4 ชนิด โดยมีกล้ามเนื้อใบพาย (Infraspinatus, IF) กล้ามเนื้อสันนอก (Longissimus dorsi, LD) กล้ามเนื้อสันใน (Psoas major, PM) และกล้ามเนื้อสันในเทียม (Supraspinatus, SS) จากแพะลูกผสมพันธุ์บอร์เพศผู้ จำนวน 10 ตัว พบว่ากล้ามเนื้อสันในมีซาร์โคเมียร์ยาวที่สุด ($P < 0.01$) ที่ระยะเวลา 2 9 และ 24 หลังสัตว์ตาย ขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อแต่ละชนิดแตกต่างกัน ($P < 0.01$) โดยกล้ามเนื้อสันในเทียมมีขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อใหญ่ที่สุด รองลงมาคือ กล้ามเนื้อใบพาย กล้ามเนื้อสันนอก และกล้ามเนื้อสันใน ตามลำดับ ปริมาณไกลโคเจนของกล้ามเนื้อสันนอกมีค่าสูงที่สุด ($P < 0.01$) กล้ามเนื้อสันในมี calpain 1 activity ต่ำที่สุด ($P < 0.01$) ในขณะที่ calpain 2 activity ของกล้ามเนื้อทั้ง 4 ชนิดไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) กล้ามเนื้อสันในมีค่า a^*_{2h} และ a^*_{24h} สูงที่สุด ($P < 0.01$) กล้ามเนื้อใบพายมีค่า L^*_{2h} สูงที่สุด ($P < 0.01$) ในขณะที่กล้ามเนื้อสันนอกมีค่า L^*_{2h} และ b^*_{2h} ต่ำที่สุด ($P < 0.01$) ค่า pH_{2h} ของกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อสันในมีค่าต่ำกว่า ($P < 0.01$) กล้ามเนื้อใบพายและกล้ามเนื้อสันในเทียม เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงของกล้ามเนื้อใบพายและกล้ามเนื้อสันนอกมีค่าต่ำกว่า ($P < 0.01$) กล้ามเนื้อสันในและกล้ามเนื้อสันในเทียม ค่าแรงตัดผ่านเนื้อของกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อสันในเทียมมีค่าสูงกว่ากล้ามเนื้อใบพาย ($P < 0.01$) ในขณะที่กล้ามเนื้อสันในมีค่าต่ำที่สุด ($P < 0.01$)

ความสัมพันธ์ของลักษณะที่ศึกษาในทุกชนิดกล้ามเนื้อ พบว่าความยาวซาร์โคเมียร์ที่ 2 ชั่วโมงหลังสัตว์ตาย (SL_{2h}) มีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับ SL_{24h} ($r = 0.69$, $P < 0.01$) a^*_{2h} ($r = 0.65$, $P < 0.01$) a^*_{24h} ($r = 0.34$, $P < 0.05$) ในขณะที่มีสหสัมพันธ์เชิงลบกับ L^*_{2h} ($r = -0.34$, $P < 0.05$) และความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อ ($r = -0.60$, $P < 0.01$) เอ็นไซม์ calpain 1 activity มีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับ calpain 2 activity ($r = 0.57$, $P < 0.01$) แต่มีสหสัมพันธ์เชิงลบกับ SL_{2h} ($r = -0.42$, $P < 0.01$) SL_{24h} ($r = -0.35$, $P < 0.05$) และ a^*_{2h} ($r = -0.49$, $P < 0.01$) ปริมาณไกลโคเจนมีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับ calpain 2 activity ($r = 0.42$, $P < 0.01$), pH_{2h} ($r = 0.33$, $P < 0.05$) และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ($r = 0.38$, $P < 0.05$) แต่มีสหสัมพันธ์เชิงลบกับ L_{2h} ($r = -0.34$, $P < 0.05$), pH_{24h} ($r = -0.39$, $P < 0.05$) และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการละลายน้ำแข็ง ($r = -0.35$, $P < 0.05$) สีเนื้อนั้นพบว่าค่า b* มีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับ a* และ L* ในขณะที่ a* และ L* มีสหสัมพันธ์เชิงลบต่อกัน ค่าแรงตัดผ่านเนื้อมีสหสัมพันธ์เชิงลบกับ SL_{24h} ($r = -0.48$, $P < 0.01$) T_{2h} ($r = -0.33$, $P < 0.05$) และ pH_{24h} ($r = -0.32$, $P < 0.05$) แต่มีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณไกลโคเจน ($r = 0.38$, $P < 0.05$) และ pH_{2h} ($r = 0.35$, $P < 0.05$)

คำสำคัญ : ความยาวซาร์โคเมียร์ calpain activity ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ชนิดกล้ามเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title : Influence of muscle types on goat meat quality
Researcher : Miss Chanporn Chaosap
Faculty : Industrial Education **Department** : Agricultural Education
E-mail : kcchanpo@kmitl.ac.th

Abstract

The objective of this study was to determine the effect of muscle types on biochemical and meat quality traits among 4 goat muscles. Infraspinatus (IF), Longissimus dorsi (LD), Psoas major (PM) and Supraspinatus (SS) from 10 crossbred boer goats were used in this study. The PM had the longest ($P < 0.01$) sarcomere length (SL) at 2 9 and 24 hour postmortem. Muscle fiber diameter was highest ($P < 0.01$) for SS and was followed ($P < 0.01$) by IF LD and PM. Glycogen content was highest ($P < 0.01$) for LD. Calpain 1 activity (cal1) was lowest ($P < 0.01$) for PM while calpian 2 activity (cal2) was not significantly different ($P > 0.05$) among 4 muscle types. PM was highest ($P < 0.01$) for both a^*_{2h} and a^*_{24h}. IF was highest ($P < 0.01$) for L_{2h}^* while LD was lowest ($P < 0.01$) for L^*_{2h} and b^*_{2h}. pH_{2h} was lower ($P < 0.05$) for LD and PM than IF and SS. Cooking loss was lower ($P < 0.05$) for IF and LD than PM and SS. LD and SS had highest ($P < 0.01$) for shear force and was followed ($P < 0.01$) by IF and then ($P < 0.01$) PM.

Across all muscles, SL_{2h} was positively correlated with SL_{24h} ($r = 0.69$, $P < 0.01$), a^*_{2h} ($r = 0.65$, $P < 0.01$), a^*_{24h} ($r = 0.34$, $P < 0.05$) while was negatively correlated with L^*_{2h} ($r = -0.34$, $P < 0.05$) and muscle fiber diameter ($r = -0.60$, $P < 0.01$). Cal1 was positively correlated with cal2 ($r = 0.57$, $P < 0.01$) whereas was negatively correlated with SL_{2h} ($r = -0.42$, $P < 0.01$), SL_{24h} ($r = -0.35$, $P < 0.05$) and a^*_{2h} ($r = -0.49$, $P < 0.01$). Glycogen content was positively correlated with cal2 ($r = 0.42$, $P < 0.01$), pH_{2h} ($r = 0.33$, $P < 0.05$) and shear force ($r = 0.38$, $P < 0.05$) while was negatively correlated with L_{2h} ($r = -0.34$, $P < 0.05$), pH_{24h} ($r = -0.39$, $P < 0.05$) and purge loss ($r = -0.35$, $P < 0.05$). For meat color, b* was positively correlated with both a* and L* whereas the relationship between a* and L* was negatively significant. Shear force was negatively correlated with SL_{24h} ($r = -0.48$, $P < 0.01$), T_{2h} (temperature at 2 hour post mortem; $r = -0.33$, $P < 0.05$), and pH_{24h} ($r = -0.32$, $P < 0.05$) whereas was positively correlated with glycogen content ($r = 0.38$, $P < 0.05$) and pH_{2h} ($r = 0.35$, $P < 0.05$).

Keywords : sarcomere length, calpain activity, shear force, muscle type

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยในโครงการ “อิทธิพลของชนิดกล้ามเนื้อต่อคุณภาพเนื้อแพะ” นี้ ได้บรรลุผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยได้รับความร่วมมือและความช่วยเหลือจาก นักศึกษาสาขาวิชาครุศาสตร์เกษตร แขนงเทคโนโลยีการเกษตร - การผลิตสัตว์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ชั้นปีที่ 4 ที่ศึกษาในปีการศึกษา 2554 ได้แก่ นายอำพล ชาญชัยวัฒนาและนักศึกษาชั้นปีที่ 3 คือ นางสาวนางสาวฐิติพร สง่าเพ็ชร์ นายภพสรรค์ สว่างสุข นายอลงกต ไวยวรรณ และนายคมกฤษ แสงศรี และนักศึกษาปริญญาโท คณะเทคโนโลยีการเกษตร สาขาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ นางสาวอภิชญา พึ่งสุข ซึ่งได้ให้ความช่วยเหลือในระหว่างการเก็บข้อมูลภาคสนามและการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ คุณเจริญศรี วุฒฑกุล เจ้าหน้าที่บริหารภาควิชาครุศาสตร์เกษตร รวมถึงบุคลากรฝ่ายงานนโยบายและแผน และฝ่ายงานการเงินและพัสดุของคณะฯ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณหน่วยงานและบุคคลที่ได้กล่าวนามมาข้างต้น ที่ได้ให้การสนับสนุนและความช่วยเหลือจนโครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

งานวิจัย เรื่อง “อิทธิพลของชนิดกล้ามเนื้อต่อคุณภาพเนื้อแพะ” นี้ได้รับเงินวิจัยจากเงินรายได้คณะฯ เป็นจำนวน 100,000 บาท

จันทร์พร เจ้าทรัพย์
กรกฎาคม 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... จ
สารบัญภาพ ..... ฉ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย ..... ช
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ 1
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย 2
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 13
3.1 ขั้นตอนและวิธีในการวิจัย การเก็บข้อมูล 13
3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย 15
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 18
บทที่ 4 ผลการวิจัย 19
4.1 น้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซาก และเปอร์เซ็นต์ซาก 19
4.2 ความยาวซาร์โคเมียร์ 19
4.3 ขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อ 20
4.4 ปริมาณไกลโคเจน 20
4.5 การทำงานของเอ็นไซม์ calpains 21
4.6 คุณภาพเนื้อ 22
4.7 ความสัมพันธ์ของลักษณะที่ศึกษา 23
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 27
5.1 สรุปผลการวิจัย 27
5.2 ข้อเสนอแนะ 27
บรรณานุกรม 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1 ส่วนประกอบของโภชนะในเนื้อสัตว์ชนิดต่างๆ....5
2 ปริมาณกรดอะมิโนในเนื้อสัตว์ชนิดต่างๆ....5
3 ปริมาณการกินอาหาร และอัตราการเจริญเติบโตของแพะลูกผสมพื้นเมืองกับแองโกลนูเบียนเปรียบเทียบกับแพะพื้นเมือง....6
4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์แพะและระบบการเลี้ยงที่มีต่อคุณลักษณะและส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อแพะ....8
5 อัตราความนุ่มของเนื้อของสัตว์แต่ละชนิดเมื่อบ่มซากไว้ที่ 1 องศาเซลเซียส....12
6 จำนวนวันที่เหมาะสมในการบ่มซากเพื่อให้เนื้อนุ่ม....12
7 สูตรอาหารข้นโปรตีน 12 เปอร์เซ็นต์ ที่ใช้ในการเลี้ยงแพะ ประกอบด้วย....13
8 น้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซาก และเปอร์เซ็นต์ซากของแพะทดลอง....19
9 ความยาวซาร์โคเมียร์ของกล้ามเนื้อ 4 ชนิด ที่ระยะเวลาต่างกันหลังสัตว์ตาย....20
10 ขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อ ปริมาณไกลโคเจน และ calpain activity ที่ระยะเวลาประมาณ 2 ชั่วโมงหลังสัตว์ตาย เปรียบเทียบระหว่างกล้ามเนื้อ 4 ชนิด....21
11 สี ค่า pH และอุณภูมิของกล้ามเนื้อแพะ 4....22
12 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำ และค่าแรงตัดผ่านเนื้อของกล้ามเนื้อแพะ 4 ชนิด หลังผ่านการบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 วัน....23
13 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่างๆ ที่ทำการศึกษาในเนื้อแพะ....26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1 จำนวนปศุสัตว์ในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2553 3
2 จำนวนการเลี้ยงแพะในประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. 2549-2553 4
3 จำนวนการเลี้ยงแพะในประเทศไทยในภาคต่างๆระหว่างปี พ.ศ. 2542-2552 4
4 จำนวนการเลี้ยงแพะในประเทศไทยในภาคต่างๆในปี พ.ศ. 2553 4
5 การเปลี่ยนแปลงของเอ็นไซม์ calpain activity และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ. 9
6 การเปลี่ยนแปลงของ activity ของเอ็นไซม์ calpain 1 (μ - calpain) calpain 2 (m – calpain) และ calpastatin ของกล้ามเนื้อ Semimembranosus ของโคในระหว่างการบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 2 - 4 องศาเซลเซียส 9
7 Casein Zymography ของ fraction ที่ผ่านการแยกด้วยเครื่อง anion-exchange liquid chromatography 10
8 ระดับของ calpain activity เปรียบระหว่าง casein assay และ casein zymography 11
9 ไซโมแกรมของ activity ของ เอ็นไซม์ calpain 1 และ calpain 2 ของกล้ามเนื้อสันใน (PM) กล้ามเนื้อสันนอก (LD) กล้ามเนื้อสันในเทียม (SS) และกล้ามเนื้อไหล่ (IF) ที่เก็บตัวอย่างทันทีหลังสัตว์ตาย โดยในแต่ละเจลมีตัวอย่างมาตรฐาน (STD) ซึ่งใช้กล้ามเนื้อสันนอกของแพะหมายเลข 3 เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างเจล 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แพะเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก ขยายพันธุ์ได้เร็ว และระยะตั้งท้องสั้นประมาณ 150 วัน ก็สามารถให้ลูกได้ครั้งละ 1 – 4 ตัว และให้ลูกได้ปีละ 2 ครอก ใช้พื้นที่ในการเลี้ยงน้อย ทนต่อสภาพอากาศที่ร้อนได้ดี อีกทั้งยังเป็นสัตว์ที่เลี้ยงง่าย กินอาหารพวกพืชได้หลายชนิด รวมทั้งวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น ฟางข้าว เปลือกข้าวโพดฝักอ่อน เป็นต้น ดังนั้นภาครัฐจึงได้ส่งเสริมและสนับสนุนการเลี้ยงแพะให้มีการเลี้ยงเพิ่มขึ้นในหลายพื้นที่ โดยเฉพาะภาคใต้ตอนล่างซึ่งส่วนใหญ่เป็นชาวไทยมุสลิมที่มีความต้องการบริโภคเนื้อแพะเป็นอาหารและเพื่อประกอบในพิธีกรรมต่างๆด้วย

นอกจากนี้เหตุผลที่การเลี้ยงแพะมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้นอีกประการหนึ่งก็เพราะว่าเนื้อแพะจัดว่าเป็นแหล่งโปรตีนที่ดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค เนื่องจากเป็นเนื้อที่มีไขมันและคอเลสเตอรอลซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือดน้อยกว่าในเนื้อสัตว์ชนิดอื่น ผู้บริโภคที่มีความใส่ใจต่อสุขภาพจึงหันมาบริโภคเนื้อแพะเพิ่มมากขึ้น (ไชยวรรณ, 2551) แต่อย่างไรก็ตามการเลี้ยงแพะในปัจจุบันยังไม่พัฒนาให้เป็นเชิงพาณิชย์มากนัก ส่วนใหญ่เป็นการเลี้ยงแบบหลังบ้านคือแบบผูกล่ามและแบบปล่อยอิสระ แต่คาดว่าการเลี้ยงแพะมีแนวโน้มที่จะได้รับการพัฒนาเพื่อที่จะสามารถเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น ดังนั้นเพื่อรองรับการพัฒนาและส่งเสริมให้มีการเลี้ยงแพะเพิ่มขึ้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการศึกษาวิจัยโดยเฉพาะที่เกี่ยวกับคุณภาพเนื้อแพะที่ยังมีการศึกษาอยู่ค่อนข้างน้อย โดยการศึกษาในเรื่องของคุณภาพเนื้อแพะที่ผ่านมานั้นได้มีการศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อในเรื่องของปริมาณคอลลาเจน ปริมาณและชนิดของกรดไขมันของเนื้อแพะ ส่วนประกอบทางโภชนะของเนื้อแพะ คุณสมบัติทางกายภาพ เช่น pH ค่าการอุ้มน้ำของเนื้อ ค่าความนุ่มของเนื้อ เป็นต้น และลักษณะทางจุลภาคของเนื้อแพะ เช่น ขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ และ ความยาวซาร์โคเมียร์ เป็นต้น (เฉลิมขวัญ และคณะ, 2552) แต่ยังไม่มีการศึกษาถึงคุณสมบัติทางชีวะเคมีของเนื้อแพะที่จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากหลังสัตว์ตาย ซึ่งอาจส่งผลต่อคุณภาพเนื้ออย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้ จึงมุ่งที่จะศึกษาถึงอิทธิพลของชนิดกล้ามเนื้อต่อคุณภาพเนื้อแพะ เนื่องจากกล้ามเนื้อแต่ละชนิดมีการทำงานที่แตกต่างกันในร่างกายสัตว์ ดังนั้นจึงมีลักษณะทางชีวะเคมีที่แตกต่างกัน เป็นต้นว่า ระดับของเอ็นไซม์ชนิดต่างๆ ในเนื้อ หรือปริมาณของแหล่งพลังงานที่สะสมอยู่ในเนื้อคือไกลโคเจนที่ต่างกัน ที่จะมีอิทธิพลอย่างมากต่อคุณภาพเนื้อภายหลังสัตว์ตาย ซึ่งลักษณะทางชีวะเคมีของเนื้อแพะนี้ยังไม่มีการทำการศึกษาในประเทศไทย จึงจำเป็นที่จะต้องทำการศึกษาในเรื่องนี้ พร้อมทั้งต้องทำการศึกษาในเรื่องของคุณภาพเนื้อและลักษณะทางกายภาพควบคู่ไปด้วย เพื่อหาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพเนื้ออันเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาและส่งเสริมการเลี้ยงแพะให้เป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งของประเทศไทย

1.2 วัตถุประสงค์

1. วิเคราะห์หาเอ็นไซม์ calpain activity ในกล้ามเนื้อชนิดต่างๆ
2. วิเคราะห์หาปริมาณของไกลโคเจนในกล้ามเนื้อชนิดต่างๆ
3. ตรวจสอบลักษณะทางกายภาพและคุณภาพของเนื้อแพะ
4. หาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพเนื้อแพะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

โครงการวิจัยนี้ จะศึกษาถึงอิทธิพลของชนิดกล้ามเนื้อ คือ กล้ามเนื้อใบพาย (Infraspinatus; IF) กล้ามเนื้อสันนอก (Longissimus dorsi; LD) กล้ามเนื้อสันใน (Psoas major; PM) และกล้ามเนื้อสันในเทียม (Supraspinatus; SS) ที่ต่อการทำงานของเอ็นไซม์ calpain ปริมาณไกลโคเจน ลักษณะทางกายภาพ คือ สี และ ค่า pH ของเนื้อ คุณภาพเนื้อโดยศึกษาค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ค่าการอุ้มน้ำของเนื้อ และศึกษาถึงลักษณะทางจุลภาคของเนื้อด้วย โดยศึกษาถึงขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อ ความยาวซาร์โคเมียร์ และหาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพเนื้อ โดยเป็นการศึกษาจากตัวอย่างเนื้อแพะที่เก็บทันทีหลังสัตว์ตาย ยกเว้นการวิเคราะห์หาค่าแรงตัดผ่านเนื้อที่ทำการวิเคราะห์จากตัวอย่างที่ผ่านการบ่มซากไว้ที่อุณหภูมิ 1-3 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 วัน

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

ตัวอย่างที่ใช้เป็นกล้ามเนื้อใบพาย กล้ามเนื้อสันนอก กล้ามเนื้อสันใน และกล้ามเนื้อสันในเทียม ของแพะลูกผสมพันธุ์บอร์ เพศผู้ตอน จำนวน 10 ตัว น้ำหนักมีชีวิตเฉลี่ย 26.52 ± 3.53 กก. โดยเป็นแพะที่เริ่มเข้าขุนแบบขังคอกเมื่ออายุได้ประมาณ 7-10 เดือน โดยทำการขุนเป็นระยะเวลา 3 เดือน สูตรอาหารข้นที่ใช้มีโปรตีน 12 เปอร์เซ็นต์ เมื่อขุนครบ 3 เดือน แล้วนำแพะเข้าฆ่าที่ โรงฆ่าสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม หลังจากแพะถูกฆ่าและชำแหละแล้ว เก็บตัวอย่างดังกล่าวภายใน 2 ชั่วโมงหลังฆ่าแล้วแช่ในไนโตรเจนเหลวจากนั้นเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียสจนกว่าจะทำการวิเคราะห์หา calpain activity และปริมาณไกลโคเจน ต่อไป ส่วนตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์หาค่าแรงตัดผ่านเนื้อนั้นทำการห่อด้วยพลาสติกใส ใส่ลงในกล่องโฟมที่มีน้ำแข็ง แล้วนำมาบรรจุในถุงสุญญากาศ (vacuum) บ่มที่ห้องเย็นอุณหภูมิ 0 - 4 องศาเซลเซียส จนถึงครบ 7 วัน เมื่อครบเวลาการบ่มจึงนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสก่อนนำไปวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่อไป (ดังรายละเอียดใน บทที่ 3)

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำผลการวิจัยครั้งนี้ไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพเนื้อแพะต่อไป
2. สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาการจัดการเนื้อสัตว์ และวิชาเทคโนโลยีการฆ่าสัตว์
3. ผลที่ได้จากการวิจัยสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์เพื่อการวิจัยต่อไป

หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

เกษตรกรผู้เลี้ยงแพะ กรมปศุสัตว์ สถาบันอุดมศึกษาในประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

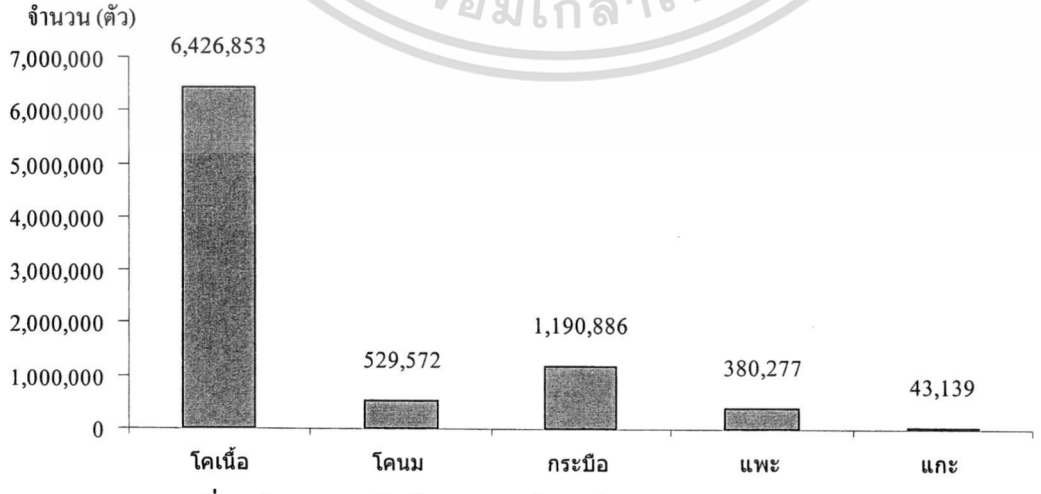
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

กล้ามเนื้อต่างชนิดกันมีส่วนประกอบทางเคมีที่ต่างกัน มีลักษณะทางชีวะเคมีที่ต่างกัน เช่น ปริมาณไกลโคเจนในเนื้อ และ ปริมาณเอ็นไซม์ที่จะย่อยสลายเนื้อ เป็นต้น จึงมีผลทำให้เนื้อมีคุณภาพที่ต่างกันด้วย นอกจากนี้แล้วยังมีปัจจัยอื่นที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพเนื้ออีกหลายปัจจัย เช่น โครงสร้างจุลภาคของเส้นใยกล้ามเนื้อ หรือขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อ เป็นต้น ซึ่งมีการศึกษาอย่างแพร่หลายในสัตว์ชนิดอื่น แต่ยังไม่ค่อยพบรายงานการวิจัยในแพะมากนัก จึงจำเป็นที่จะต้องทำการศึกษาในครั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปปรับปรุงคุณภาพเนื้อแพะต่อไป

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

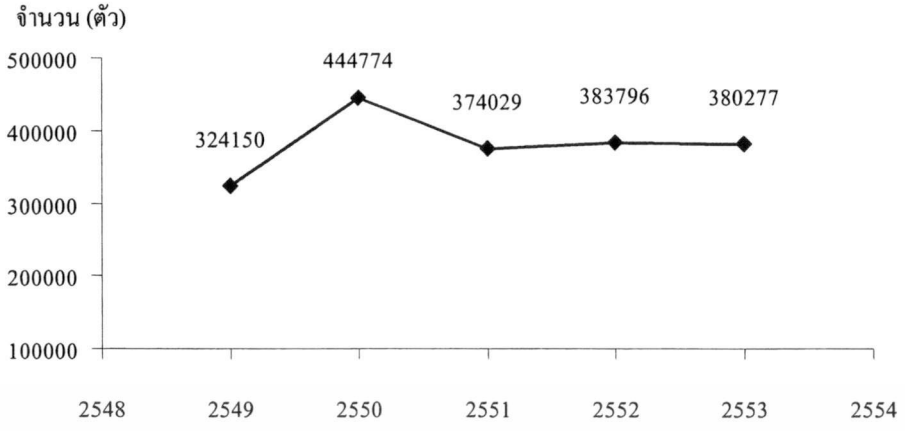
2.2.1 ปริมาณการเลี้ยงแพะในประเทศไทย

แพะจัดว่าเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งของประเทศไทย โดยจัดอยู่ใน 5 อันดับแรกของกลุ่มสัตว์เคี้ยวเอื้อง (ภาพที่ 1) จากประมวลสถิติของกรมปศุสัตว์พบว่า ปริมาณการเลี้ยงแพะเนื้อมากกว่าแพะนม โดยในปี พ.ศ. 2553 ประเทศไทยมีปริมาณแพะเนื้อ 350,851 ตัว ส่วนแพะนม 29,426 ตัว โดยจำนวนประชากรแพะทั่วประเทศเพิ่มขึ้นอย่างมากจาก 132,845 ตัวในปี พ.ศ. 2542 เป็น 444,774 ตัว ในปี พ.ศ. 2550 แต่ในระหว่าง พ.ศ. 2550 ถึงพ.ศ. 2553 พบว่าจำนวนแพะมีแนวโน้มคงที่ประมาณ 380,000 ตัว (ภาพที่ 2) จากประมวลสถิติของกรมปศุสัตว์พบว่าการเลี้ยงแพะในภาคใต้มากที่สุดนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 เป็นต้น จนกระทั่งปีพ.ศ. 2547 การเลี้ยงแพะในเขตภาคกลางได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนกระทั่งในระหว่างปีพ.ศ.2551 – 2552 จำนวนแพะที่เลี้ยงในภาคกลางสูงกว่าภาคใต้เล็กน้อย แต่อย่างไรก็ตามข้อมูลล่าสุดในปีพ.ศ. 2553 นั้นพบว่าภาคใต้มีการเลี้ยงแพะมากที่สุด รองลงมาคือภาคกลางซึ่งมีปริมาณการเลี้ยงมากใกล้เคียงกับภาคใต้ ส่วนภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการเลี้ยงแพะค่อนข้างน้อย (ภาพที่ 3)

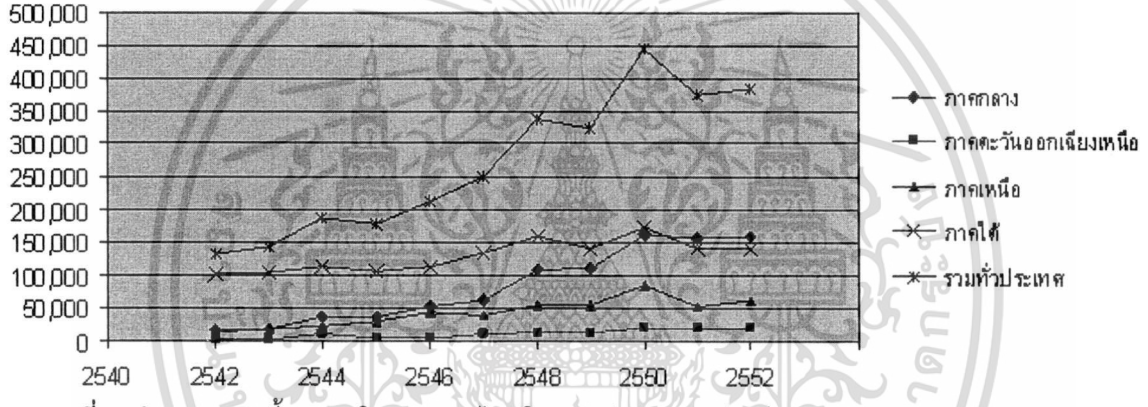


ภาพที่ 1 จำนวนปศุสัตว์ในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2553
ที่มา : กรมปศุสัตว์ (2554)

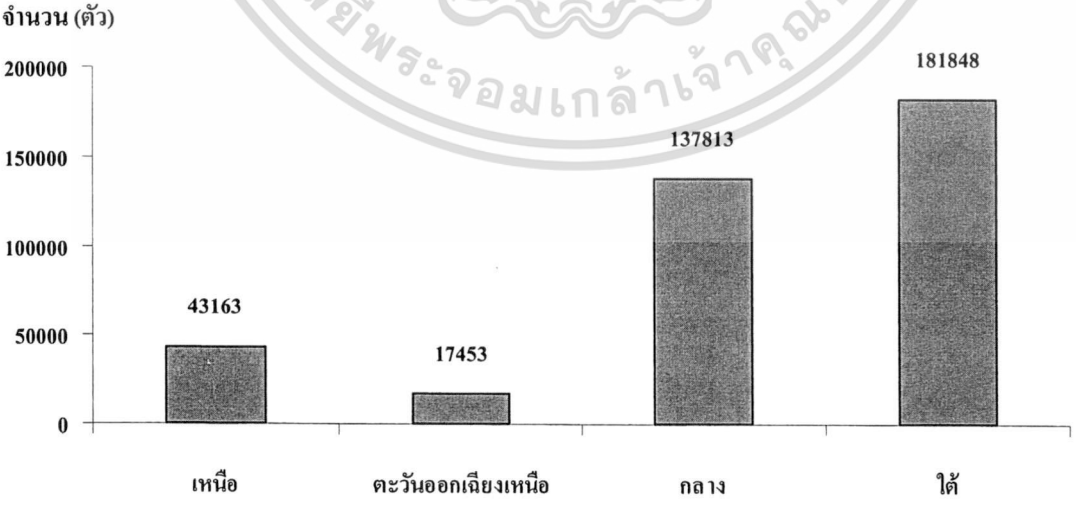
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 จำนวนการเลี้ยงแพะในประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. 2549-2553
ที่มา : กรมปศุสัตว์ (2554)



ภาพที่ 3 จำนวนการเลี้ยงแพะในประเทศไทยในภาคต่างๆ ระหว่างปี พ.ศ. 2542-2552
ที่มา : กรมปศุสัตว์ (2553)



ภาพที่ 4 จำนวนการเลี้ยงแพะในประเทศไทยในภาคต่างๆ ในปี พ.ศ. 2553
ที่มา : กรมปศุสัตว์ (2554)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อแพะ

เนื้อแพะมีโปรตีนสูง แต่ให้พลังงานต่ำ ทั้งยังมีปริมาณไขมันรวม ปริมาณไขมันอิ่มตัว และคอเลสเตอรอลน้อยกว่าเนื้อสัตว์ชนิดอื่นๆ ดังในตารางที่ 1 ดังนั้นเนื้อแพะจึงเหมาะสำหรับผู้บริโภคที่คำนึงถึงสุขภาพเป็นสำคัญ โดยเฉพาะเรื่องของไขมันในอาหารที่อาจก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพตามมา เช่น โรคอ้วน หรือ ไขมันอุดตันในเส้นเลือด เป็นต้น นอกจากนี้เนื้อแพะยังมีปริมาณธาตุเหล็กสูงกว่าเนื้อสัตว์ชนิดอื่น อีกทั้งยังมีปริมาณของกรดอะมิโนที่จำเป็น (essential amino acid) ใกล้เคียงกับเนื้อโคและเนื้อแกะ (ตารางที่ 2) ดังนั้นคาดว่าเนื้อแพะน่าจะได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากในปัจจุบันนั้นผู้บริโภคคำนึงถึงสุขภาพมากขึ้น

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของโภชนะในเนื้อสัตว์ชนิดต่างๆ

โภชนะ (เนื้อปรุงสุก 100 กรัม)	แพะ	ไก่	โค	หมู	แกะ
แคลอรี (กิโลแคลอรี)	143	165	208	252	290
ไขมัน (กรัม)	3.03	3.57	11.07	14.28	21.12
ไขมัน (Saturated) (กรัม)	0.93	1.01	4.07	5.25	9.08
โปรตีน (กรัม)	75	85	84	96	93
คอเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)	27.1	31	25.05	28.88	23.27
ธาตุเหล็ก (มิลลิกรัม)	3.73	1.04	1.66	1.05	1.4

ที่มา : USDA Nutrient Database for Standard Reference, (2004)

ตารางที่ 2 ปริมาณกรดอะมิโนในเนื้อสัตว์ชนิดต่างๆ

กรดอะมิโน (กรัม/100 กรัม)	แพะ	โค	แกะ
Tryptophan	0.306	0.14	0.234
Threonine	0.981	0.849	0.855
Isoleucine	1.042	0.967	0.964
Leucine	1.716	1.691	1.554
Lysine	1.532	1.797	1.765
Methionine	0.552	0.554	0.513
Cystine	0.245	0.274	0.239
Phenylalanine	0.715	0.84	0.814
Tyrosine	0.633	0.677	0.672
Valine	1.103	1.055	1.078
Arginine	1.512	1.375	1.187
Histidine	0.429	0.678	0.633

ที่มา : USDA Nutrient Database for Standard Reference, (2010)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 การศึกษาเกี่ยวกับแพะ

2.2.3.1 อัตราการเจริญเติบโตและคุณภาพซาก

สาธิต และคณะ(2553) ทำการศึกษาสมรรถภาพการเจริญเติบโตและคุณซากเปรียบเทียบระหว่างแพะพันธุ์ลูกผสมพื้นเมืองกับแองโกลนูเบียน และพันธุ์พื้นเมืองเพศผู้ พบว่าแพะลูกผสมพื้นเมืองและแองโกลนูเบียนมีการกินอาหารทั้งอาหารหยาบและอาหารข้นมากกว่าแพะพื้นเมือง ($P<0.05$; ตารางที่ 3) น้ำหนักหลังสิ้นสุดการทดลองสูงกว่า ($P<0.05$) และมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูงกว่า ($P<0.05$) และมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีกว่าแพะพื้นเมืองเนื่องจากมีค่าอัตราการแลกเนื้อ (feed conversion ratio) ต่ำกว่า ($P<0.05$) ส่วนในเรื่องของคุณภาพซากพบว่าแพะลูกผสมมีน้ำหนักซากเปอร์เซ็นต์ซาก และ พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันใหญ่กว่าพันธุ์พื้นเมือง ($P<0.05$) แต่พบว่ามีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงและเปอร์เซ็นต์ไขมันในซากไม่ต่างกันทางสถิติ สอดคล้องกับผลการทดลองของ Pralomkarn และคณะ (1995) ที่พบว่าแพะลูกผสมพื้นเมืองกับแองโกลนูเบียน 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์มีโครงร่างใหญ่กว่าและน้ำหนักตัวมากกว่าพันธุ์พื้นเมืองแต่เปอร์เซ็นต์ซากไม่ต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 3 ปริมาณการกินอาหาร และอัตราการเจริญเติบโตของแพะลูกผสมพื้นเมืองกับแองโกลนูเบียนเปรียบเทียบกับแพะพื้นเมือง

ลักษณะที่ศึกษา	ลูกผสมพื้นเมืองกับแองโกลนูเบียน	พื้นเมือง
สมรรถภาพการเจริญเติบโต		
ปริมาณการกินอาหาร (กรัม/ตัว/วัน)		
อาหารข้น	349.99 ± 21.90[ก]	296.76 ± 19.35[ข]
อาหารหยาบ	938.45 ± 138.23[ก]	754.34 ± 132.47[ข]
รวมปริมาณการกินทั้งหมด	1288.43 ± 150.23[ก]	1051.12 ± 146.54[ข]
นน.เริ่มต้น (กก.)	16.45 ± 2.38[ก]	15.52 ± 1.33[ข]
นน.สิ้นสุดการทดลอง (กก.)	30.18 ± 4.46[ก]	25.69 ± 2.28[ข]
อัตราการเจริญเติบโต อายุ 0-180 วัน (ก./วัน)	72.47 ± 16.85[ก]	56.85 ± 9.70[ข]
อัตราการแลกเนื้อ อายุ 0-180 วัน	10.51 ± 1.41[ก]	13.73 ± 0.47[ข]
คุณภาพซาก		
นน.ซากร้อน (กก.)	14.51 ± 2.27[ก]	11.89 ± 1.31[ข]
นน.ซากเย็น (กก.)	13.75 ± 2.82[ก]	10.75 ± 1.37[ข]
เปอร์เซ็นต์ซาก	51.06 ± 1.28	50.72 ± 1.96
พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ($ซม^2$)	10.49 ± 0.39[ก]	8.64 ± 0.30[ข]
เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง	69.99 ± 0.94	70.38 ± 0.81
เปอร์เซ็นต์ไขมัน	6.88 ± 1.76	7.03 ± 1.39

ที่มา : ดัดแปลงจาก สาธิต และคณะ (2553)

[กข] อักษรต่างกันในแถวเดียวต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.2 คุณภาพเนื้อ

ลักษณะทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อแพะ เฉลิมขวัญ และคณะ (2552) ศึกษาถึงอิทธิพลของพันธุ์และวิธีการเลี้ยงแพะ โดยศึกษาในพันธุ์พื้นเมืองเปรียบเทียบกับลูกผสมพื้นเมืองกับแองโกลนูเบียนที่เลี้ยงแบบขังคอกตลอดเวลา โดยให้กินหญ้าอย่างเต็มที่กับแบบกึ่งขังคอกคือปล่อยในแปลงหญ้าและเข้าคอกตอนเย็น โดยทั้งสองกลุ่มได้รับอาหารข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และวิธีการเลี้ยงมีผลต่อระดับของคอเลสเตอรอล โดยพบว่าพันธุ์ลูกผสมพื้นเมืองกับแองโกลนูเบียนที่เลี้ยงแบบขังคอกตลอดเวลามีปริมาณคอเลสเตอรอลมากที่สุด รองลงมาคือแพะลูกผสมพื้นเมืองกับแองโกลนูเบียนที่เลี้ยงแบบกึ่งขังคอก และแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบขังคอกตลอดเวลา ส่วนแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบกึ่งขังคอกมีระดับคอลเรสเตอรอลต่ำที่สุด ($P < 0.05$) Park และคณะ (1991) รายงานว่ากล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อสะโพกของแพะมีคอเลสเตอรอล 57.80 และ 69.50 มิลลิกรัม/100 กรัมตามลำดับ Beserra และคณะ (2004) รายการเพิ่มขึ้นของคอเลสเตอรอลตามอายุของแพะโดยพบว่าแพะที่อายุ 4-6 เดือนมีปริมาณคอเลสเตอรอล 20.5-28.5 มก./100 กรัม แต่ที่อายุมากขึ้นมีปริมาณคอเลสเตอรอล 52-74 มิลลิกรัม/100 กรัม

รายงานผลการศึกษาปริมาณคอลลาเจนในเนื้อแพะของเฉลิมขวัญ และคณะ (2552) ระบุว่าแพะพื้นเมืองมีปริมาณคอลลาเจนสูงกว่าลูกผสมพื้นเมืองกับแองโกลนูเบียนในขณะเดียวกันก็มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อของกล้ามเนื้อสันนอกสูงกว่าด้วย ปริมาณโภชนะนั้นพบว่าการเลี้ยงแบบขังคอกตลอดเวลา เนื้อสันนอกแพะมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นและโปรตีนสูงกว่าแบบกึ่งขังคอก ($P<0.05$) แพะลูกผสมพื้นเมืองกับแองโกลนูเบียนมีเปอร์เซ็นต์ไขมันในเนื้อสันนอกสูงกว่าแพะพื้นเมือง ($P < 0.05$; ตารางที่ 4) นอกจากนี้ยังรายงานว่าปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่จัดว่าดีต่อสุขภาพโดยเฉพาะลิโนเลอิก (C18:2) นั้นพบว่ามีในแพะพันธุ์พื้นเมืองสูงกว่าแพะลูกผสม และยังพบว่าการเลี้ยงแบบขังคอกตลอดเวลามีลิโนเลอิกมากกว่าการแบบกึ่งขังคอก รวมทั้งพบอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีการเลี้ยงและพันธุ์แพะอีกด้วย ($P < 0.05$) Casey (1992) รายงานว่าเนื้อแพะมีปริมาณคอลลาเจน 5 มิลลิกรัม/กรัมเนื้อและมีปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้อยู่ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณคอลลาเจนรวม

การศึกษาในเรื่องคุณภาพของเนื้อแพะในเรื่องของความนุ่ม ลักษณะทางกายภาพ ตลอดจนเรื่องขององค์ประกอบทางเคมีนั้นมีการศึกษามาบ้างแล้ว แต่ในเรื่องของอิทธิพลคุณสมบัติทางชีวะเคมีทั้งเรื่องของเอ็นไซม์ที่เกี่ยวข้องกับความนุ่มของเนื้อ ตลอดจนระดับพลังงานสะสมในกล้ามเนื้อที่จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเนื้อหลังสัตว์อันจะส่งผลต่อคุณภาพเนื้อในที่สุด นั้นยังไม่มีการทำการศึกษาในประเทศไทยจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการศึกษาในเรื่องนี้ พร้อมทั้งต้องทำการศึกษาในเรื่องของคุณภาพเนื้อและลักษณะทางกายภาพควบคู่ไปด้วย เพื่อหาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพเนื้ออันเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาและส่งเสริมการเลี้ยงแพะให้เป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งของประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์แพะและระบบการเลี้ยงที่มีต่อคุณลักษณะและส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อแพะ

Item	TI		TI x AN		Level of significant		
	Intensive	Semi-intensive	Intensive	Semi-intensive	A	B	A x B
Longissimus dorsi							
L*	34.4±5.05	34.3±3.48	37.4±3.88	37.2±6.23	ns	ns	ns
a*	13.2±3.92	11.5±2.08	10.9±1.99	11.4±1.83	ns	ns	ns
b*	12.3±5.98	11.3±4.44	10.6±4.20	10.2±3.34	ns	ns	ns
Cooking loss (%)	36.0±2.28	37.9±3.55	35.7±3.20	36.4±3.34	ns	ns	ns
Shear force values (kg)	2.84±0.47	3.05±0.63	2.43±0.32	2.47±0.17	*	ns	ns
Moisture (%)	76.1±0.35	74.6±0.87	75.4±0.48	74.6±0.66	ns	*	ns
Protein (%)	22.1±0.54	23.1±0.95	22.1±0.37	23.0±0.74	ns	*	ns
Fat (%)	0.90±0.08	0.90±0.03	1.32±0.11	1.39±0.21	*	ns	ns
Ash (%)	1.24±0.00^{b}	1.38±0.06^{a}	1.25±0.04b	1.29±0.07^{b}	ns	*	*
Total collagen (mg/g muscle)	6.39±0.58	8.69±0.16	4.95±0.55	7.69±0.31	*	*	ns
Soluble collagen (% of total collagen)	36.9±0.48	35.8±0.78	35.4±1.00	35.7±0.84	ns	ns	ns
Cholesterol (mg/100g)	26.77±0.00^{c}	27.17±0.00^{c}	35.82±0.00^{a}	27.79±0.00^{b}	*	*	*
Biceps femoris							
L*	34.0±3.37	37.7±5.26	34.5±6.04	33.2±3.24	ns	ns	ns
a*	12.1±2.09	12.8±2.43	12.7±2.73	14.3±4.05	ns	ns	ns
b*	10.1±3.78	10.9±5.04	10.5±4.39	12.3±6.87	ns	ns	ns
Cooking loss (%)	38.1±1.09	38.9±1.82	37.9±3.40	36.7±5.85	ns	ns	ns
Shear force values (kg)	5.13±0.21^{ab}	5.67±1.32^{a}	4.42±0.66^{b}	5.32±0.45^{ab}	ns	ns	*
Moisture (%)	76.2±0.63	76.2±0.81	75.3±0.46	75.0±1.39	*	ns	ns
Protein (%)	21.3±0.69	21.4±0.78	22.3±0.45	22.7±1.22	*	ns	ns
Fat (%)	1.01±0.06	1.16±0.17	1.02±0.10	1.14±0.18	ns	ns	ns
Ash (%)	1.29±0.13	1.22±0.08	1.30±0.06	1.42±0.06	*	ns	ns
Total collagen (mg/g muscle)	8.01±0.09^{b}	8.99±0.34^{a}	5.77±0.28^{c}	8.59±0.29^{a}	*	*	*
Soluble collagen (% of total collagen)	37.8±0.21	37.4±0.59	37.7±0.31	37.8±0.29	ns	ns	ns
Cholesterol (mg/100g)	26.6±0.00^{c}	27.8±0.00^{a}	25.3±0.00^{d}	27.2±0.00^{b}	*	*	*
Number of goat	6	6	6	6	-	-	-

TI = Thai Native, TI x AN = Thai Native x Anglonubian (50:50%)

A = Breeds, B = Rearing System, A x B = Breeds x Rearing System

* = $p<0.05$, ns = non significance

^{abcd} Mean within row with differing superscripts are significant differences between breeds and rearing systems

ที่มา : เฉลิมขวัญ และคณะ (2552)

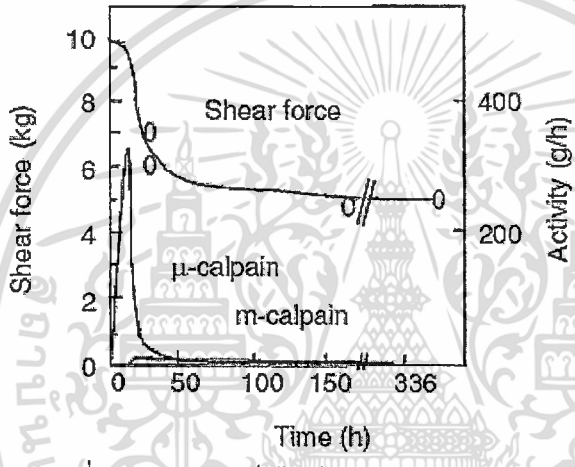
2.2.4 ความสำคัญของเอ็นไซม์ calpains ต่อความนุ่มของเนื้อ

เอ็นไซม์ Calpains จะทำงานเมื่อถูกกระตุ้นด้วย Ca^{2+} และทำงานได้ดีในสภาพเป็นกลาง calpain จะมีอยู่ 2 รูปคือ calpain 2 (m – calpain) จะถูกกระตุ้นด้วย Ca^{2+}ปริมาณสูง (1 - 2 mM) และ calpain 1 (μ - calpain) จะถูกกระตุ้นด้วย Ca^{2+}ปริมาณต่ำ (50 - 100 μM) เอ็นไซม์นี้จะอยู่บริเวณ z - line การทำงานของ calpain จะทำให้เกิดการแตกหักของ tropomyosin และ titin (connectin) โดยหลังจากการทำให้เกิดการย่อยสลายโปรตีนแล้วเอ็นไซม์ calpain จะเกิดการสลายตัว (autolysis)

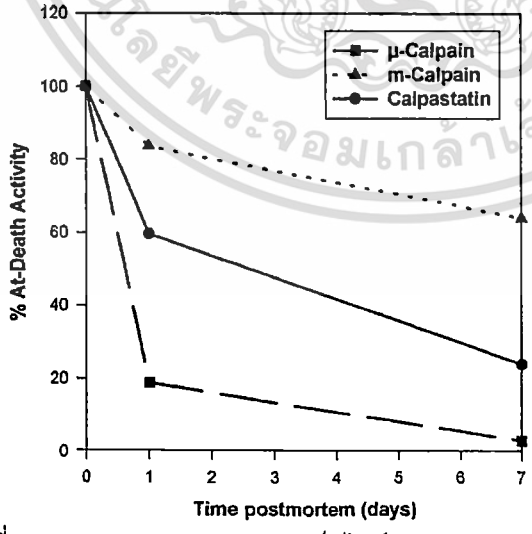
หลังจากสัตว์ตายแล้ว เมื่อ ATP ถูกใช้จนหมด จากนั้นกระบวนการ rigor mortis จะเริ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้ ผนังของซาร์โคพลาสมิกเรติคิวลัมและไมโตคอนเดรียไม่สามารถเก็บ Ca^{2+}ไว้ได้ ทำให้ Ca^{2+} ถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปล่อยออกสู่ซาร์โคพลาสซึม และ ไปท่วมไมโอไฟบริล (Jeacocke, 1993) ซึ่งปริมาณของ Ca^{2+}ที่เพิ่มขึ้นนี้เองจะไปกระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์ calpains มีรายงานผลการทดลองว่า calpain 1 มีอิทธิพลต่อความนุ่มของเนื้อที่เพิ่มขึ้นหลังการบ่มซากไว้มากกว่า calpain 2 โดยปกติเอ็นไซม์กลุ่มนี้เมื่อทำการย่อยสลายโปรตีนแล้วจะเกิดการย่อยสลายตัวเอง ซึ่งวัดได้จากการลดลงของ activity นั่นเอง จากผลการทดลองของ te Pas et al. (2004) พบว่าค่าแรงตัดผ่านเนื้อลดลงในระหว่าง 24 ชั่วโมงหลังสัตว์ตาย สอดคล้องกับการลดลงของ calpain 1 activity ในช่วงเวลาเดียวกัน ในขณะที่ calpain 2 activity ที่ค่อนข้างต่ำและลดลงน้อยมากในช่วง 50 ชั่วโมงแรกหลังสัตว์ตาย (ภาพที่ 5) Boehm et al. (1998) พบว่า calpain 1 และ calpastatin มี activity ลดลงตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นหลังสัตว์ตาย จากการศึกษาในกล้ามเนื้อสันนอกช่วงอกและกล้ามเนื้อสันในของโคพบว่า calpain 1 activity ลดลง 71 และ 93 เปอร์เซ็นต์ และ calpastatin ลดลง 76 และ 71 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ calpain 2 มี activity ลดลงเพียง 9 และ 27 เปอร์เซ็นต์ที่ 24 ชั่วโมงหลังสัตว์ตาย ตามลำดับ (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงของเอ็นไซม์ calpain activity และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ
ที่มา : te Pas et al. (2004)



ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงของ activity ของเอ็นไซม์ calpain 1 (μ - calpain) calpain 2 (m – calpain) และ calpastatin ของกล้ามเนื้อ *Semimembranosus* ของโคในระหว่างการบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 2 - 4 องศาเซลเซียส
ที่มา : Boehm et al. (1998)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

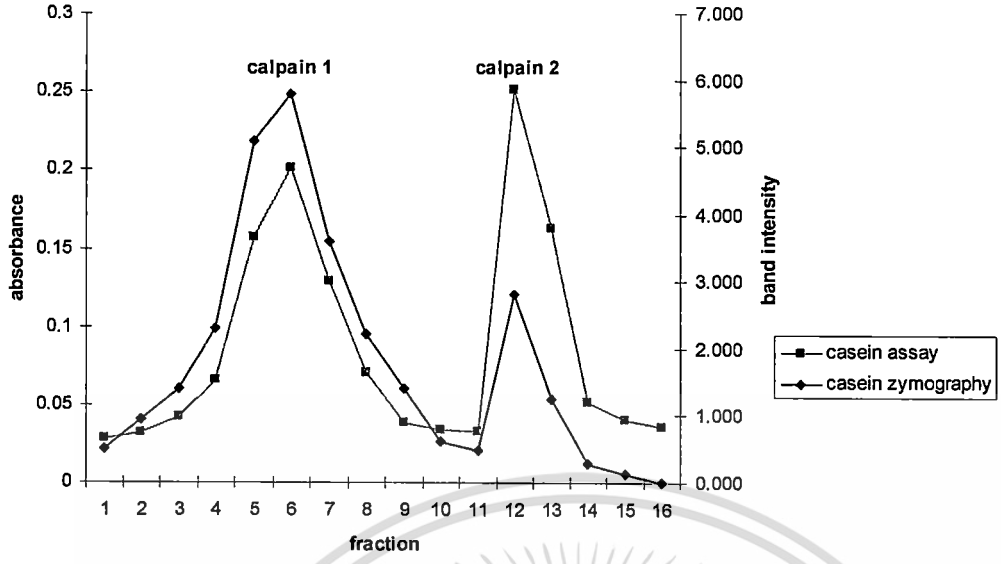
2.2.5 การศึกษา activity ของ เอ็นไซม์ calpains ด้วยวิธีไซโมกราฟ

การศึกษา activity ของ เอ็นไซม์ calpains ด้วยวิธีไซโมกราฟ นั้นนับว่าเป็นวิธีที่ประหยัดทั้งเวลาและต้นทุนในการวิเคราะห์ เมื่อเปรียบเทียบกับการวัด activity ของเอ็นไซม์ calpains แบบดั้งเดิมที่ต้องทำการแยกเอ็นไซม์ให้บริสุทธิ์ก่อน โดยต้องทำการแยกทั้ง calpain 1 calpain 2 และ calpastatin ซึ่งเป็นตัวยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ calpains ด้วย ซึ่งมีขั้นตอนที่ยุ่งยากและใช้เวลาค่อนข้างนาน ผลการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการวิเคราะห์ว่าทั้งวิธีไซโมกราฟและแบบดั้งเดิมนั้นมีความสัมพันธ์กัน ดังผลการศึกษาของ Sensky et al. (1999) ที่ทำการแยกชนิดของเอ็นไซม์ calpain ออกจากกันด้วยเครื่อง anion-exchange liquid chromatography เมื่อนำเอา fraction ที่แยกออกมาไปทำ Western blot โดยใช้แอนติบอดีของ calpain 1 และ calpain 2 เป็นตัวทดสอบ พบว่า fraction ที่แยกออกมาก่อนทำปฏิกิริยากับ anti - calpain 1 ส่วน fraction ที่แยกออกมาทีหลังทำปฏิกิริยากับ anti - calpain 2 จึงสรุปได้ว่า calpain 1 จะถูกแยกออกมาก่อน calpain 2

Chaosap (2010) นำ fraction ที่ได้จากการแยกด้วยเครื่อง anion-exchange liquid chromatography มาทำทดสอบ activity ของเอ็นไซม์ calpains พบว่า calpain 1 จะอยู่ในตำแหน่งที่สูงกว่า calpain 2 ใน casein gel ดังภาพที่ 7 ซึ่งสอดคล้องกับ Arther and Mykles (2000), Veiseth et al. (2001) และ Camou et al. (2007) จากการศึกษาของ Chaosap (2010) ที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบระดับของ activity ของทั้งเอ็นไซม์ calpain 1 และ calpain 2 ด้วยวิธี casein zymography และวิธีการดั้งเดิมที่วัดจากการย่อยเคซีนด้วยเอ็นไซม์ calpain 1 และ calpain 2 แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ตามวิธีการของ Higgins et al. (1988) นั้นพบว่า แต่ละ fraction ที่แยกออกมาพบว่ามี calpain 1 และ calpain 2 activity จากการวัดทั้ง 2 วิธีที่สอดคล้องกัน (ภาพที่ 8) จึงสรุปได้ว่าการศึกษา activity ของ calpains นั้นสามารถใช้วิธี casein zymography มาทำการทดสอบได้

ภาพที่ 7 Casein Zymography ของ fraction ที่ผ่านการแยกด้วยเครื่อง anion-exchange liquid chromatography
ที่มา : Chaosap (2010)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 ระดับของ calpain activity เปรียบระหว่าง casein assay และ casein zymography
ที่มา : Chaosap (2010)

2.2.6 การบ่มซาก (ageing)

โรงฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐานนั้น หลังจากการฆ่าและชำแหละซากแล้วจะมีการแช่ซากในห้องเย็นอุณหภูมิประมาณ 3 องศาเซลเซียสทันที เพื่อเป็นการลดอุณหภูมิจากประมาณ 38 องศาเซลเซียสเป็น 10 องศาเซลเซียส และแช่เย็นซากไว้อย่างนี้ประมาณ 24 ชั่วโมง เพื่อให้กระบวนการหดเกร็งตัวของกล้ามเนื้อเป็นไปอย่างสมบูรณ์ แล้วจึงนำไปตัดแต่งเพื่อส่งตลาดต่อไป การแช่เย็นนั้นนอกจากจะทำให้การหดเกร็งตัวของเนื้อเป็นไปอย่างสมบูรณ์แล้ว ยังเป็นการลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ อีกทั้งทำให้ง่ายในการตัดแต่งซากอีกด้วย การบ่มซากที่ต้องการให้ความนุ่มของเนื้อเพิ่มขึ้นนั้นจะต้องมีระยะเวลาการบ่มที่นานขึ้นไปอีก ระยะเวลาในการบ่มซากสัตว์แต่ละชนิดก็ไม่เท่ากัน เช่น ในสุกรจะใช้ระยะเวลาการบ่มสั้นกว่าโค โดยสุกรใช้ระยะเวลาในการบ่มซากที่อุณหภูมิ 1 - 2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 วันก็เพียงพอ ในขณะที่โคอาจต้องบ่มซากนานถึง 8 - 14 วัน (ตารางที่ 5 และ ตารางที่ 6)

การบ่มซากมีผลทำให้เนื้อนุ่มขึ้น โดยในระหว่างการบ่มซากนั้นจะมี endogenouse proteolytic enzymes โดยเฉพาะกลุ่ม calpains ออกมาทำการย่อยสลายโปรตีนในเนื้อ และเนื่องจากภายหลังกระบวนการหดเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ จะทำให้แคลเซียมที่อยู่ในเอ็นโดพลาสมิกเรติ-คิวลัมจะเกิดการรั่วไหลออกมาสู่ซาร์โคพลาสซึม ปริมาณแคลเซียมที่เพิ่มขึ้นนี้เองจะไปกระตุ้นการทำงานของ เอ็นไซม์ calpains โดยเฉพาะอย่างยิ่ง calpain 1 จึงทำให้เกิดการย่อยสลายโปรตีนในเนื้อได้ดียิ่งขึ้นเป็นผลให้เนื้อนุ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 อัตราความนุ่มของเนื้อของสัตว์แต่ละชนิดเมื่อบ่มซากไว้ที่ 1 องศาเซลเซียส

ชนิดสัตว์	จำนวนวันในการบ่มเนื้อ จนมีความนุ่ม 80 เปอร์เซ็นต์ของความนุ่มสูงสุด
โค	10.0
กระต่าย	9.5
แกะ	7.7
สุกร	4.2
ไก่	0.3

ที่มา : Warris (2000)

ตารางที่ 6 จำนวนวันที่เหมาะสมในการบ่มซากเพื่อให้เนื้อนุ่ม

ชนิดสัตว์	จำนวนวันที่ควรทำการบ่มซาก
สุกร	4-10
แกะ	7-14
โค	10-21

ที่มา : Warris (2000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ขั้นตอนและวิธีในการวิจัย การเก็บข้อมูล

การวิจัยแบ่งออกเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

การเตรียมตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ใช้เป็นกล้ามเนื้อใบพาย กล้ามเนื้อสันนอก กล้ามเนื้อสันใน และกล้ามเนื้อสันในเทียมของแพะลูกผสมพันธุ์บอร์ เพศผู้ตอน จำนวน 10 ตัว น้ำหนักมีชีวิตเฉลี่ย 26.52 ± 3.53 กก. โดยเป็นแพะที่เริ่มเข้าขุนแบบขังคอกเมื่ออายุได้ประมาณ 7-10 เดือน โดยทำการขุนเป็นระยะเวลา 3 เดือน สูตรอาหารข้นที่ใช้มีโปรตีน 12 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7) เมื่อขุนครบ 3 เดือน แล้วนำแพะเข้าฆ่าที่ โรงฆ่าสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม หลังจากแพะถูกฆ่าและชำแหละแล้ว เก็บตัวอย่างดังกล่าวภายใน 2 ชั่วโมงหลังฆ่าแล้วแช่ในไนโตรเจนเหลวจากนั้นเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียสจนกว่าจะทำการวิเคราะห์หา calpain activity และปริมาณไกลโคเจน ต่อไป ส่วนตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์หาค่าแรงตัดผ่านเนื้อนั้นทำการห่อด้วยพลาสติกใส ใส่ลงในกล่อมโฟมที่มีน้ำแข็ง แล้วนำมาบรรจุในถุงสุญญากาศ (vacuum) บ่มที่ห้องเย็นอุณหภูมิ 0 - 4 องศาเซลเซียส จนถึงครบ 7 วัน เมื่อครบเวลาการบ่มจึงนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสก่อนนำไปวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่อไป

ตารางที่ 7 สูตรอาหารข้นโปรตีน 12 เปอร์เซ็นต์ ที่ใช้ในการเลี้ยงแพะ ประกอบด้วย

วัตถุดิบอาหารสัตว์	น้ำหนัก (กก.)
มันเส้น	31.35
กากปาล์มเนื้อในธรรมดา	25.00
กากปาล์มพิเศษ (สกัดน้ำมัน)	25.00
ข้าวโพดป่น	5.00
กากน้ำตาล	10.00
กระดูกป่น	1.00
กำมะถัน	0.15
เกลือ	1.00
พรีมิกซ์	0.50

สารเคมี และ อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

สารเคมี

1) Extraction buffer

50 mM Tris/HCl pH 7.5

5 mM EDTA

2) Gel sample buffer

2 ml glycerol

1.25 ml 1 M Tris/HCl

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 ml 1 M DTT (from a 0.154 g/ml solution)

make to 10 ml with distilled water

add few grains of Bromophenol blue

3) Casein solution

10 mg/ml casein in 0.75 M Tris-HCl, pH 8.8

for 0.75 M Tris-HCl take 3.75 mls of 2 M Tris/HCl pH 8.8 plus 6.25 mls H_2O

4) Gel solutions

- เตรียม 40% acrylamide ในอัตราส่วน 75:1 ของ Acrylamide:Bis ถ้าต้องการเตรียม 10 ml จะต้องใช้ 5 ml of 40% (w/v) Acrylamide/Bis-acrylamide solution 37.5:1 ผสมกับ 5 ml of 40% (w/v) Acrylamide solution

- 2M Tris-HCl, pH 8.8

- 1M Tris-HCl, pH 6.8

- Ammonium Persulphate (Sigma, UK)

- N,N,N',N' tetramethylethylenediamine (Sigma, UK)

5) Electrophoresis buffer (5 x stock):

125 mM Tris base

625 mM glycine

5mM EDTA

pH 8.3

จากนั้นละลายด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1x ก่อนใช้และเติม 1mM DTT 0.154g/ml solution (1 mM DTT 500µl ต่อ buffer 500ml) และต้องทำให้เย็นก่อนนำไปใช้โดยแช่ไว้ที่ 4 องศาเซลเซียส

6) Ca^{2+} incubation buffer

50 mM Tris/HCl pH 7.0

5 mM $CaCl_2$

10 mM DTT

7) Fixing solution

10% (v/v) acetic acid

8) Staining solution

0.2% (w/v) coomassie blue, 0.2% (w/v) amido black, 10% (v/v) acetic acid)

9) Destain solution

10% (v/v) acetic acid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.2.1 การวัด calpain activity

1) การเตรียม non reducing gel

Solution	2 Gel		4 Gel	
	Resolving gel (ml)	Stacking gel (ml)	Resolving gel (ml)	Stacking gel (ml)
Acrylamide:bis (75:1) 40% w/v acylamide solution	2.5		5	
Acrylamide:bis (37.5:1) 40% w/v acylamide solution		0.6		1.2
2 M Tris-HCl, pH 8.8	1.13		2.25	
1 M Tris-HCl, pH 6.8		0.63		1.25
Casein, 10 mg/ml	2		4	
Water	4.31	3.78	8.62	7.56
	Mix			
TEMED	10 ul	5 ul	20 ul	10 ul
10% (w/v) Ammonium persulphate	50 ul	25 ul	100 ul	50 ul

2) การสกัดโปรตีน

ทำการสกัดโปรตีนจากตัวอย่างกล้ามเนื้อใบพาย (IF, Infraspinatus) สันนอก (LD, Longissimus dorsi) สันใน (PM, Psoas major) และสันในเทียม (SS, Supraspinatus) โดยเก็บตัวอย่างหลังสัตว์ตาย ประมาณ 2 ชั่วโมง แล้วเก็บไว้ที่ตู้แช่แข็ง -80 องศาเซลเซียส โดยชั่งเนื้อตัวอย่าง 1 กรัม แล้วเติม extraction buffer ลงไป 3 มิลลิลิตร นำไปปั่นด้วยเครื่อง Homogenizer (Ika, Germany) ที่ความเร็ว 13,500 รอบต่อนาที จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง (Centurion , UK) ความเร็ว 12,000 รอบต่อนาที เก็บสารละลายส่วนใส 200 µl และเติม sample buffer 200 µl ผสมให้เข้ากัน แล้วนำไปวัด calpain activity ด้วยวิธี casein zymography ทันที เก็บสารละลายส่วนใส 20 µl ผสมกับ 0.1 M NaOH 900 µl จากนั้นนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 $^{\circ}$C ก่อนนำไปวัดความเข้มข้นของโปรตีนต่อไป

3) การทำอิเลคโตรโฟรีซิส แบบ Native PAGE

ทำการแยกเอ็นไซม์ calpain 1 และ calpain 2 โดยการทำอิเลคโตรโฟรีซิส แบบ Native PAGE ด้วยเครื่องแยกโปรตีนด้วยกระแสไฟฟ้า รุ่น Mini-Protein Tetra Cell (Biorad, USA) ตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก (Arther and Mykle, 2000) ใช้เจลชั้นล่าง (separating gel) ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ และเจลชั้นบน (stacking gel) ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ดังวิธีการเตรียมใน ข้อ 1.10 นำส่วนใสที่ได้จากการสกัดโปรตีนของตัวอย่างเนื้อแพะผสมกับ loading buffer ในอัตราส่วน 1 : 2 ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 12,000 รอบต่อนาที ประมาณ 30 วินาที ก่อนนำไปใส่ลงในหลุม (well) บนเจล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนใส่ตัวอย่างลงไปในเจล จะต้องทำการ pre run ก่อนเป็นเวลา 30 นาที โดยเจลอยู่ในชุดอิเล็กโตรโฟริซีสที่มี running buffer อยู่และต้องทำการใส่เครื่องแยกโปรตีนลงในกล่องโฟมที่มีน้ำแข็งหล่อเย็นตลอดเวลา จากนั้นต่อขั้วบวก (Anode) เข้ากับ Chamber ล่างและขั้วลบ (Cathod) เข้ากับ Chamber บน และเปิดสวิทช์ของเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้า โดยใช้ไฟที่ความต่างศักย์คงที่ 125 โวทย์ เมื่อครบ 30 นาทีแล้วปิดสวิทช์ก่อนแล้วใช้ไมโครปิเปตค่อยๆ ใส่ตัวอย่าง 6 ไมโครลิตรลงไปในเจล แล้วทำการ run ต่อโดยใช้ไฟที่ความต่างศักย์คงที่ 125 โวทย์ ประมาณ 4 ชั่วโมง หรือหลังจากเห็น Bromophenol blue หลุดออกจากเจลให้ run ต่อไปอีกประมาณ 1 ชั่วโมง

จากนั้นนำเจลไปแช่ใน Ca^{2+} incubation buffer โดยเปลี่ยน buffer 3 ครั้งทุกๆ 10 นาที แล้วแช่ไว้ที่อุณหภูมิห้องจนครบ 1 คืน แล้วนำเจลมาแช่ใน Fixing solution เป็นเวลา 20 นาที นำไปย้อมสีด้วย Staining solution เป็นเวลา 30 นาที แล้วล้างด้วย 10 % Acetic acid จนกระทั่งมองเห็นแถบสว่างอย่างชัดเจนซึ่งแถบสว่างนี้เกิดจากเอ็นไซม์ calpain 1 และ calpain 2 ย่อยสลายเคซีนที่อยู่ในเจล

นำเจลที่ได้ไปทำการแสกนด้วยเครื่องแสกนเนอร์ Epson V700 ให้อยู่ในรูปแบบ Tiff file โดยภาพเป็นแบบ Gray scale 16 bit จากนั้นนำภาพที่ได้ไปทำการ quantify band ด้วยโปรแกรม Quantiy One (Biorad, USA)

4) การวัดความเข้มข้นของโปรตีน

วัดความเข้มข้นของโปรตีนด้วยเทคนิค Lowry โดยแต่ละตัวอย่างทำการวัด 2 ซ้ำ นำไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน (standard curve) ที่เจือจางของ Bovine serum albumin (BSA; Sigma, UK) ด้วย 0.1 M NaOH ให้มีความเข้มข้น ระหว่าง 0 – 90 ไมโครกรัม จากนั้นปิเปต 50 ไมโครลิตรของสารละลายมาตรฐาน ตัวอย่างที่เจือจางด้วย 0.1 M NaOH จนมีความเข้มข้นอยู่ในช่วงเดียวกับสารละลายมาตรฐาน และใช้ 0.1 M NaOH เป็น blank ลงในหลุมของไมโครเพลท แล้วเติม solution 1 ลงไป 50 ไมโครลิตร ผสมสารให้เข้ากัน (solution 1 ประกอบด้วย 5 ml of 2%(w/v) Na_2CO_3 in 0.1 M NaOH, 0.5 ml 1%(w/v) $CuSO_4$, 0.5 ml KNaTartate) ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาทีแล้วเติม solution 2 ลงไป 50 ไมโครลิตร ผสมสารให้เข้ากัน (solution 2 ประกอบด้วย 5 ml 0.1 M NaOH, 0.5 ml Folin Ciocalteu reagent) ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 20 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Elisa (Tecan Sunrise, UK) จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของ BSA ไปสร้างกราฟมาตรฐานและคำนวณหาสมการถดถอยเชิงเส้น $Y = aX \pm b$ โดยค่า Y เป็นค่าการดูดกลืนแสงและค่า X เป็นค่าความเข้มข้นของสารละลาย BSA จากนั้นทำการคำนวณหาความเข้มข้นของโปรตีนตัวอย่างโดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้นของกราฟมาตรฐาน

3.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณไกลโคเจน *(ดัดแปลงจาก Adamo and Graham, 1998)*

สารเคมี

1) 8% Perchloric acid

2) saturated Sodium bicarbonate

3) 0.2 M Sodium acetate buffer pH 4.8

4) Amyloglucosidase (Sigma, USA)

5) enzymatic glucose reagent (Thermo Scienctific, Australia)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

วิธีการ

1) การเตรียมตัวอย่าง โดยนำตัวอย่างกล้ามเนื้อ IF LD PM และ SS ที่ระยะเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง หลังสัตว์ตาย มาบดในไนโตรเจนเหลวให้ละเอียด เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณไกลโคเจนในเนื้อ

2) นำตัวอย่างจากข้อ 1 มาชั่ง 0.4 กรัม ใส่หลอดทดลองและเติม 8% Perchloric acid 2 มล ปั่นด้วยเครื่อง Homogenize

3) นำไปปั่นเหวี่ยง ด้วยความเร็ว 12,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที จากการทำการ neutralize โดยการปิเปตเอาส่วนใส ใส่หลอดทดลอง 133 ไมโครลิตร แล้วเติม Sodium bicarbonate และ 0.2 M Sodium acetate จนได้สารละลาย pH 5.2 จากนั้นปิเปตสารละลายนั้นมา 200 ไมโครลิตร นำย่อยด้วย การเติม amyloglucosidase 5 ไมโครลิตร

4) นำไปบ่มที่ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปต้มที่ 100 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 12,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที

5) ปิเปตส่วนใส 40 ไมโครลิตร เติม glucose oxidase 160 ไมโครลิตร ทิ้งไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส 10 นาที แล้วนำไปวัดค่า OD ที่ 550 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง automatic microplate reader (Tecan Sunrise, UK)

3.2.3 วัดขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อ

แช่ตัวอย่างเนื้อที่เก็บประมาณ 2 ชั่วโมงหลังสัตว์ตาย ใน neutral formalin 4% อย่างน้อย 48 ชั่วโมง ในตู้เย็นอุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส สไลด์ตัวอย่างให้หนาประมาณ 1/8 นิ้ว แล้วใส่ตัวอย่างในเครื่องปั่น เติม NaCl 0.9% ลงในเครื่องปั่น ประมาณ 50 mL จากนั้นปั่นตัวอย่างประมาณ 30 วินาที จากนั้นสารละลายที่ปั่นได้หยดลงบนแผ่นสไลด์ นำไปวัดขนาดภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 10x X 15x วัดความกว้างของเส้นใยกล้ามเนื้อทั้งหมด 50 เส้นต่อหนึ่งตัวอย่างด้วยโปรแกรม Dino lite (Taiwan) แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

3.2.4 วัดความยาวซาร์โคเมียร์ด้วยเครื่อง Helium-Neon Laser

1) เตรียม Solution A โดยเติม KCl 7.46 กรัม Boric acid 2.49 กรัม EDTA 1.85 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 700 มิลลิลิตร เติม Glutaraldehyde 25 % 100 มิลลิลิตร ทำการปรับค่า pH 7.1 หลังจากนั้นให้ทำการปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1 ลิตร

2) เตรียม Solution B โดยเติม KCl 1.86 กรัม Boric acid 2.49 กรัม EDTA 1.85 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 700 มิลลิลิตร เติม Glutaraldehyde 25 % 100 มิลลิลิตร ทำการปรับค่า pH ให้ค่า pH = 7.1 หลังจากนั้นให้ทำการปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1 ลิตร

3) นำตัวอย่างเนื้อที่เก็บหลังสัตว์ตายประมาณ 2 9 และ 24 ชั่วโมง มาทำการตัดตัวอย่างละ 3 ชิ้น ชิ้นละประมาณ 0.5 กรัม แช่ใน Solution A 25 มิลลิลิตร เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

4) ย้ายชิ้นเนื้อจาก Solution A มาแช่ใน Solution B 25 มิลลิลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

5) ใช้คีมคีบชิ้นเนื้อมาเล็กน้อยมาวางบนแผ่นกระจกสไลด์ ใช้ช้อนแท่งแก้วขยี้ชิ้นเนื้อให้แตก

6) นำแผ่นกระจกสไลด์ที่เตรียมเสร็จแล้วไปทำการวัดหาความยาวซาร์โคเมียร์ด้วยเครื่อง Helieum-Neon Laser (Reserch eletro-optics, USA) โดยใช้ไม้บรรทัดวัดระยะระหว่างกึ่งกลางของแถบสว่างที่เกิดจากแสงเลเซอร์ที่ทะลุผ่านบนแผ่นสไลด์มายังพื้นรองรับภาพในหน่วยวัดเซนติเมตร ทำการวัดตัวอย่างละ 30 ซ้ำ แล้วนำผลที่ได้มาเข้าสมการในการหาหน่วยค่าความยาว ซาร์โคเมียร์ในหน่วยวัดไมโครเมตร (μm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

131014

7) การหาค่าความยาวซาร์โคเมียร์โดยใช้สมการ (ในหน่วยวัด μm)

$$\mu = 0.6328\sqrt{\left(\frac{D}{T}\right)^2 + 1}$$

เมื่อ D = ระยะห่างระหว่างแผ่นสไลด์กับจอรับภาพ

T = $\frac{\text{ค่าความยาวของระหว่างแถบสว่างที่วัดได้}}{2}$

3.2.5 การวิเคราะห์หาความนุ่มของเนื้อ

1) หลังทำการบ่มเนื้อไว้ที่ 1-3 องศาเซลเซียสจนครบ 7 วันแล้ว นำเนื้อไปแช่ไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เมื่อต้องการทำการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อให้นำเนื้อไปทำการละลายน้ำแข็งในห้องเย็นอุณหภูมิ 1-3 องศาเซลเซียสเป็นเวลาประมาณ 12 ชั่วโมง โดยทำการชั่งน้ำหนักก่อนและหลังละลายน้ำแข็งเพื่อนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา จากนั้นทำการตัดชิ้นเนื้อส่วนกล้ามเนื้อใบพาย สันนอก สันใน และสันในเทียม เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดประมาณ 2 x 3 นิ้ว หนา 1 นิ้ว

2) นำก้อนเนื้อบรรจุในถุงสุญญากาศ แล้วนำไปต้มด้วยเครื่อง Water Bath (Memmert WB-14, Germany) ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จนได้อุณหภูมิใจกลางเนื้อเท่ากับ 70 ประมาณ 30 นาที โดยทำการชั่งน้ำหนักก่อนและหลังต้มเพื่อนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการปรุง

3) จากนั้นนำถุงพลาสติกที่บรรจุเนื้อไปทำให้เย็นจนเท่าอุณหภูมิห้องโดยใช้น้ำไหลผ่านถุงพลาสติกที่บรรจุเนื้อประมาณ 2 ชั่วโมง

4) นำเนื้อที่เย็นแล้วมาทำการตัดตามความยาวของเส้นใยกล้ามเนื้อโดยมีขนาดพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางเซนติเมตรและยาวประมาณ 1 นิ้ว แล้วนำไปวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ การโดยตัดขวางตามเส้นใยกล้ามเนื้อด้วยเครื่อง Tensile tester model 101 (Instron, USA)

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS โดยทำการวิเคราะห์ดังนี้

1) วิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการทำงานของเอ็นไซม์ calpains ปริมาณไกลโคเจน ความยาวซาร์โคเมียร์ ขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อ และค่าแรงตัดผ่านเนื้อที่บ่มเนื้อไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 วัน โดยใช้ Proc Mix ซึ่งปัจจัยคงที่ที่ศึกษาคือ ชนิดของกล้ามเนื้อที่มีอยู่ 4 ชนิดคือ IF LD PM และ SS ส่วนปัจจัยสุ่มคือสัตว์แต่ละตัว ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (LSMeans) ของปัจจัยต่างๆ โดยใช้ PDIFF

2) วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่ทำการศึกษา โดยใช้ Pearson correlation ในโปรแกรมสำเร็จรูป SAS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 น้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซาก และเปอร์เซ็นต์ซาก

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้แพะลูกผสมพันธุ์บอร์ เพศผู้ อายุระหว่าง 7 – 10 เดือน นำมาขุนแบบขังรวมกันในคอก โดยให้กินหญ้าสดที่ตัดมาให้เป็นอาหารหยาบแบบเต็มที่ พร้อมทั้งมีการให้กินอาหารข้นแบบเต็มที่ โปรตีน 12 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 3 เดือน ผลปรากฏว่าแพะมีน้ำหนักเข้าฆ่าเฉลี่ย 26.52 ± 3.53 กิโลกรัม มีน้ำหนักซากร้อน 10.82 ± 2.09 กิโลกรัม และมีเปอร์เซ็นต์ซากร้อน 40.56 ± 2.51 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 น้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซาก และเปอร์เซ็นต์ซากของแพะทดลอง

แพะตัวที่	น้ำหนักมีชีวิต(กก.)	น้ำหนักซาก (กก.)	เปอร์เซ็นต์ซาก
1	26.7	10.9	40.82
2	27.8	10.8	38.85
3	29.3	12.4	42.32
4	27.6	10.9	39.49
5	22.2	8.7	39.19
6	21.6	8.5	39.35
7	26.6	10.9	40.98
8	33.3	15.6	46.85
9	27.1	10.7	39.48
10	23	8.8	38.26
ค่าเฉลี่ย	26.52	10.82	40.56
Sd	3.53	2.09	2.51
Cv	13.31	19.32	6.19

4.2 ความยาวซาร์โคเมียร์

ผลการศึกษาเปรียบเทียบความยาวซาร์โคเมียร์ที่ระยะเวลาประมาณ 2 ชั่วโมงหลังสัตว์ตายในกล้ามเนื้อแพะ 4 ชนิด (ตารางที่ 9) พบว่ากล้ามเนื้อสันในมีความยาวซาร์โคเมียร์ 1.98 ไมครอน ซึ่งมากกว่ากล้ามเนื้อชนิดอื่น ($P < 0.01$) รองลงมาคือกล้ามเนื้อสันนอก 1.74 ไมครอน ($P<0.01$) ส่วนกล้ามเนื้อใบพายและสันในเทียมมีความยาวซาร์โคเมียร์สั้นที่สุดคือ 1.65 และ 1.62 ไมครอน ตามลำดับ ความยาวซาร์โคเมียร์วัดภายหลังสัตว์ตาย 9 ชั่วโมง พบว่ามีเฉพาะกล้ามเนื้อสันในเท่านั้นที่ยาวมากกว่ากล้ามเนื้อชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนที่ 24 ชั่วโมงหลังสัตว์ตายพบว่าทุกกล้ามเนื้อมีความยาวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยกล้ามเนื้อสันในยาวที่สุด รองลงมาคือกล้ามเนื้อสันนอก กล้ามเนื้อสันในเทียม และกล้ามเนื้อใบพาย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.90 1.55 1.46 และ 1.36 ไมครอน ตามลำดับ ซึ่งความยาวซาร์โคเมียร์ของสันนอกที่ 24 ชั่วโมงหลังสัตว์จากการศึกษาในครั้ง ค่อนข้างใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Mckeith et al (1979) ที่รายงานว่ากล้ามเนื้อสันนอกแพะที่มีน้ำหนักซากเฉลี่ย 12.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิโลกรัมมีความยาวซาร์โคเมียร์เฉลี่ยเท่ากับ 1.58 ไมครอน เมื่อทำการวัดหลังจากเนื้อถูกแช่ไว้ที่อุณหภูมิ 1 ± 1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมงหลังสัตว์ตาย สอดคล้องกับรายงานของ Kadim et al (2010) ที่ทำการศึกษาในแพะพื้นเมืองของโอมานเพศผู้ พันธุ์บาตินา (batina) และ โดฟารี (dhofari) พบว่ากล้ามเนื้อสันนอกของแพะที่ถูกพักไว้ในคอกพัก 24 ชั่วโมงก่อนฆ่า มีความยาวซาร์โคเมียร์เมื่อทำการวัดที่ 24 ชั่วโมงหลังฆ่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.61 และ 1.59 ไมครอน ตามลำดับ

ตารางที่ 9 ความยาวซาร์โคเมียร์ของกล้ามเนื้อ 4 ชนิด ที่ระยะเวลาต่างกันหลังสัตว์ตาย

Trait	(Lsmans ± SE)				P value
	IF	LD	PM	SS	
Sarcomere length (micron)					
2 h	1.65^{c} ± 0.03	1.74^{b} ± 0.03	1.98^{a} ± 0.03	1.62^{c} ± 0.03	0.0002
9 h	1.57^{b} ± 0.03	1.64^{b} ± 0.03	2.03^{a} ± 0.03	1.65^{b} ± 0.03	<0.0001
24 h	1.36^{d} ± 0.18	1.55^{b} ± 0.18	1.90^{a} ± 0.18	1.46^{c} ± 0.18	<0.0001

4.3 ขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อ

การศึกษาขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อในครั้งนี้วัดจากความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อจำนวน 50 เส้นใยต่อตัวอย่างโดยไม่การแยกชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ พบว่ากล้ามเนื้อแต่ละชนิดมีขนาดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยกล้ามเนื้อสันในเทียมมีขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อใหญ่ที่สุด ตามด้วยกล้ามเนื้อใบพาย กล้ามเนื้อสันนอก และกล้ามเนื้อสันใน ซึ่งความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อเป็น 101.64 97.25 84.39 และ 70.73 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 10) เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของ Kadim et al (2010) ที่รายงานว่ากล้ามเนื้อสันนอกของแพะพื้นเมืองของโอมานพันธุ์บาตินาและพันธุ์โดฟารี มีสัดส่วนของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด fast type IIB ประมาณ 72 เปอร์เซ็นต์ มี fast type IIA ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ชนิด slow type I ประมาณ 18 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าแพะพันธุ์บาตินาและพันธุ์โดฟารีมีเส้นผ่านศูนย์กลางของ type IIA ยาวที่สุดประมาณ 74.5 และ 63.4 ไมครอน ตามลำดับ ส่วน type IIB เป็น 65.1 และ 56.5 ไมครอน ตามลำดับ และ type I เป็น 66.6 และ 55.1 ไมครอน ตามลำดับ ซึ่งจะพบว่าค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางจากเส้นใยกล้ามเนื้อทั้ง 3 ชนิดมีขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อเล็กกว่าในแพะลูกผสมพันธุ์บอร์ที่ทำการศึกษาครั้งนี้ อาจเนื่องมาจากว่าแพะพันธุ์บอร์จัดว่าเป็นแพะพันธุ์เนื้อจึงมีการสร้างกล้ามเนื้อมากกว่าทำให้มีขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อใหญ่กว่าแพะพื้นเมือง

4.4 ปริมาณไกลโคเจน

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าปริมาณไกลโคเจนในกล้ามเนื้อสันนอกมีปริมาณมากที่สุดและมากกว่ากล้ามเนื้อชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) รองลงมาคือกล้ามเนื้อสันในเทียม กล้ามเนื้อใบพาย และกล้ามเนื้อสันใน โดยมีค่าเป็น 11.18 5.90 4.58 และ 2.93 มิลลิกรัมต่อกรัมเนื้อสด ตามลำดับ โดยพบว่ากล้ามเนื้อสันในเทียมมีแนวโน้มที่จะมีปริมาณไกลโคเจนสูงกว่ากล้ามเนื้อสันใน ($P <0.10$) ดังตารางที่ 10

จากผลการศึกษาของ Kadim et al (2010) ที่รายงานว่ากล้ามเนื้อสันนอกของแพะพื้นเมืองของโอมานมีสัดส่วนของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด fast type คือ มี type IIA และ type IIB รวมกันประมาณ 82 เปอร์เซ็นต์ จึงจัดได้ว่ากล้ามเนื้อสันนอกของแพะนั้นเป็น fast fiber ซึ่ง Picard *et al.* (2002) และ Lafaucheur (2006) รายงานว่ากล้ามเนื้อแบบ fast fiber type จะมีการสะสมแหล่งพลังงานสำรองไว้ในรูป

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของไกลโคเจน จึงทำให้มีปริมาณไกลโคเจนสูงกว่า slow fiber type ซึ่งอาจเป็นเหตุผลที่ปริมาณไกลโคเจนของกล้ามเนื้อสันนอกแพะที่ทำการศึกษาในครั้งนี้สูงกว่ากล้ามเนื้อชนิดอื่น เนื่องจากยังไม่มีรายงานผลการศึกษาถึงชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อในแพะมากนัก แต่เมื่อเทียบเคียงจากสัตว์กระเพาะรวมชนิดอื่นเช่น โค ซึ่งมีการศึกษาอย่างกว้างขวาง พบว่ากล้ามเนื้อใบพายของโคมีลักษณะเป็น slow fiber type เพราะว่ามีปริมาณ type I มากที่สุด ในขณะที่กล้ามเนื้อสันในเทียมมีลักษณะเป็น intermediate โดยมีสัดส่วนของเส้นใยกล้ามเนื้อทั้ง 3 ชนิดคือ type I IIA และ IIB ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ส่วนกล้ามเนื้อสันนอกมีลักษณะเป็น fast fiber type เนื่องจากมีปริมาณ type IIA และ IIB มาก ในขณะที่มี type I น้อย (Kirchofer et al., 2002) ซึ่งสอดคล้องกับ จันทร์พร และคณะ (2554) ซึ่งรายงานผลการศึกษาในโคพื้นเมืองไทยพบว่ากล้ามเนื้อสันนอกอาจจัดว่าเป็น fast type เนื่องจากว่ามีปริมาณ myosin heavy chain (MHC) type IIX ซึ่งเป็น fast fiber type มากที่สุด ส่วนกล้ามเนื้อสันในเทียมมี MHCIIX MHCIIA และ MHCI ในปริมาณใกล้เคียงกันจึงจัดว่าเป็น intermediate muscle ส่วนกล้ามเนื้อใบพายมีปริมาณ MHCI มากที่สุดจึงอาจจึงเป็น slow muscle ด้วยเหตุผลอาจเป็นสาเหตุให้กล้ามเนื้อใบพาย สันในเทียม รวมทั้งสันในมีการสะสมไกลโคเจนต่ำกว่ากล้ามเนื้อสันนอก

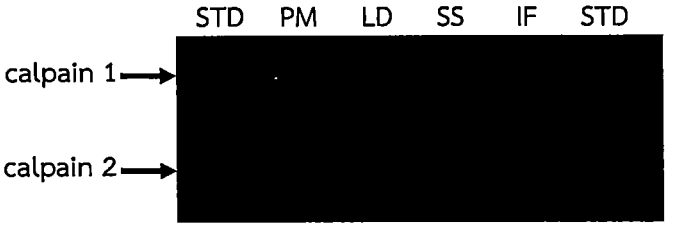
ตารางที่ 10 ขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อ ปริมาณไกลโคเจน และ calpain activity ที่ระยะเวลาประมาณ 2 ชั่วโมงหลังสัตว์ตาย เปรียบเทียบระหว่างกล้ามเนื้อ 4 ชนิด

Trait	Lsmans ± SE				P value
	IF	LD	PM	SS	
Muscle fiber diameter (micron)	97.25^{b} ± 3.79	84.39^{c} ± 3.79	70.73^{d} ± 3.79	101.64^{a} ± 3.79	<0.0001
Glycogen (mg/g wet weight)	4.58^{b} ± 1.32	11.18^{a} ± 1.32	2.93^{b} ± 1.32	5.90^{b} ± 1.32	0.0003
Calpain 1 activity (arbitary unit/ g wet weight)	2.48^{a} ± 0.29	2.34^{a} ± 0.29	1.28^{b} ± 0.29	2.37^{a} ± 0.29	0.017
Calpain 2 activity (arbitary unit/ g wet weight)	1.50 ± 0.16	1.68 ± 0.16	1.45 ± 0.16	1.67 ± 0.16	0.626

4.5 การทำงานของเอ็นไซม์ calpains

ผลการศึกษาการทำงานของเอ็นไซม์ calpains ดังภาพที่ 9 พบว่าอิทธิพลของชนิดกล้ามเนื้อมีผลต่อการทำงานของเอ็นไซม์ calpain 1 แต่ไม่มีผลต่อเอ็นไซม์ calpain 2 โดยพบว่า IF LD และ SS มีระดับของ activity ของเอ็นไซม์ calpain 1 สูงกว่า PM ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 10 แต่อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาของ Gheisari et al (2007) ที่ศึกษาในแพะเพศผู้พันธุ์พื้นเมืองของประเทศอิหร่านพบว่า activity ของเอ็นไซม์ calpain ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกล้ามเนื้อ *Triceps brachii* *Longissimus dorsi* และ *Biceps femoris* ($P > 0.05$) Nagaraj et al (2002) รายงานความแตกต่างของ calpastatin activity ซึ่งเป็น calpain inhibitor ว่ามีความแตกต่างกันระหว่างกล้ามเนื้อต่างชนิดกันซึ่งอาจเป็นผลทำให้กล้ามเนื้อแต่ละชนิดมีอัตราการย่อยสลายตัวของโปรตีนต่างกันเป็นผลทำให้มีความนุ่มแตกต่างกันด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 9 ไซโมแกรมของ activity ของ เอ็นไซม์ calpain 1 และ calpain 2 ของกล้ามเนื้อสันใน (PM) กล้ามเนื้อสันนอก (LD) กล้ามเนื้อสันในเทียม (SS) และกล้ามเนื้อใบพาย (IF) ที่เก็บตัวอย่างทันทีหลังสัตว์ตาย โดยในแต่ละเจลมีตัวอย่างมาตรฐาน (STD) ซึ่งใช้กล้ามเนื้อสันนอกของแพะหมายเลข 3 เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างเจล

4.6 คุณภาพเนื้อ

ผลการทดลองครั้งนี้พบว่าชนิดของกล้ามเนื้อมีอิทธิพลต่อสีเนื้อ โดยพบว่าหลังสัตว์ตายประมาณ 2 ชั่วโมง กล้ามสันในมีค่า a* (redness) สูงที่สุด ($P < 0.01$) ส่วนกล้ามเนื้อสันนอกมีค่า b* (yellowness) และค่า L* (lightness) ต่ำที่สุด ($P < 0.01$) ค่า pH ของกล้ามเนื้อสันนอกและสันในมีค่า ต่ำกว่ากล้ามเนื้อใบพายและสันในเทียม ($P < 0.05$) เมื่อทำการวัดสีเนื้อภายหลังสัตว์ตาย 24 ชั่วโมง พบว่า กล้ามเนื้อสันในมีค่า a* สูงที่สุด ($P < 0.01$) ในขณะที่กล้ามเนื้อสันในเทียมมีค่า L* สูงที่สุด ($P < 0.05$) ส่วนค่า pH และอุณหภูมิไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ระหว่างกล้ามเนื้อแต่ละชนิด (ตารางที่ 11) จากรายงานผลการศึกษาสีของเนื้อแพะนั้นค่อนข้างแปรปรวน ดังผลการศึกษาของ Werdi et al (2004) ที่รายงานว่ากล้ามเนื้อสันนอกของแพะพันธุ์บอร์เพศผู้ น้ำหนักตัว 30 กิโลกรัมมีค่า a* เท่ากับ 15.7 ค่า b* เท่ากับ 3.9 และค่า L* เท่ากับ 42.2 ส่วนค่า pH เท่ากับ 5.7 ที่ 24 ชั่วโมงหลังสัตว์ตาย ในขณะที่ Gadiyaram et al (2008) กล้ามเนื้อสันนอกของแพะลูกผสมพันธุ์บอร์เพศผู้ตอน น้ำหนักเฉลี่ย 35 กิโลกรัม มีค่า a* เท่ากับ 10.5 ค่า b* เท่ากับ 10.1 และค่า L* เท่ากับ 39.5

ตารางที่ 11 สี ค่า pH และอุณภูมิของกล้ามเนื้อแพะ 4 ชนิด

Trait	Lsmans ± SE				
	IF	LD	PM	SS	P value
color $_{2\,h}$					
a*	$10.08^{b} \pm 0.38$	$10.44^{b} \pm 0.38$	$13.22^{a} \pm 0.38$	$11.12^{b} \pm 0.38$	<0.0001
b*	$11.27^{a} \pm 0.34$	$9.37^{b} \pm 0.34$	$11.49^{a} \pm 0.34$	$11.52^{a} \pm 0.34$	<0.0001
L*	$37.63^{a} \pm 0.78$	$31.99^{c} \pm 0.78$	$34.68^{b} \pm 0.78$	$34.95^{b} \pm 0.78$	<0.0001
pH $_{2\,h}$	$6.23^{a} \pm 0.09$	$6.00^{b} \pm 0.09$	$5.96^{b} \pm 0.09$	$6.21^{a} \pm 0.09$	0.014
$T_{2\,h}$	30.31 ± 1.42	28.14 ± 1.42	30.02 ± 1.42	30.05 ± 1.42	0.686
color $_{24\,h}$					
a*	$11.09^{b} \pm 0.56$	$10.76^{b} \pm 0.53$	$12.84^{a} \pm 0.50$	$9.60^{b} \pm 0.53$	0.002
b*	11.44 ± 0.42	10.94 ± 0.41	12.24 ± 0.39	11.48 ± 0.41	0.059
L*	$38.03^{ab} \pm 1.32$	$37.60^{ab} \pm 1.25$	$36.21^{b} \pm 1.20$	$40.64^{a} \pm 1.25$	0.039
pH $_{24\,h}$	6.06 ± 0.10	5.87 ± 0.10	6.04 ± 0.10	6.2 ± 0.10	0.123
$T_{24\,h}$	26.62 ± 0.63	25.36 ± 0.60	26.57 ± 0.60	26.73 ± 0.60	0.314

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหลังการละลายน้ำแข็งของกล้ามเนื้อทั้ง 4 ชนิดไม่ต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ในขณะที่เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงของกล้ามเนื้อสันในเทียมและกล้ามเนื้อสันในซึ่งสูงกว่ากล้ามเนื้อใบพายและกล้ามเนื้อสันนอก ($P < 0.01$) ค่าแรงตัดผ่านเนื้อของกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อสันในเทียมมีค่าสูงกว่ากล้ามเนื้อใบพาย ส่วนกล้ามเนื้อสันในมีค่าต่ำที่สุด ($P < 0.01$) ดังตารางที่ 12

ค่าแรงตัดผ่านเนื้อของกล้ามเนื้อสันนอกแพะลูกผสมพันธุ์บอร์ในครั้งนี้ใกล้เคียงกับ รายงานของ Johnson et al (2010) รายงานว่าเนื้อสันนอกของแพะลูกผสมพันธุ์บอร์เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้าและให้อาหารข้น 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีน้ำหนักเข้าฆ่าเฉลี่ย 39 กิโลกรัม มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อ 3.13 กิโลกรัม ใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Gadiyaram et al (2008) ที่รายงานว่ากล้ามเนื้อสันนอกของแพะลูกผสมพันธุ์บอร์เพศผู้ตอนที่ผ่านการบ่มไว้ที่อุณหภูมิที่ 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อ 3.8 กิโลกรัม ในขณะที่ Werdi et al (2004) พบว่ากล้ามเนื้อสันนอกของแพะพันธุ์บอร์เพศผู้น้ำหนัก 30 กิโลกรัมมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อค่อนข้างสูงคือ 6.91 กิโลกรัม Mckeith et al (1979) รายงานว่ากล้ามเนื้อสันนอกของแพะที่ผ่านการบ่มไว้ 7 วันมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อ 7.6 กิโลกรัม ในประเทศไทยนั้นยังไม่พบว่ามีการศึกษาคุณภาพของเนื้อแพะพันธุ์บอร์แต่พบว่ามีการศึกษาในแพะพันธุ์อื่น ดังรายงานของเฉลิมขวัญ และคณะ (2552) ที่ทำการศึกษาในแพะพื้นเมืองไทย และในแพะลูกผสมพื้นเมืองและแองโกลนูเบียน รายงานว่ากล้ามเนื้อสันนอก และกล้ามเนื้อสะโพก (Bicep femoris) ของแพะเพศผู้ อายุประมาณ 12-13 เดือน น้ำหนักมีชีวิตเฉลี่ย 16 กิโลกรัม ที่ผ่านการเลี้ยงแบบกึ่งขังคอกมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อเป็น 3.05 และ 5.67 กิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับแพะพื้นเมืองไทย และ 2.47 และ 5.32 กิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับแพะลูกผสมพื้นเมืองและแองโกลนูเบียน นอกจากนี้ยังรายงานว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงของเนื้อแพะทั้งสองกลุ่มอยู่ระหว่าง 36 – 39 เปอร์เซ็นต์ แต่ Gadiyaram et al (2008) พบว่ากล้ามเนื้อสันนอกของแพะลูกผสมพันธุ์บอร์เพศผู้ตอนที่ผ่านการบ่มไว้ที่อุณหภูมิที่ 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงค่อนข้างต่ำคือ 15 เปอร์เซ็นต์ Karami et al (2010) รายงานว่ากล้ามเนื้อใบพาย (Infraspinatus) เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วันมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อ 4.57 กิโลกรัม มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา 2.59 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการปรุง 29.3 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 12 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำ และค่าแรงตัดผ่านเนื้อของกล้ามเนื้อแพะ 4 ชนิด หลังผ่านการบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 วัน

Trait	LSMeans ± SE				
	IF	LD	PM	SS	P value
purge loss (%)	8.65 ± 2.05	9.46 ± 1.94	11.16 ± 1.86	13.31 ± 2.05	0.399
cooking loss (%)	24.19^{b} ± 1.20	23.02^{b} ± 1.20	29.41^{a} ± 1.14	31.72^{a} ± 1.37	0.0001
shear force (kg)	3.29^{b} ± 0.22	4.00^{a} ± 0.13	2.60^{c} ± 0.17	4.02^{a} ± 0.18	<0.001

4.7 ความสัมพันธ์ของลักษณะที่ศึกษา

ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของลักษณะที่ศึกษา พบทั้งความสัมพันธ์เชิงบวกและความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในหลายลักษณะที่ศึกษา (ตารางที่ 13) โดยผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อมีสหสัมพันธ์เชิงลบกับความยาวซาร์โคเมียร์ทั้งที่ 2 ชั่วโมง ($r = -0.60$, $P < 0.01$) และที่ 24 ชั่วโมงหลังสัตว์ตาย ($r = -0.43$, $P < 0.01$) รวมทั้งกับค่า a^*_{2h} ($r = -0.38$, $P < 0.05$) และกับค่า a^*_{24h}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

($r = -0.44$, $P < 0.01$) ส่วนความยาวซาร์โคเมียร์นั้นพบว่ามีความสัมพันธ์เชิงลบกับ calpain 1 activity ($r = -0.42$, $P < 0.01$) และกับค่า L^*_{2h} ($r = -0.34$, $P < 0.05$) แต่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความยาวซาร์โคเมียร์ที่ 24 ชั่วโมงหลังสัตว์ตาย ($r = 0.69$, $P < 0.01$) และกับค่า a^*_{2h} ($r = 0.65$, $P < 0.01$) ความยาวซาร์โคเมียร์ที่ 24 ชั่วโมงหลังสัตว์ตาย มีความสัมพันธ์กับ calpain 1 activity ($r = -0.35$, $P < 0.05$) กับค่า a^*_{2h} ($r = 0.47$, $P < 0.01$) และกับค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ($r = -0.48$, $P < 0.01$)

ในการทดลองครั้งนี้ไม่พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตระหว่างขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อกับความนุ่มของเนื้อแต่พบว่าความยาวซาร์โคเมียร์ที่ 24 ชั่วโมงหลังสัตว์ตามมีสหสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับค่าแรงตัดผ่านเนื้อที่บ่มไว้ 7 วัน การศึกษาอิทธิพลของขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อและความยาวซาร์โคเมียร์ต่อความนุ่มของเนื้อในเนื้อแพะยังมีรายงานไม่มากนักแต่พบว่ามีรายงานค่อนข้างมากในเนื้อสัตว์ชนิดอื่น ดังผลการศึกษาในโคลูกผสมพันธุ์ชาร์โลเลส์ ของ Rhee et al (2004) ที่พบว่าความยาวซาร์โคเมียร์มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับคะแนนความนุ่มของเนื้อ ($r= 0.68$, $P<0.01$) แต่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ($r= -0.56$, $P<0.01$) สอดคล้องกับ ทิพยาภรณ์ และคณะ (2555) ที่รายงานว่าความยาวซาร์โคเมียร์มีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่าแรงตัดผ่านเนื้อของกล้ามเนื้อสันในเทียมของโคพื้นเมืองไทยที่ผ่านการบ่มไว้ 7 วัน ($r= -0.67$, $P<0.01$) และยังพบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อสันนอกมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ($r= 0.68$, $P<0.01$) อีกด้วย

สำหรับการทำงานของเอ็นไซม์ calpain ในเนื้อแพะที่ศึกษาครั้งนี้นั้น พบว่า calpain 1 activity และ calpain 2 activity มีสหสัมพันธ์เชิงบวกต่อกัน ($r = 0.57$, $P < 0.01$) นอกจากนี้ยังพบสหสัมพันธ์เชิงบวกระหว่าง calpain 2 activity กับ ปริมาณไกลโคเจน ($r = 0.42$, $P < 0.01$) แต่ผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าทั้ง calpain 1 และ calpain 2 activity มีความสัมพันธ์กับค่าแรงตัดผ่านเนื้ออย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ที่ต่ำมากคือ $r = 0.18$ และ $r = 0.04$ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Gheisari et al (2007) ที่ทำการศึกษาในแพะพื้นเมืองของอิหร่าน โดยรายงานว่าค่าแรงตัดผ่านเนื้อและ calpain activity มีความสัมพันธ์เชิงลบต่อกัน ($r = -0.81$) แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

การศึกษาครั้งนี้พบว่าปริมาณไกลโคเจนมีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับค่า pH_{2h} ($r = 0.33$, $P < 0.05$) แต่มีสหสัมพันธ์เชิงลบกับค่า pH_{24h} ($r = -0.39$, $P < 0.05$) ซึ่งอาจแสดงให้เห็นว่าปริมาณไกลโคเจนที่ 2 ชั่วโมงหลังสัตว์ตายยังไม่มีการสลายตัวจึงเหลืออยู่ในเนื้อมากนั้นมีผลทำให้ปริมาณกรดแลคติกในเนื้อที่ได้จากการสลายไกลโคเจนมีอยู่น้อยจึงทำให้ค่า pH ของเนื้อมีค่าสูง ดังเมื่อวัดปริมาณไกลโคเจนที่ 2 ชั่วโมงหลังสัตว์ตายจึงมีค่าสูงซึ่งสัมพันธ์กับค่า pH ที่สูงด้วย แต่เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมงหลังสัตว์ตายพบว่าปริมาณไกลโคเจนที่ 2 ชั่วโมงมีสหสัมพันธ์เชิงลบกับค่า pH_{24h} อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งแสดงให้เห็นว่าถ้ามีไกลโคเจนในเนื้อมากก็จะมีผลทำให้เมื่อเวลาผ่านไปนานขึ้นจะมีการสะสมกรดแลคติกในเนื้อมากขึ้นจึงทำให้มีค่า pH ของเนื้อต่ำลง นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณไกลโคเจนมีสหสัมพันธ์เชิงลบกับค่า L^*_{2h} ($r = -0.34$, $P < 0.05$) แต่มีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ($r = 0.38$, $P < 0.05$) ผลการศึกษาในครั้งนี้ยังพบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไกลโคเจนกับเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหลังการละลายน้ำแข็ง ($r = -0.35$, $P <0.05$) ซึ่งอาจเนื่องมาจากการที่เนื้อมีปริมาณไกลโคเจนสูงทำให้เกิดการสะสมกรดแลคติกมากจึงไปมีผลทำให้ค่า pH สุดท้าย (ultimate pH) ต่ำ ซึ่งจะทำให้โปรตีนในเนื้อเกิดการเสียสภาพ (denature) จึงสูญเสียน้ำมากในระหว่างการละลายน้ำแข็ง

สีของเนื้อแพะนั้น พบว่าค่า a* มีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่า L* แต่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่า b* ในขณะที่ค่า b* มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับทั้งค่า a* และค่า L* ทั้งที่ 2 ชั่วโมงและที่ 24 ชั่วโมงหลังสัตว์ตาย (ตารางที่ 13) ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างสีเนื้อกับลักษณะที่ศึกษาอื่นนั้นพบว่าค่า a^*_{2h} มีความสัมพันธ์เชิงบวก

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับความยาวซาร์โคเมียร์ที่ 2 ชั่วโมงหลังสัตว์ตาย ($r = 0.47$, $P < 0.01$) และ กับความยาวซาร์โคเมียร์ที่ 24 ชั่วโมงหลังสัตว์ตาย ($r = 0.65$, $P < 0.01$) รวมทั้งกับเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการปรุง ($r = 0.40$, $P < 0.05$) ในขณะที่มีสหสัมพันธ์เชิงลบกับ calpain 1 activity ($r = -0.49$, $P < 0.01$) ส่วน a^*_{24h} มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับเฉพาะความยาวซาร์โคเมียร์ที่ 2 ชั่วโมงหลังสัตว์ตาย ($r = 0.34$, $P < 0.05$) ในขณะที่ค่า L^*_{2h} มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความยาวซาร์โคเมียร์ที่ 2 ชั่วโมงหลังสัตว์ตาย ($r = -0.34$, $P < 0.05$) การศึกษาในครั้งนี้พบความสัมพันธ์ระหว่าง pH_{2h} กับ T_{24h} ($r = 0.37$, $P < 0.05$) และระหว่าง pH_{24h} กับ calpain 2 activity ($r = -0.35$, $P < 0.05$)

ค่าแรงตัดผ่านเนื้อซึ่งเป็นค่าที่ใช้ในการวัดความนุ่มเนื้อ ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าค่าแรงตัดผ่านเนื้อมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณไกลโคเจน ($r = 0.38$, $P < 0.05$) และค่า pH_{2h} ($r = 0.35$, $P < 0.05$) ในขณะมีความสัมพันธ์เชิงลบกับความยาวซาร์โคเมียร์ที่ 24 ชั่วโมงหลังสัตว์ตาย ($r = -0.48$, $P < 0.01$) กับอุณหภูมิ ($r = -0.33$, $P < 0.05$) และกับ pH_{24h} ($r = -0.32$, $P < 0.05$) ส่วนลักษณะที่ศึกษาอื่นๆ นั้นไม่พบว่ามีความสัมพันธ์กับความนุ่มของเนื้อแพะในการศึกษาครั้งนี้ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความนุ่มของเนื้อแพะที่เคยมีการศึกษามาแล้ว เช่น การศึกษาของ Arguello et al (2005) ที่ได้ทำการศึกษาในลูกแพะเพศผู้พันธุ์ Majorera ของสเปน ที่มีน้ำหนักตัวระหว่าง 6 – 10 กิโลกรัม พบว่าค่าแรงตัดผ่านเนื้อมีความสัมพันธ์เชิงลบกับความสามารถในการจับน้ำของเนื้อ ($r = -0.433$, $P < 0.01$) แต่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณคอลลาเจน ($r = 0.301$, $P < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่ศึกษาต่างๆ ของเนื้อแพะ

Trait[a]	SL_{2h}	SL_{24h}	cal1	cal2	gly	pH_{2h}	T_{2h}	a^*_{2h}	b^*_{2h}	L^*_{2h}	pH_{24h}	T_{24h}	a^*_{24h}	b^*_{24h}	L^*_{24h}	PL	CL	SF
diameter	-0.60**	-0.43**	0.26	0.08	-0.06	0.13	0.06	-0.38*	0.03	0.15	0.10	0.13	-0.44**	-0.32	0.11	-0.30	-0.14	0.11
SL_{2h}		0.69**	-0.42**	-0.04	0.09	-0.17	0.09	0.65**	0.13	-0.34*	0.01	-0.27	0.34*	0.15	-0.14	-0.19	0.32	-0.18
SL_{24h}			-0.35*	0.05	-0.04	-0.26	0.16	0.47**	0.14	-0.12	0.13	-0.23	0.25	0.14	-0.17	-0.14	0.29	-0.48**
cal1				0.57**	0.21	0.22	-0.23	-0.49**	-0.14	0.23	-0.24	0.24	-0.31	-0.07	0.25	-0.06	-0.06	0.18
cal2					0.42**	0.18	0.01	-0.17	-0.01	0.09	-0.35*	0.23	0.11	0.20	0.03	-0.20	0.18	0.04
gly						0.33*	-0.01	-0.16	-0.23	-0.34*	-0.39*	0.05	-0.20	0.04	0.21	-0.35*	-0.15	0.38*
pH_{2h}							0.05	-0.30	-0.08	-0.08	-0.06	0.37*	-0.14	0.02	0.11	-0.12	0.06	0.35*
T_{2h}								0.10	0.10	0.01	0.19	0.03	-0.01	-0.05	-0.07	-0.14	0.11	-0.33*
a^*_{2h}									0.48**	-0.35*	0.03	-0.07	0.32	0.18	-0.16	-0.11	0.40*	-0.20
b^*_{2h}										0.47**	0.31	0.09	-0.11	0.27	0.21	-0.03	0.29	-0.24
L^*_{2h}											0.24	0.09	-0.15	0.34*	0.32	0.18	-0.06	-0.22
pH_{24h}												-0.43**	-0.31	-0.26	0.06	0.09	-0.34*	-0.32*
T_{24h}													-0.08	-0.09	0.01	0.06	0.04	0.23
a^*_{24h}														0.39*	-0.57**	0.08	0.07	-0.22
b^*_{24h}															0.39*	0.09	0.07	-0.08
L^*_{24h}																0.13	0.16	0.19
PL																	0.14	0.02
CL																		-0.18

[a]diameter = muscle fiber diameter ; SL_{2h} = sarcomere at 2 h post mortem ; SL_{24h} = sarcomere at 24 h post mortem ; cal1 = calpain 1 activity ; cal2 = calpain 2 activity ; gly = glycogen content at 2 h post mortem ; pH_{2h} = pH at 2 h post mortem ; pH_{24h} = pH at 24 h post mortem ; T_{2h} = temperature at 2 h post mortem ; T_{24h} = temperature at 24 h post mortem ; a^*_{2h} = a* value at 2 h post mortem ; a^*_{24h} = a* value at 24 h post mortem ; b^*_{2h} = b* value at 2 h post mortem ; b^*_{24h} = b* value at 24 h post mortem ; L^*_{2h} = L* value at 2 h post mortem ; L^*_{24h} = L* value at 24 h post mortem ; PL = % purge loss ; CL = % cooking loss ; SF = shear force value at 7 day post mortem

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาในแพะลูกผสมพันธุ์บอร์เพศผู้ครั้งนี้ พบว่ากล้ามเนื้อสันในมีซาร์โคเมียร์ยาวที่สุด ขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อแต่ละชนิดแตกต่างกัน โดยกล้ามเนื้อสันในเทียมมีเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อยาวที่สุด รองลงมาคือกล้ามเนื้อใบพาย กล้ามเนื้อสันนอก และกล้ามเนื้อสันในตามลำดับ ปริมาณไกลโคเจนของกล้ามเนื้อสันนอกมีค่าสูงที่สุด กล้ามเนื้อสันในมี calpain 1 activity ต่ำที่สุด แต่ไม่พบความแตกต่างใน calpain 2 activity กล้ามเนื้อสันในมีสีแดงเข้มที่สุดเพราะมีค่า a* สูงที่สุด กล้ามเนื้อใบพายมีค่า L^*_{2h} สูงที่สุด ในขณะที่กล้ามเนื้อสันนอกมีค่า L^*_{2h} และ b^*_{2h} ต่ำที่สุด ค่า pH_{2h} ของกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อสันใน มีค่าต่ำกว่ากล้ามเนื้อใบพายและกล้ามเนื้อสันในเทียม เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงของกล้ามเนื้อใบพายและกล้ามเนื้อสันนอกมีค่าต่ำกว่ากล้ามเนื้อสันในและกล้ามเนื้อสันในเทียม ค่าแรงตัดผ่านเนื้อของกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อสันในเทียมมีค่าสูงกว่ากล้ามเนื้อใบพาย ในขณะที่กล้ามเนื้อสันในมีค่าต่ำที่สุด

การศึกษาครั้งนี้ พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญระหว่างหลายลักษณะที่ศึกษา โดยพบว่าความยาวซาร์โคเมียร์ที่ 2 ชั่วโมงหลังสัตว์ตายมีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับความยาวซาร์โคเมียร์ที่ 24 ชั่วโมง รวมทั้งกับค่า a* ในขณะที่มีสหสัมพันธ์เชิงลบกับ L^*_{2h} และความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อ เอ็นไซม์ calpain 1 activity มีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับ calpain 2 activity แต่มีสหสัมพันธ์เชิงลบกับความยาวซาร์โคเมียร์ และค่า a^*_{2h} ปริมาณไกลโคเจนมีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับ calpain 2 activity กับค่า pH_{2h} และกับค่าแรงตัดผ่านเนื้อ แต่มีสหสัมพันธ์เชิงลบกับ L_{2h} pH_{24h} และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการละลายน้ำแข็ง สีเนื้อนั้นพบว่าค่า b* มีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับ a* และ L* ในขณะที่ a* และ L* มีสหสัมพันธ์เชิงลบต่อกัน ค่าแรงตัดผ่านเนื้อมีสหสัมพันธ์เชิงลบกับความยาวซาร์โคเมียร์ที่ 24 ชั่วโมง อุณหภูมิที่ 2 ชั่วโมงหลังสัตว์ตาย และ pH_{24h} แต่มีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณไกลโคเจน และ pH_{2h}

โดยสรุปแล้วชนิดของกล้ามเนื้อของแพะที่ศึกษาในครั้งนี้มีอิทธิพลต่อความยาวซาร์โคเมียร์ ขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อ ปริมาณไกลโคเจน และ calpain 1 activity นอกจากนี้ยังพบว่ากล้ามเนื้อต่างชนิดกันมีคุณภาพเนื้อต่างกัน โดยพบว่ามีสีเนื้อ ค่า pH เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการปรุง และค่าแรงตัดผ่านเนื้อที่แตกต่างกัน รวมทั้งพบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่างๆ ที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ด้วย โดยพบว่าปริมาณไกลโคเจนมีความสัมพันธ์กับการทำงานของ calpain 2 ค่า pH สีเนื้อ การสูญเสียน้ำ รวมทั้งค่าแรงตัดผ่านเนื้อ นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงตัดผ่านเนื้อกับความยาวซาร์โคเมียร์ อุณหภูมิของเนื้อ ค่า pH รวมทั้งกับปริมาณไกลโคเจนด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งต่อไปควรที่จะมีการศึกษาลักษณะอื่นๆ ที่อาจมีอิทธิพลต่อคุณภาพเนื้อแพะ เช่น ปริมาณของคอลลาเจน เป็นต้น รวมทั้งควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพเนื้อแพะด้วย เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการนำไปปรับปรุงคุณภาพเนื้อแพะในประเทศไทยต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมปศุสัตว์. สถิติแพะในประเทศไทยรายภาค. [Online]. เข้าถึงได้จาก: ศูนย์สารสนเทศและข้อมูลสถิติกรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2553.

กรมปศุสัตว์. สถิติแพะในประเทศไทยรายภาค. [Online]. เข้าถึงได้จาก: ศูนย์สารสนเทศและข้อมูลสถิติกรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2554.

จันทร์พร เจ้าทรัพย์ จุฑารัตน์ เศรษฐกุล นวลพรรณ งามยี่สุ่น และ ปิยะดา ทวิชศรี. 2554. ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อและความสัมพันธ์ต่อคุณภาพเนื้อโคพื้นเมืองไทย. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

เฉลิมขวัญ สุขเนียม, ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ และ เสาวคนธ์ วัฒนจันทร์. 2552. ผลของพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อ. ว. วิทย์เทคโน มมส 28(4) : 424-433.

ไชยวรรณ วัฒนจันทร์. 2551. บทสังเคราะห์เรื่องการเลี้ยงแพะของประเทศไทยและของภาคใต้ [แพะที่ไม่ใช่ (คนเลี้ยง) แพะรับบาป]. เอกสารนำเสนอในการประชุมสัมมนา เรื่อง "เชื่อมโยงงานวิจัยเพื่อรับใช้การพัฒนาจังหวัด : ความท้าทายที่สตูล". ณ โรงเรียนอนุบาลรุ่งทิพย์ อ.เมือง จ.สตูล. วันที่ 21 กรกฎาคม 2551.

ทิพยาภรณ์ กุสี รณชัย สิทธิไกรพงษ์ จันทร์พร เจ้าทรัพย์ และ จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2555. ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวซาร์โคเมียร์และขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อกับความนุ่มของเนื้อโคพื้นเมืองไทยจากจังหวัดอุบลราชธานี. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีเนื้อสัตว์ ครั้งที่ 3/2554.

สาธิต เขาไข่แก้ว, ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ และ วันวิศาข์ งามผ่องใส. 2553. ผลของพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต ลักษณะซาก ต้นทุนการเลี้ยง และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ. ว วิทย เทคโน มมส 29(1) : 32-43.

Arguello A., Castro N., Capote J., and Solomon M. 2005. Effects of diet and live weight at slaughter on kid meat quality. Meat Sci. 70, 173-179.

Arther, J.S.C., and Mykles, L. 2000. Calpain Zymography with casein or fluorescein isothiocyanate casein. In Calpain methods and protocols. Edited by J. S. ELce. Humana Press Inc., Totowa, NJ. 343 p.

Beserra, F. J., Madruga, M. S., Leite, A. M., Silva, E. M., & Maia, E. L. 2004. Effect of age at slaughter on chemical composition of meat from Moxotó goats and their crosses. Small Rumin. Res. 55 : 177–181.

Boehm, M.L., Kendall, T.L., Thompson, V.F., and Goll, D.E. 1998. Changes in the calpains and calpastatin during postmortem storage of bovine muscle. J. Anim. Sci. 76, 2415–2434

Camou, J.P., Marchello, J.A., Thompson, V.F., Mares, S.W., and Goll, D.E. 2007. Effect of post-mortem storage on activity of μ- and m-calpain in five bovine muscles, J. Anim. Sci. 85 : 2670–2681.

Casey N.H. 1992. Goat meat in human nutrition. In V International Conference on Goats, March 1992. p. 581-598.

Chaosap C. 2010. The Effect of Compensatory Growth on Performance and Muscle Biochemistry in Pigs. Thesis present to The University of Nottingham.

Gheisari, H. R., Shekarforoush, S.S. and Aminlari, M. 2007. Comparative studies on calpain activity of different muscles of cattle, camel, sheep and goat. Iranian J. of Vet. Res. 8(20) Retrieved January, 1, 2011, from http://www.sid.ir/en/VEWSSID/J_pdf/102320070305.pdf

Gadiyaram, K.M., Kannan, G., Pringle, T.D., Kouakou, B., McMillin, K.W., and Park Y.W. 2008. Effects of postmortem carcass electrical stimulation on goat meat quality characteristics. Small Rumin. Res. 78 : 106-114.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Higgins, J.A., Lasslett, Y.V., Bardsley, R.G. and Buttery, P.J. 1988. The relation between dietary restriction or clenbuterol (a selective β2 agonist) treatment on muscle growth and calpain proteinase(EC 3.4.22.17) and calpastatin activities in lambs. Brit.J.Nutr. 60 : 645-652.

Jeacocke, R. E. 1993. The concentrations of free magnesium and free calcium ions both increase in skeletal muscle fibres entering rigor mortis. Meat Sci. 35(1), 27–45.

Johnson, C.R., Doyle, S.P., and Long, R.S. 2010. Effect of Feeding System on Meat Goat Growth Performance and Carcass Traits. Sheep and Goat Research J. Retrieved January, 1, 2011, from http://www.sheepusa.org/user_files/file_855.pdf.

Kadim, I.T., Mahgoub, O., Al-Marzooqi, W., Khalaf, S., Al-Sinawi, S.S., Al-Amri, I. 2010. Effects of transportation during the hot season, breed and electrical stimulation on histochemical and meat quality characteristics of goat longissimus muscle. Anim Sci J. 81(3) : 352-61.

Karami , M., Alimon , A.R., Sazili A.Q., and Goh Y.M. 2010. Meat Quality and Lipid Oxidation of Infraspinatus Muscle and Blood Plasma of Goats under Dietary Supplementation of Herbal Antioxidants. J. Anim.Vet. Adv. 9 (24) : 3039-3047.

Kirchofer, K. S., C. R. Calkins and B. L. Gwartney. 2002. Fiber-type composition of muscle of the beef chuck and round. J. Anim. Sci. 80:2872-2878.

Lefaucheur, L. 2006. Myofibre typing and its relationships to growth performance and meat quality. Arch. Tierz., Dummerstorf 49 Special Issue : 4-17.

McKeith, F. K., Savell, J. W., Smith, G. C., Dutson, T. R. and Shelton M. 1979. Palatability of goat meat from carcasses electrically stimulated at four different stages during the slaughter-dressing sequence. J. Anim. Sci. 49 : 973-978.

Nagaraj, N. S., K. R. Anilakumar, and K. Santhanam. 2002. Changes in the calpain-calpastatin and cathepsin (B, B+L, H and D) during postmortem storage of goat muscles. J. Food Biochem. 26:75–89.

Park, Y. W., M. A. Kouassi, and K. B. Chin. 1991. Moisture, total fat and cholesterol in goat organ and muscle meat. J. Food Sci. 56(5):1191-1193.

Picard, B., Lefaucheur, L., Berri, C., and Duclos, M. J. 2002. Muscle fibre ontogenesis in farm animal species. Reprod Nutr Dev. 42: 415-431.

Pralomkarn W, Ngampongsai W, Kochapakdee S, Lawpetchara A. 1995. Effect of age and sex on body composition of Thai native and cross-bred goat. Asian-Australasian. J. Anim. Sci. 32:255-61.

Rhee, M.S., T.L. Wheeler, S. D. Shackelford and M. Koohmaraie. 2001. Variation in palatability and biochemical traits within and among eleven beef muscles. J. Anim. Sci. 82:534-550.

Sensky, P.L., Parr, T., Lockley, A.K., Bardsley, R.G., Buttery, P.J., Wood, J.D., and Warkup, C. 1999. Altered calpain levels in longissimus muscle from normal pigs and heterozygotes with the ryanodine receptor mutation. J. Anim. Sci. 77 : 2956–2964.

te Pas, M.F., Visscher, A.H., and de Greef, K.H. 2004. Molecular genetic and physiologic background of the growth hormone-IGF-I axis in relation to breeding for growth rate and leanness in pigs. Domest. Anim. Endocrinol. 27: 287-301.

USDA. 2004. Nutrient database for standard reference, release 14. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.

USDA Nutrient Database for Standard Reference, (2010) Retrieved May, 1, 2011, from http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Veiseth, E., Shackelford, S.D., Wheeler, T.L., and Koohmaraie M. 2001. Effect of postmortem storage on -calpain and m-calpain in ovine skeletal muscle. J. Anim. Sci. 79 : 1502–1508.

Warriss, P.D. 2000. Meat Science: An Introductory Text. CAB International, Wallingford, UK.

Werdi Pratiwi,N. M., Murray, P. J. and Taylor, D. G. 2004. Meat quality of entire and castrated male Boer goats raised under Australian conditions and slaughtered at different weights: physical characteristics, shear force values and eating quality profiles. Anim. Sci. 79:213-219.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัตินักวิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) ผศ. จันทร์พร เจ้าทรัพย์
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Assist. Prof. Chanporn Chaosap
หน่วยงาน สาขาวิชาครุศาสตร์เกษตร คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เลขที่ 1 ถนน ฉลองกรุง แขวงลำปลาทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 โทรศัพท์ 02-3298000-99 ต่อ 3699 โทรสาร 02-3264496-8 ต่อ 104
E-mail kcchanpo@kmitl.ac.th

ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชา/วิชาเอก	ชื่อสถาบันการศึกษาและประเทศ
2535	ตรี	วทบ. / วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)	สัตวบาล	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประเทศไทย
2538	โท	วทม. / วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การผลิตสัตว์)	วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประเทศไทย
2553	เอก	PhD / Doctor of Philosophy (Animal Science)	Animal Production	Nottingham university ประเทศอังกฤษ

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ อาหารสัตว์

ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษาและทุนวิจัย	สถานที่ให้
2549 -2553	ทุนพัฒนาอาจารย์ สาขาขาดแคลน	สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
2549	ทุนวิจัยเงินรายได้ เรื่อง การศึกษาคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของไก่พื้นเมืองและไก่กระทง	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
2549	ทุนวิจัยเงินรายได้ เรื่อง การศึกษาคุณภาพเนื้อสุกรพื้นเมืองของไทย สุกรป่า และสุกรลูกผสมสายพันธุ์ยุโรป	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
2554	ทุนวิจัย เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ เอนไซม์ calpains และคุณภาพเนื้อโคพื้นเมืองไทย	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
2554	ทุนวิจัยเงินรายได้ เรื่อง การศึกษาการทำงานของเอ็นไซม์คาลเปนในเนื้อแพะ	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

ผลงานที่ตีพิมพ์ต่างประเทศ

[1] Chaosap C., Parr T., and J. Wiseman. 2011. Effect of compensatory growth on forms of glycogen, postmortem proteolysis, and meat quality in pigs. J Anim. Sci. 89 : 2231-2242.

[2] Chaosap C., Parr T., and J. Wiseman. 2011. Effect of compensatory growth on performance, carcass composition and plasma IGF-1 in grower finisher pigs. Animal. vol. 5 (5) : 749-756.

ผลงานที่ตีพิมพ์ในประเทศ

[1] จันทร์พร เจ้าทรัพย์ และกันยา ตันติวิสุทธิกุล. 2551. การศึกษาคุณภาพเนื้อของไก่พื้นเมืองสายพันธุ์พม่า ไก่กระทง และไก่พื้นเมืองสายพันธุ์ไทย. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 26:1(61-71).

[2] จันทร์พร เจ้าทรัพย์ และ กันยา ตันติวิสุทธิกุล. 2550. การศึกษาคุณภาพเนื้อของไก่กระทง ไก่พื้นเมือง ไก่สีทอง และไก่ตะนาวศรี. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 25:3(1-12).

การนำเสนอผลงานวิชาการ

การนำเสนอผลงานต่างประเทศ

[1] Chaosap C., Parr T., and J. Wiseman. 2009. Effect of compensatory growth in pigs on skeletal muscle protease expression. ICOMST 2009. Copenhagen, Denmark 16-21 August, 2009.

[2] Chaosap C., Parr T., and J. Wiseman. 2009. The effects of restricted feeding and subsequent realimentation on pig carcass composition. ADSA-CSAS-ASAS Annual Meeting 2009. Montreal, Canada 12-16 July 2009.

[3] Chaosap C., Parr T., and J. Wiseman. 2009. Effect of a compensatory growth feeding regime on performance and gross carcass characteristics in growing / finishing pigs. British Society of Animal Science Annual Conference 2009. Southport, UK 30 March - 1 April 2009.

[4] Chaosap C., Parr T., and J. Wiseman. 2009. Effect of a compensatory growth feeding regime on muscle glycogen and meat quality attributes in pigs. British Society of Animal Science Annual Conference 2009. Southport, UK 30 March - 1 April 2009.

[5] Chaosap C., T. Parr and J. Wiseman. 2007. The relationship between different forms of glycogen and muscle type in pigs. Paradigms in Pig Science Proceedings of the 61st Easter School in Agricultural Sciences. Nottingham UK 2 – 5 July 2007.

การนำเสนอผลงานในประเทศ

[1] จันทร์พร เจ้าทรัพย์ และ กันยา ตันติวิสุทธิกุล. 2549. คุณภาพซากและคุณสมบัติบางประการของเนื้อไก่กระทง ไก่พื้นเมือง ไก่สีทอง และไก่ตะนาวศรี. การประชุมวิชาการครั้งที่ 44. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

[2] จันทร์พร เจ้าทรัพย์ และ กันยา ตันติวิสุทธิกุล. 2549. คุณภาพซาก สี และส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อไก่พื้นเมืองสายพันธุ์พม่า ไก่กระทง และไก่พื้นเมืองสายพันธุ์ไทย. การประชุมวิชาการครั้งที่ 44. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

[3] กันยา ตันติวิสุทธิกุล และจันทร์พร เจ้าทรัพย์. 2549. การศึกษาคุณภาพเนื้อสุกรพื้นเมืองของไทย สุกรป่า และสุกรลูกผสมสายพันธุ์ยุโรป. การประชุมวิชาการครั้งที่ 44. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้