องค์ประกอบทางเคมี สมบัติทางกายภาพและโครงสร้างทางจุลภาคของกล้ามเนื้อแพะพื้นเมืองและแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน 50% x พื้นเมือง 50% ที่เลี้ยงภายใต้ระบบที่แตกต่างกัน

Chemical Composition, Physical Properties and Microstructure of Muscles From Thai Native and Crossbred Anglo-Nubian 50% x Thai Native 50% Reared Under Different Systems

เฉลิมขวัญ สุขเนียม

Chalermkwan Suknium

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Animal Science

Prince of Songkla University

2552

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ องค์ประกอบทางเคมี สมบัติทางกายภาพและโครงสร้างทางจุลภาคของกล้ามเนื้อแพะพื้นเมืองและแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน 50% x พื้นเมือง 50% ที่เลี้ยงภายใต้ระบบที่แตกต่างกัน

ผู้เขียน นางสาวเฉลิมขวัญ สุขเนียม

สาขาวิชา สัตวศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยวรรณ วัฒนจันทร์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....

(ดร.เสาวคนธ์ วัฒนจันทร์)

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.วันวิศาข์ งามผ่องใส)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(ดร.พิทยา อดุลยธรรม)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.จุฑารัตน์ เศรษฐกุล)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยวรรณ วัฒนจันทร์)

.....กรรมการ

(ดร.เสาวคนธ์ วัฒนจันทร์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วันวิศาข์ งามผ่องใส)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.เกริกชัย ทองหนู)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ องค์ประกอบทางเคมี สมบัติทางกายภาพและโครงสร้างทางจุลภาคของกล้ามเนื้อแพะพื้นเมืองและแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน 50% x พื้นเมือง 50% ที่เลี้ยงภายใต้ระบบที่แตกต่างกัน

ผู้เขียน นางสาวเฉลิมขวัญ สุขเนียม

สาขาวิชา สัตวศาสตร์

ปีการศึกษา 2552

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของพันธุ์และระบบการเลี้ยงที่มีต่อองค์ประกอบทางเคมี สมบัติทางกายภาพ และโครงสร้างทางจุลภาคของกล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*) กล้ามเนื้อสะโพก *Biceps femoris* และกล้ามเนื้อไหล่ *Triceps brachii* ของแพะพื้นเมืองและแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน 50% x พื้นเมือง 50% เพศผู้ โดยใช้แพะพันธุ์ละ 20 ตัว มีอายุประมาณ 12-13 เดือน มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยเท่ากับ 15.98±1.85 กิโลกรัม เข้าศึกษาเป็นเวลา 180 วัน โดยสุ่มแพะทั้งสองพันธุ์เข้าเลี้ยงในระบบการเลี้ยง 2 ระบบ ตามวิธีการ 2 x 2 แฟคตอเรียล ในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด กำหนดให้ระบบการเลี้ยงแรก เป็นระบบการเลี้ยงแพะแบบประณีต ซึ่งแพะถูกเลี้ยงภายในโรงเรือน ตัดหญ้าพลิแคททูลั่มสด (*Paspalum plicatulum*) ให้แพะกินอย่างเต็มที่ และเสริมด้วยอาหารข้นในปริมาณ 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ส่วนระบบการเลี้ยงแบบที่สอง เป็นการเลี้ยงแพะแบบกึ่งประณีตซึ่งแพะถูกปล่อยให้เล็มกินหญ้าพลิแคททูลั่มในแปลงเป็นเวลาประมาณ 8 ชั่วโมง/วัน และเสริมด้วยอาหารข้นในปริมาณ 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว เมื่อสิ้นสุดระยะการเลี้ยงจึงสุ่มแพะเข้าฆ่าทุกกลุ่มๆ ละ 6 ตัว มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยเท่ากับ 27.93±3.58 กิโลกรัม ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีพบว่า กล้ามเนื้อสันนอกของแพะพื้นเมืองมีเปอร์เซ็นต์ไขมันต่ำกว่าแพะลูกผสม (0.90 เปรียบเทียบกับ 1.35 เปอร์เซ็นต์; $P<0.05$) เมื่อพิจารณาถึงความแตกต่างของระบบการเลี้ยงพบว่า กล้ามเนื้อสันนอกของแพะที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงกว่า (23.04 เปรียบเทียบกับ 22.07 เปอร์เซ็นต์; $P<0.05$) แต่มีปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ต่ำกว่ากล้ามเนื้อสันนอกของแพะที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบประณีต (28.63 เปรียบเทียบกับ 33.18 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณคอลลาเจนทั้งหมด; $P<0.05$) สำหรับปริมาณคอเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อสันนอกของแพะพบว่า กล้ามเนื้อของแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตมีปริมาณคอเลสเตอรอลสูงกว่ากล้ามเนื้อของแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบประณีต (27.17 เปรียบเทียบกับ 26.77 มิลลิกรัม/กรัมเนื้อ)

ขณะที่กล้ามเนื้อของแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบประณีตมีปริมาณคอเลสเตอรอลสูงกว่ากล้ามเนื้อของแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีต (35.82 เปรียบเทียบกับ 27.79 มิลลิกรัม/กรัมเนื้อ) (P<0.01) สำหรับปริมาณกรดไขมันพบว่า กล้ามเนื้อสันนอกของแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบประณีตมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (16.45 เปอร์เซ็นต์) และอัตราส่วนระหว่างกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนต่อกรดไขมันอิ่มตัว (0.37) สูงกว่ากล้ามเนื้อสันนอกของแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีต (10.67 เปอร์เซ็นต์ และ 0.25 ตามลำดับ) และในกล้ามเนื้อสันนอกของแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบประณีตมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (12.28 เปอร์เซ็นต์) และอัตราส่วนระหว่างกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนต่อกรดไขมันอิ่มตัวสูงกว่า (0.29) กล้ามเนื้อของแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีต (9.54 เปอร์เซ็นต์ และ 0.23 ตามลำดับ) (P<0.01) สำหรับสมบัติทางกายภาพพบว่า ความแตกต่างของพันธุ์แพะและระบบการเลี้ยงไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่เวลา 0 และ 24 ชั่วโมงหลังฆ่า ค่าสีของเนื้อและค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อนของกล้ามเนื้อสันนอก กล้ามเนื้อสะโพก *Biceps femoris* และกล้ามเนื้อไหล่ *Triceps brachii* (P>0.05) ขณะที่กล้ามเนื้อสันนอกของแพะพื้นเมืองมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อสูงกว่ากล้ามเนื้อสันนอกของแพะลูกผสม (2.95 เปรียบเทียบกับ 2.45 กิโลกรัม; P<0.05) รวมทั้งยังมีความหนาของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นเพอริไมเซียมสูงกว่ากล้ามเนื้อสันนอกของแพะลูกผสม (P<0.01)

สำหรับกล้ามเนื้อสะโพก *Biceps femoris* พบว่ากล้ามเนื้อของแพะพื้นเมืองมีเปอร์เซ็นต์ความชื้น (76.20 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่ากล้ามเนื้อของแพะลูกผสม (75.14 เปอร์เซ็นต์) (P<0.05) แต่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีน (21.36 เปรียบเทียบกับ 22.51 เปอร์เซ็นต์; P<0.01) ปริมาณคอลลาเจนทั้งหมด (7.56 เปรียบเทียบกับ 9.44 มิลลิกรัม/กรัมเนื้อ; P<0.01) และปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ (22.13 เปรียบเทียบกับ 23.92 เปอร์เซ็นต์; P<0.01) ต่ำกว่ากล้ามเนื้อของแพะลูกผสม อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างระหว่างพันธุ์ไม่มีผลทำให้กล้ามเนื้อส่วนนี้มีความหนาของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นเพอริไมเซียมแตกต่างกัน (P>0.05) ขณะที่ความแตกต่างของระบบการเลี้ยงไม่มีผลทำให้กล้ามเนื้อส่วนนี้มีคุณค่าทางโภชนะทั้งหมด (ความชื้น โปรตีน และไขมัน) แตกต่างกัน (P>0.05) แต่ระบบการเลี้ยงมีผลทำให้กล้ามเนื้อของแพะที่เลี้ยงแบบประณีตมีปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้สูงกว่ากล้ามเนื้อของแพะที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีต (24.78 เปรียบเทียบกับ 21.27 เปอร์เซ็นต์; P<0.01) และพบอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยง โดยในกล้ามเนื้อสะโพก *Biceps femoris* ของแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตมีปริมาณคอเลสเตอรอล (27.76 มิลลิกรัม/กรัมเนื้อ) สูงกว่ากล้ามเนื้อแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบประณีต (26.60 มิลลิกรัม/กรัมเนื้อ) สำหรับในกล้ามเนื้อของแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตมีคอเลสเตอรอล (27.24 มิลลิกรัม/กรัมเนื้อ)

สูงกว่าแพะลูกผสมที่ได้จากการเลี้ยงแบบประณีต (25.29 มิลลิกรัม/กรัม) ตามลำดับ (P<0.01) สำหรับเปอร์เซ็นต์กรดไขมัน พบว่ากล้ามเนื้อของแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบประณีตมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (17.26 เปอร์เซ็นต์) และมีอัตราส่วนระหว่างกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนต่อกรดไขมันอิ่มตัวสูงกว่า (0.38) กล้ามเนื้อของแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีต (13.44 เปอร์เซ็นต์ และ 0.30 ตามลำดับ) และในกล้ามเนื้อของแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบประณีต (12.45 เปอร์เซ็นต์ และ 0.29 ตามลำดับ) ก็มีค่าสูงกว่ากล้ามเนื้อของแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีต (11.70 เปอร์เซ็นต์และ 0.28 ตามลำดับ) (P<0.01)

กล้ามเนื้อไหล่ *Triceps brachii* พบว่าความแตกต่างระหว่างพันธุ์ไม่มีผลทำให้กล้ามเนื้อของแพะทั้งสองพันธุ์มีองค์ประกอบทางเคมี (ความชื้น โปรตีน ไขมัน และปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้) แตกต่างกัน (P>0.05) แต่กล้ามเนื้อของแพะพื้นเมืองมีความหนาของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นเพอริไมเซียมมากกว่ากล้ามเนื้อของแพะลูกผสม (P<0.01) สำหรับความแตกต่างของระบบการเลี้ยงพบว่า กล้ามเนื้อของแพะที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบประณีตมีเปอร์เซ็นต์โปรตีน (20.28 เปอร์เซ็นต์) ต่ำกว่ากล้ามเนื้อของแพะที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบกึ่งประณีต (21.88 เปอร์เซ็นต์) (P<0.05) และมีปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ (26.03 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่ากล้ามเนื้อของแพะที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบกึ่งประณีต (22.77 เปอร์เซ็นต์) (P<0.01) ทั้งนี้กล้ามเนื้อส่วนนี้ของแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตมีปริมาณคอเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อ (30.15 มิลลิกรัม/100 กรัม) สูงกว่ากล้ามเนื้อของแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบประณีต (24.65 มิลลิกรัม/100 กรัม) กล้ามเนื้อของแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีต (26.71 มิลลิกรัม/100 กรัม) และกล้ามเนื้อของแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบประณีต (25.57 มิลลิกรัม/100 กรัม) (P<0.01) นอกจากนี้ยังพบว่า ในกล้ามเนื้อไหล่ *Triceps brachii* ของแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบประณีตมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงซ้อน (17.68 เปอร์เซ็นต์) และอัตราส่วนระหว่างกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนต่อกรดไขมันอิ่มตัว (0.39) สูงกว่ากล้ามเนื้อของแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีต (14.62 เปอร์เซ็นต์ และ 0.34 ตามลำดับ) สำหรับแพะลูกผสมที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบประณีตมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงซ้อน (18.55 เปอร์เซ็นต์) และอัตราส่วนระหว่างกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนต่อกรดไขมันอิ่มตัวในกล้ามเนื้อ (0.45) สูงกว่ากล้ามเนื้อของแพะลูกผสมที่ได้จากการเลี้ยงแบบกึ่งประณีต (14.11 เปอร์เซ็นต์ และ 0.34 ตามลำดับ) (P<0.01)

Thesis Title	Chemical Composition, Physical Properties and Microstructure of Muscles From Thai Native and Crossbred Anglo-Nubian 50% x Thai Native 50% Reared Under Different Systems
Author	Miss Chalermkwan Suknium
Major Program	Animal Science
Academic Year	2009

ABSTRACT

An experiment was conducted to determine the effect of breeds and rearing systems on the chemical, physical and microsturcture of loin (*Longissimus dorsi), Biceps femoris* and *Triceps brachii* of Thai native (TN) and crossbred Anglo-Nubian 50% x Thai native 50% (ATN) male goats. Twenty of each TN and ATN goats at about 12-13 months old and weighing on average 15.98±1.85 kg of live weight (LW) were used as a study sample for 180 days. Goats were randomly assigned to two rearing systems (intensive and semi-intensive systems) in a 2 x 2 factorial in a completely randomized design. For intensive rearing system, goats were kept in a pen and fed *ad libitum* plicatulum grass (*Paspalum plicatulum*) plus 1.5% LW concentrate supplementation per day whilst a semi-intensive system was allowed goats to graze in a plicatulum pasture for 8 hrs/d plus 1.5% LW concentrate supplementation per day. At the end of experimental period, six goats were randomly selected to slaughter of each group weighing on average 27.93±3.58 kg. In terms of muscle chemical composition, loin from the TN goat contained lower fat percentage than the ATN goat (0.90 vs. 1.35 %; $P<0.05$). Loin from the goats reared under semi-intensive system achieved higher protein percentage (23.04 vs. 22.07 %; $P<0.05$) but lower soluble collagen contents than those reared under intensive system (28.63 vs. 33.18 mg/g muscle; $P<0.05$). In terms of cholesterol contents, loin from the TN goat reared under semi-intensive had higher cholesterol contents than the TN goat reared under intensive system (27.17 vs. 26.77 mg/g muscle) but loin from the ATN goat reared under intensive system had higher cholesterol contents than those ATN goat reared under semi-intensive system (35.82 vs. 27.79 mg/g muscle) ($P<0.01$). Loin from the TN goat reared under intensive system contained

higher polyunsaturated fatty acid (16.45 %) and PUFA/SFA ratio (0.37) followed by the TN goat reared under semi-intensive (10.67 % and 0.25, respectively). In addition, muscle from the ATN goat reared under intensive system had higher polyunsaturated fatty acid (12.28 %) and PUFA/SFA ratio (0.29) than those the ATN goat reared under semi-intensive system (9.54 % and 0.23, respectively) ($P<0.01$). In terms of physical properties of muscle, breeds and rearing systems had no effect on pH_0 and pH_{24}, colour and cooking loss percentage of the loin, *Biceps femoris* and *Triceps brachii* ($P>0.05$). The TN goat showed significantly higher shear force value of loin (2.95 vs. 2.45 kg; $P<0.05$) than those of the ATN goat. From this study, loin from the TN goat had more thickness of perimysium than the ATN ($P<0.01$).

For the *Biceps femoris*, the TN goat had higher moisture (76.20 vs. 75.14 %; $P<0.05$) but contained lower protein (21.36 vs. 22.51 %; $P<0.01$) total collagen (7.56 vs. 9.44 mg/g muscle; $P<0.01$) and soluble collagen contents (22.13 vs. 23.92 %; $P<0.01$) than the ATN. Nevertheless, breeds did not show any effects on perimysium thickness ($P>0.05$). The rearing systems neither intensive nor semi-intensive had no effects on proximate composition of *Biceps femoris* ($P>0.05$). Goat reared under the intensive system had higher soluble collagen content (24.78 vs. 21.27 mg/g muscle; $P<0.01$) than those reared under the semi-intensive system. The study indicated an interaction of breeds and rearing systems on cholesterol and fatty acid contents accumulated in the *Biceps femoris.* From the results, muscle from the TN goat reared under semi-intensive system had higher cholesterol content (27.76 mg/g muscle) than the TN goat reared under intensive (26.60 mg/g muscle) and muscle from the ATN goat reared under semi-intensive had highest cholesterol content (27.24 mg/g muscle) followed by the ATN goat reared under intensive system (25.29 mg/g muscle) ($P<0.01$). Regarding fatty acid content, muscle from the TN goat reared under intensive system had highest polyunsaturated fatty acid content (17.26 %) and PUFA/SFA ratio (0.38) than muscle from TN goat reared under semi-intensive system (13.44 % and 0.30, respectively) while muscle from the ATN goat reared under the intensive system had highest polyunsaturated fatty acid content and PUFA/SFA ratio (12.45 % and 0.29, respectively) than muscle from the ATN goat reared under the semi-intensive system (11.70 % and 0.28, respectively) ($P<0.01$).

In terms of *Triceps brachii*, breeds had no effects on proximate composition (moisture, protein, fat and ash) and soluble collagen content ($P>0.05$) However, muscle from TN goat had thicker size of perimysium than the ATN goat ($P<0.01$). From this study, goat reared under the intensive system had lower protein percentage (20.28 vs. 21.88 %; $P<0.05$) but had higher soluble collagen content (26.03 vs. 22.77 mg/g muscle; $P<0.01$) than those reared under the semi-intensive system. For the cholesterol content, muscle from the TN goat reared under semi-intensive system had higher cholesterol content (30.15 mg/g muscle) than the TN goat reared under intensive (24.65 mg/g muscle) and muscle from the ATN goat reared under semi-intensive had highest cholesterol content (26.71 mg/g muscle) followed by the ATN goat reared under intensive system (25.57 mg/g muscle) ($P<0.01$). The *Triceps brachii* from the TN goat reared under intensive system had highest polyunsaturated fatty acid content (17.68 %) and PUFA/SFA ratio (0.39) followed by TN goat reared under semi-intensive system (14.62 % and 0.34, respectively) and muscle from the ATN goat reared under the intensive system had highest polyunsaturated fatty acid content and PUFA/SFA ratio (18.55 % and 0.45, respectively) followed by ATN goat reared under the semi-intensive system (14.11 % and 0.34, respectively) ($P<0.01$).

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือ และความกรุณา จากคณาจารย์ และบุคคลหลายฝ่าย ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.เสาวคนธ์ วัฒนจันทร์ และรองศาสตราจารย์ ดร.วันวิศาข์ งามผ่องใส กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความรู้ คำปรึกษา และคำแนะนำในระหว่างการดำเนินการทดลองและการเขียนวิทยานิพนธ์ และขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.พิทยา อดุลยธรรม และรองศาสตราจารย์ ดร.จุฑารัตน์ เศรษฐกุล กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ให้คำแนะนำ ตรวจสอบ ปรับปรุง และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ คุณนิทัศน์ สองศรี หัวหน้าสถานีวิจัยและฝึกภาคสนามคลองหอยโข่ง คุณอภิชาติ หล่อเพชร และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัย และพัฒนาสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์แพะทดลอง

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ เจ้าหน้าที่ของห้องปฏิบัติการกายวิภาคศาสตร์ ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ และเจ้าหน้าที่ของห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร ที่ให้ความเอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมือวิเคราะห์ และขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย และโครงการวิจัยผลของพันธุ์และระบบการเลี้ยงต่อสมรรถภาพการเลี้ยงและคุณภาพเนื้อแพะ คณะทรัพยากรธรรมชาติ ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการวิจัย

ขอขอบคุณ นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สาขาสัตวศาสตร์ รุ่นที่ 13 รวมทั้งรุ่นพี่ และรุ่นน้องทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือ ตลอดจนให้คำปรึกษาและคอยให้กำลังใจที่ดีตลอดมา

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และญาติพี่น้องของข้าพเจ้า ที่ให้กำลังใจ และสนับสนุนค่าใช้จ่ายในระหว่างการศึกษาของข้าพเจ้าตลอดมา

ทั้งนี้ คุณประโยชน์ใดๆ อันพึงเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอเป็นเครื่องบูชาพระคุณ บิดา มารดา และคณาจารย์ทุกท่านที่ประสาทวิชาความรู้แก่ข้าพเจ้าตลอดมา

เฉลิมขวัญ สุขเนียม

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(10)
รายการตาราง	(11)
รายการภาพ	(12)
รายการตารางภาคผนวก	(14)
รายการภาพประกอบภาคผนวก	(14)
บทที่	
1. บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	2
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	27
2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	28
วัสดุและอุปกรณ์	28
วิธีการทดลอง	29
3. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	37
4. บทสรุปและข้อเสนอแนะ	69
สรุป	69
ข้อเสนอแนะ	71
เอกสารอ้างอิง	72
ภาคผนวก	84
ก	85
ข	90
ค	91
ประวัติผู้เขียน	93

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ลักษณะทางกายภาพของเนื้อแพะพันธุ์ต่างๆ……	13
2	องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อแพะพันธุ์ต่างๆ……...	18
3	ปริมาณไขมันและคอเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อสัตว์ชนิดต่างๆ…….	22
4	กรดไขมันชนิดต่างๆ ที่พบโดยทั่วไป……..	23
5	ชนิดและปริมาณกรดไขมันในเนื้อแพะพันธุ์ต่างๆ (เปอร์เซ็นต์)……..	25
6	ปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวในเนื้อและไขมันสัตว์ชนิดต่างๆ……..…….....	25
7	สัดส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ในการประกอบสูตรอาหารข้น (as fed basis) สภาพให้สัตว์กินและองค์ประกอบทางเคมี (สภาพน้ำหนักแห้ง)…….	31
8	ผลของพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อองค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อสันนอก กล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* และกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)…….....	41
9	ผลของพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของกล้ามเนื้อสันนอก กล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* และกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)…….	59
10	ผลของพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อความหนาของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นเพอริไมเซียมของกล้ามเนื้อสันนอก กล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* และกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* (ไมโครเมตร) (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)……	67

รายการภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การเปลี่ยนแปลงของค่า pH ในกล้ามเนื้อหลังสัตว์ตาย (DFD = ลักษณะเนื้อมีสีคล้ำ แข็ง และแห้ง, Normal = ลักษณะเนื้อปกติ, PSE = ลักษณะเนื้อมีสีซีด เหลว และไม่คงรูป)……..	11
2	โครงสร้างของไมโอโกลบิล……..	12
3	โครงสร้างของกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันทั้ง 3 ชนิด……...	19
4	สูตรโครงสร้างทางเคมีของคอเลสเตอรอล……	21
5	อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณเถ้าในกล้ามเนื้อสันนอก…….	38
6	อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณเถ้าในกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii*……..	39
7	อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณคอลลาเจนทั้งหมดในกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii*…….	44
8	อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณคอเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อสันนอก…….	46
9	อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณคอเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris*……	47
10	อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณคอเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii*……..	47
11	อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวในกล้ามเนื้อสันนอก……...	49
12	อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวในกล้ามเนื้อสันนอก……..	50
13	อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงเดี่ยวในกล้ามเนื้อสันนอก……..	50
14	อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงซ้อนในกล้ามเนื้อสันนอก…….	51

รายการภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
15	อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่ออัตราส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงซ้อนต่อกรดไขมันอิ่มตัวในกล้ามเนื้อสันนอก……	51
16	อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงเดี่ยวในกล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris*……..	52
17	อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงซ้อนในกล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris*……..	52
18	อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่ออัตราส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงซ้อนต่อกรดไขมันอิ่มตัวในกล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris*……..	53
19	อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวในกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii*……	54
20	อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวในกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii*……...	54
21	อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงเดี่ยวในกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii*……..	55
22	อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงซ้อนในกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii*……..	55
23	อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่ออัตราส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงซ้อนต่อกรดไขมันอิ่มตัวในกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii*……..	56
24	อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อค่าแรงตัดผ่านในกล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris*……	65
25	ลักษณะเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นเพอริไมเซียมในกล้ามเนื้อของแพะ……..	68

รายการตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	ชนิดและปริมาณกรดไขมันในกล้ามเนื้อสันนอก กล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* และกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* ของแพะ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)…….....	91

รายการภาพประกอบภาคผนวก

ภาพภาคผนวกที่		หน้า
1	แพะพื้นเมือง…….	85
2	แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน 50% x พื้นเมือง 50%.....	85
3	ลักษณะการแบ่งแปลงหญ้า……...	86
4	ลักษณะการตัดปรับแปลงหญ้า…….	86
5	ลักษณะการใส่ปุ๋ยเคมี……...	86
6	ลักษณะโรงเรือนสำหรับเลี้ยงแพะแบบประณีต……...	87
7	ลักษณะการเลี้ยงแพะแบบประณีต……...	87
8	ลักษณะโรงเรือนสำหรับเลี้ยงแพะแบบกึ่งประณีต……...	88
9	ลักษณะการเลี้ยงแพะแบบกึ่งประณีต……...	88
10	แพะทดลองก่อนการฆ่……	89
11	ลักษณะซากแพะหลังจากการชำแหละ…….	89

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ปัจจุบันเนื้อแพะจัดเป็นเนื้อสัตว์อีกชนิดหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจจากผู้บริโภค โดยเฉพาะในประเทศแถบเอเชียและแอฟริกา (Dhanda *et al.,* 2003) ทั้งนี้เพราะเป็นเนื้อที่มีปริมาณไขมันต่ำ รวมทั้งยังมีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวต่ำกว่าเนื้อโค เนื้อสุกร และเนื้อไก่ (Addrizzo, 2002; Casey, 1992; Pond and Maner, 1984) ดังนั้น เนื้อแพะจึงถือได้ว่าเป็นเนื้อสัตว์สุขภาพ (healthy meat) รวมทั้งยังเป็นเนื้อสัตว์ที่ผู้บริโภคทุกศาสนาสามารถบริโภคได้ (Casey, 1992; Addrizzo, 2002) สำหรับประเทศไทย กรมปศุสัตว์ (2550) รายงานว่าจำนวนประชากรแพะในรอบสิบปี (พ.ศ. 2541-2550) เพิ่มขึ้นถึง 239.8 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เป็นผลมาจากความต้องการบริโภคเนื้อแพะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ น่าจะมีผลสืบเนื่องมาจากเนื้อแพะเป็นเนื้อสัตว์ที่มีปริมาณไขมันต่ำกว่าเนื้อโคถึง 50-65 เปอร์เซ็นต์ และต่ำกว่าเนื้อแกะ 42-59 เปอร์เซ็นต์ (Addrizzo, 2002) ดังนั้นผู้บริโภคเนื้อแพะจึงมีความเสี่ยงที่จะเป็นโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือดต่ำกว่าการบริโภคเนื้อโค เนื้อสุกร และเนื้อแกะ รวมทั้งยังมีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid) ต่ำกว่าเนื้อโค เนื้อสุกร และเนื้อไก่ และที่สำคัญคือ เนื้อแพะมีปริมาณกรดไขมันสายยาวชนิด omega-6 (ω-6 polyunsaturated fatty acid) ต่ำกว่าเนื้อสัตว์เคี้ยวเอื้องชนิดอื่น นอกจากนี้ เนื้อแพะยังมีปริมาณคอเลสเตอรอลต่ำกว่าเนื้อโค เนื้อสุกร และเนื้อแกะ (Addrizzo, 2002; Dhanda *et al*., 2003; Pond and Maner, 1984) แต่จุดเด่นที่สำคัญที่สุด คือ เนื้อแพะเป็นเนื้อที่ผู้บริโภคทุกศาสนาสามารถบริโภคได้ ซึ่งต่างจากเนื้อสุกรและเนื้อโคที่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับความเชื่อในศาสนาหรือนิกาย (Dhanda *et al*., 2003)

สำหรับการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นการศึกษาเบื้องต้นที่เกี่ยวกับคุณภาพซาก Pralomkarn และคณะ (1994) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการยอมรับเนื้อแพะพื้นเมืองไทย และเนื้อแพะลูกผสมพื้นเมืองไทย x แองโกลนูเบียนโดยพบว่าผู้ตรวจชิมไม่พบความแตกต่างเกี่ยวกับรสชาติ กลิ่น และการยอมรับโดยรวมของเนื้อที่ได้จากแพะพื้นเมืองไทย และแพะลูกผสมพื้นเมืองไทย x แองโกลนูเบียน อย่างไรก็ตาม แม้ว่าเนื้อแพะจะถูกกล่าวอ้างว่าเป็นเนื้อสุขภาพ แต่จากการรวบรวมเอกสารยังตรวจไม่พบรายงานวิจัยในประเทศไทย

ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของเนื้อแพะในเชิงลึกทำให้ขาดข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับเนื้อแพะสำหรับนำมาใช้สนับสนุนและส่งเสริมการบริโภคเนื้อแพะของประเทศไทย รวมทั้งขาดข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาคุณภาพของวัตถุดิบเนื้อแพะเพื่อการแปรรูปในเชิงอุตสาหกรรมอาหารทำให้ต้องอาศัยข้อมูลของต่างประเทศมาอ้างอิง ซึ่งผลอาจจะไม่ตรงกัน ดังนั้นในภาวะปัจจุบันที่การบริโภคเนื้อแพะในประเทศไทยกำลังได้รับความนิยม รวมทั้งยังไม่มีข้อจำกัดที่เกี่ยวข้องกับความเชื่อทางศาสนา ประกอบกับคนที่บริโภคให้ความสำคัญต่อคุณภาพของเนื้อสัตว์ที่ซื้อมาบริโภค และความต้องการเนื้อสัตว์คุณภาพดีเพื่อใช้ทดแทนเนื้อโคและเนื้อสุกรที่มีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวมากเกินไปซึ่งมีผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภค เนื้อแพะจึงเป็นเนื้อสัตว์ทางเลือกที่มีศักยภาพสูงต่อการบริโภคในประเทศ รวมทั้งยังสามารถนำมาพัฒนาให้เป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมอาหารฮาลาลที่รัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมอีกด้วย

จากเหตุผลดังกล่าวจึงจำเป็นต้องทำการศึกษาผลของพันธุ์แพะและระบบการเลี้ยงที่มีต่อคุณภาพของเนื้อแพะ ซึ่งได้แก่ สมบัติทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี คุณสมบัติและโครงสร้างระดับจุลภาคของกล้ามเนื้อ โดยมีแนวคิดว่าจะเลี้ยงแพะพันธุ์ใด และระบบการเลี้ยงแบบใด จึงจะส่งผลให้เนื้อแพะมีคุณภาพดีที่สุด โดยทำการเปรียบเทียบแพะ 2 พันธุ์ คือ เลือกใช้พันธุ์แพะเนื้อที่นิยมเลี้ยงในภาคใต้ของประเทศไทย ได้แก่ แพะพื้นเมือง และแพะลูกผสมแองโกล-นูเบียน x พื้นเมือง และระบบการเลี้ยงแพะมี 2 ระบบ คือ การเลี้ยงแพะแบบประณีต และการเลี้ยงแพะแบบกึ่งประณีต เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการประกอบการตัดสินใจในการจัดการเลี้ยงแพะที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อ และใช้ในการส่งเสริมการบริโภค ซึ่งจะมีผลโดยตรงและโดยอ้อมต่อการยอมรับของผู้บริโภค และใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนารูปแบบของการผลิตเนื้อแพะที่มีคุณภาพดี ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาเนื้อแพะในเชิงการค้าและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไป

การตรวจเอกสาร

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการเลี้ยงแพะและคุณภาพซาก

แพะเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก การเลี้ยงแพะจะพบอยู่ทั่วไปในประเทศที่กำลังพัฒนาและการบริโภคเนื้อแพะมีมากที่สุดในทวีปเอเชียและแอฟริกา ในประเทศอินเดีย ปากีสถาน และบังคลาเทศ มีการผลิตแพะประมาณหนึ่งในสามของการผลิตเนื้อสัตว์ชนิดอื่นๆ และการบริโภคเนื้อแพะมีมากในชุมชนที่ไม่บริโภคเนื้อสุกร ได้แก่ ชาวมุสลิม และชาวยิว หรือชุมชนที่ไม่บริโภคเนื้อโค (Dhanda *et al.,* 2003) เช่น ชาวฮินดู Devendra และ Burns (1983) รายงานว่า

ความต้องการเนื้อแพะมีเกือบทุกส่วนในเขตร้อนในประเทศซูดานและส่วนอื่นๆ ของทวีปแอฟริกา ชอบรับประทานเนื้อแพะมากกว่าเนื้อแกะและในปัจจุบันจำนวนประชากรแพะมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากได้มีการส่งเสริมการผลิตแพะในเขตจังหวัดภาคใต้มากขึ้น จึงคาดว่าในอนาคตการบริโภคเนื้อแพะและผลิตภัณฑ์เนื้อแพะจะเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยในปีพ.ศ. 2550 ประเทศไทยมีจำนวนประชากรแพะทั้งสิ้น 444,774 ตัว โดยภาคใต้เป็นภาคที่มีประชากรแพะสูงถึง 174,052 ตัว รองลงมา คือ ภาคกลาง 162,926 ตัว ภาคเหนือ 86,373 ตัว และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 21,423 ตัว ตามลำดับ (กรมปศุสัตว์, 2550)

พันธุ์แพะทั้งหมดในโลกมีจำนวน 74 พันธุ์ แต่เป็นพันธุ์แพะที่เลี้ยงเพื่อการผลิตเนื้ออย่างเดียวเพียง 16 พันธุ์ และที่เหลือเกือบทั้งหมดเป็นพันธุ์กึ่งเนื้อกึ่งนม ส่วนที่เป็นพันธุ์นมนั้นมีอยู่เพียงไม่กี่พันธุ์ แพะพันธุ์เนื้อที่สำคัญคือ พันธุ์บอร์ (Boer) นูเบียน (Nubian) ฟีเจียน (Fijian) และสิโรหิ (Sirohi) เป็นต้น (สมเกียรติ และคณะ, 2544; เอกชัย, 2546) อย่างไรก็ตาม ส่วนมากแล้วเนื้อแพะที่ใช้บริโภคกันอยู่ในแถบเอเชียและแอฟริกามักมาจากแพะลูกผสมระหว่างพันธุ์นมจากยุโรปกับพันธุ์พื้นเมืองของประเทศต่างๆ เช่น ลูกผสมระหว่างแพะพื้นเมือง (กัตจัง) ที่พบในประเทศมาเลเซียกับพันธุ์แองโกลนูเบียน (Devendra and Burns, 1983) และเนื่องจากแพะเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องที่มีขนาดเล็กกินอาหารได้หลายประเภทและไม่ค่อยเลือกกินอาหาร มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดี ง่ายต่อการเลี้ยงดู และเจริญเติบโตขยายพันธุ์ได้เร็วจนกระจายไปทุกประเทศทั่วโลก ในขณะเดียวกันแพะ แต่ละกลุ่มก็ได้รับการพัฒนาเพื่อให้เหมาะสมต่อภูมิประเทศหรือสภาพแวดล้อม และให้เหมาะสมต่อความต้องการของแต่ละชุมชนด้วยโดยวัตถุประสงค์ในการเลี้ยงจะแตกต่างกันออกไป (เอกชัย, 2546)

สำหรับเกษตรกรในประเทศไทยนิยมเลี้ยงแพะพันธุ์พื้นเมือง โดยเลี้ยงไว้เพื่อบริโภคเนื้อเป็นหลัก (เจือ, 2526; เอกชัย, 2546) แพะพื้นเมืองไทยมีรูปร่างลักษณะของร่างกายเช่นเดียวกับแพะพื้นเมืองในประเทศมาเลเซีย แต่แพะพื้นเมืองไทยที่เลี้ยงแบบพื้นบ้านจะมีขนาดลำตัวเล็กกว่าแพะพันธุ์กัตจังเล็กน้อย และมีดั้งจมูกตั้งตรงเป็นสันจากระหว่างตาจนถึงปลายจมูก ใบหูมีขนาดเล็กและตั้งตรง สีขนไม่คงที่ (เจือ, 2526; สมเกียรติ และคณะ, 2544) ทั้งนี้ สุรศักดิ์ และคณะ (2544) พบว่าแพะพื้นเมืองร้อยละ 65 มีขนสีน้ำตาล สีดำ สีขาว และสีน้ำตาล-ขาว ร้อยละ 13.1, 6.6 และ 6.6 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบแพะพันธุ์นี้ในประเทศอินโดนีเซียและฟิลิปปินส์ (Rajion *et al.,* 1993) สำหรับแพะพันธุ์ต่างประเทศที่นำเข้ามาทดลองเลี้ยงในประเทศไทยหลายพันธุ์ เช่น ซาเนน (Saanan) เพื่อการผลิตนม แพะพันธุ์บอร์ แองโกลนูเบียน (Anglo-Nubian) และจามนาปารี (Jamnapari) เพื่อการผลิตเนื้อ

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าแพะพันธุ์แท้จะมีสมรรถนะในการให้ผลผลิตที่สูง แต่แพะส่วนใหญ่ไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาวะแวดล้อมของประเทศไทยซึ่งมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ดังนั้นการเลี้ยงแพะพันธุ์แท้ต้องมีการเลี้ยงดูเป็นอย่างดี จึงมีค่าใช้จ่ายสูงทำให้ไม่ได้รับความนิยม เว้นแต่การปรับปรุงพันธุกรรมโดยมีการนำมาผสมกับแพะพื้นเมือง เพื่อให้มีสมรรถนะการเจริญเติบโตที่ดี เช่น ลูกผสมแองโกลนูเบียน x พื้นเมือง และลูกผสมบอร์ x พื้นเมือง เป็นต้น (เจือ, 2526)

เนื่องจากการเลี้ยงแพะในปัจจุบันมีเป้าหมายหลักเพื่อจำหน่ายเป็นเนื้อแพะ ฉะนั้น การเลี้ยงแพะเพื่อจำหน่ายเนื้อหรือการขุนแพะ จึงต้องการแพะที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูง มีน้ำหนักตัวเมื่อจำหน่ายมาก มีลักษณะและองค์ประกอบซากที่ดี ซึ่งพันธุ์แพะ อาหาร หรือแม้แต่รูปแบบการเลี้ยงแพะจัดเป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตและลักษณะซากของแพะ บุญเสริม (2546) และ เอกชัย (2546) รายงานว่า ระบบการเลี้ยงแพะในประเทศไทยสามารถแบ่งได้หลายระบบ เช่น (1) ระบบการเลี้ยงแบบขังคอก ระบบนี้มีการจัดการที่ค่อนข้างดี โดยผู้เลี้ยงจะต้องหาอาหารและน้ำให้สัตว์กิน จึงไม่ค่อยได้รับความนิยมเพราะสิ้นเปลืองแรงงานและเงินทุน แต่อาจจะพบได้ในการเลี้ยงแพะนม (2) ระบบการเลี้ยงแบบปล่อย ผู้เลี้ยงจะปล่อยให้แพะออกหากินโดยอิสระในช่วงเช้า-บ่าย และจะนำสัตว์เข้าคอกในช่วงเย็น (3) ระบบการเลี้ยงแบบผูก-ล่ามผู้เลี้ยงจะใช้เชือกผูกคอสัตว์ไว้กับเสาหลักหรือต้นไม้ที่มีหญ้าให้สัตว์กินอย่างเพียงพอและมีการเคลื่อนย้ายพื้นที่ที่สัตว์เล็มกินหญ้าไปเรื่อยๆ ระบบนี้เหมาะกับการเลี้ยงแพะจำนวนไม่มากนัก (4) ระบบการเลี้ยงแบบผสมผสาน เช่น การเลี้ยงแพะในสวนยางพารา สวนมะพร้าว สวนปาล์มน้ำมันซึ่งการเลี้ยงแบบนี้จะพบมากในภาคใต้ของไทย แต่ในปัจจุบันได้มีเกษตรกรบางรายได้ปรับปรุงและพัฒนาการเลี้ยงแพะให้ดีขึ้น โดยมีการสร้างโรงเรือนที่ถูกลักษณะนิสัยของแพะและมีการปลูกหญ้าพันธุ์ดีสำหรับใช้ในการเลี้ยงแพะ

สำหรับการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ของกล้ามเนื้อแพะในประเทศไทยพบว่ายังมีข้อมูลน้อยมาก โดยเฉพาะในเรื่องการเปลี่ยนแปลงทางองค์ประกอบทางเคมีที่มีผลต่อลักษณะทางกายภาพ และการพัฒนาโครงสร้างของกล้ามเนื้อในระดับจุลภาค ทั้งนี้เพราะการศึกษาวิจัยส่วนใหญ่มุ่งเน้นการวิจัยที่เกี่ยวกับสภาพการเลี้ยง อาหารแพะ สมรรถภาพการผลิต และคุณลักษณะซากทั่วไป ดังเช่น บุญเหลือ และ ลักษณ์ (ม.ป.ป.) อ้างโดย ซารีนา (2546) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของแพะลูกผสม โดยเปรียบเทียบระบบการเลี้ยงที่แตกต่างกัน 2 ระบบ คือ (1) ขังคอกและเสริมอาหารข้น (2) ปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้าและเสริมอาหารข้น ผลการศึกษาพบว่า อัตราการเจริญเติบโตของแพะที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงทั้ง 2 ระบบไม่มีความแตกต่างกัน (53.8 เปรียบเทียบกับ 69.4 กรัม/วัน ตามลำดับ; $P>0.05$) แม้มีแนวโน้มว่าแพะที่เลี้ยง

ปล่อยให้แทะเล็มในแปลงหญ้าและได้รับการเสริมอาหารข้น มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกและได้รับการเสริมอาหารข้น ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากแพะที่แทะเล็มและปล่อยอิสระในแปลงหญ้ามีโอกาสเลือกแทะเล็มหญ้าที่มีคุณค่าทางอาหารสูงกว่าแพะที่ขังคอกซึ่งได้รับหญ้าที่ผู้เลี้ยงตัดมาให้กิน สอดคล้องกับ ศิริชัย (2531) ที่รายงานว่า แพะกินอาหารได้หลายชนิด โดยจะชอบเลือกหาอาหารเองและชอบแทะเล็มหญ้าที่แตกกอสูงกว่าระดับพื้นดินพอสมควร และสอดคล้องกับ วินัย (2542) ที่รายงานว่า แพะเป็นสัตว์ที่ฉลาด และชอบแทะเล็มในส่วนของใบและยอดอ่อนของพืชชนิดต่างๆ

สำหรับความแตกต่างระหว่างพันธุ์ วสันต์ และสุวรรณี (2546) ศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของแพะพื้นเมืองและแพะลูกผสมพื้นเมืองไทย x แองโกลนูเบียน 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ อายุ 1-2 ปี ที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้าพลิแคททูลั่ม *(Paspalum plicattulum)* และเสริมอาหารที่มีโปรตีนแตกต่างกัน 3 ระดับ (12, 14 และ 18 เปอร์เซ็นต์) ผลการศึกษาพบว่า แพะลูกผสมพื้นเมืองไทย x แองโกลนูเบียน 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าแพะพื้นเมือง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่า แพะที่ได้รับการเสริมอาหารข้นที่มีโปรตีนรวม 14 และ 18 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่า (87.2 และ 99.3 กรัม/วัน) แพะกลุ่มที่ได้รับอาหารข้นที่โปรตีนรวม 12 เปอร์เซ็นต์ (61.7 กรัม/วัน) อาจเนื่องมาจากแพะได้รับโปรตีนเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตมากขึ้น ทำให้สามารถเพิ่มศักยภาพในการเจริญเติบโตได้ ในขณะที่ แพะที่ได้รับอาหารข้นมีโปรตีนรวม 14 และ 18 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) อาจเนื่องจากการเสริมอาหารข้นในระดับโปรตีนรวม 14 เปอร์เซ็นต์ อาจเป็นระดับที่เพียงพอต่อความต้องการของตัวแพะ ขณะที่ Naqpal และคณะ (1995) ได้ศึกษาผลของระบบการให้อาหารต่อการเจริญเติบโตของแพะเพศผู้ 3 พันธุ์ คือ สิโรฮี (Sirohi) มาร์วารี (Mavari) และคัดชี (Kutchi) ในประเทศอินเดีย มีอายุ 2-3 เดือน ใช้ระบบการเลี้ยงที่แตกต่างกัน 2 ระบบ คือ ระบบประณีต (intensive) เป็นการเลี้ยงแบบขังคอกตลอดเวลาและได้รับหญ้า *Zizyphus nummularia* เสริมอาหารข้น 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และระบบกึ่งประณีต (semi-intensive) แพะได้รับอาหารข้น 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และปล่อยให้แพะลงแทะเล็มในแปลงหญ้า *Zizyphus nummularia* เป็นเวลา 8 ชั่วโมง/วัน ผลการศึกษาพบว่า แพะที่เลี้ยงแบบประณีตมีน้ำหนักตัวมากกว่าแพะที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (15.4 และ 14.7 กิโลกรัม ตามลำดับ) และอัตราการเจริญเติบโตของแพะที่เลี้ยงแบบประณีตสูงกว่าแพะที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (88 และ 74 กรัม/ตัว/วัน) ตามลำดับ

สำหรับการศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพซากของแพะ Anous และ Mourad (2001) ได้ศึกษาผลของระบบการเลี้ยงต่อลักษณะซากของลูกแพะพันธุ์แอลไพน์ (Alpine) ที่เลี้ยงแบบประณีต (ลูกแพะที่เลี้ยงในฟาร์มที่มีการจัดการอย่างดีและให้อาหารข้นกับนมอย่างเต็มที่ จนถึงระยะเวลาฆ่า 48 วัน) กับระบบการเลี้ยงแบบไม่ประณีต (ลูกแพะที่เลี้ยงอยู่กับแม่และปล่อยให้แทะเล็มในแปลงหญ้า 6 ชั่วโมง/วัน จนถึงระยะเวลาฆ่า 47 วัน) พบว่า แพะที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบประณีตมีเปอร์เซ็นต์ซาก เปอร์เซ็นต์ไขมัน (internal fat) น้ำหนักซาก และความกว้างของซาก (50.93, 2.11 เปอร์เซ็นต์ 7.5 กิโลกรัม และ 13.1 เซนติเมตร ตามลำดับ) สูงกว่าระบบการเลี้ยงแบบไม่ประณีต (48.90, 1.52 เปอร์เซ็นต์ 4.8 กิโลกรัม และ 11.9 เซนติเมตร ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ขณะที่ Mourad และคณะ (2000) ได้ศึกษาลักษณะซากของแพะเพศผู้ เพศผู้ตอน และเพศเมีย ของแพะพันธุ์ West African dwarf goats หลังหย่านม (อายุ 3 เดือน) ที่เลี้ยงแบบไม่ประณีต (เลี้ยงแพะโดยให้แทะเล็มในแปลงหญ้าที่ประกอบไปด้วย *Centrosoma pubescens*, *Calopponium oncumnoides* และ *Andropogou gayanus*) และฆ่าที่อายุ 18 เดือน มีน้ำหนัก 19.5, 19.1 และ 19.9 กิโลกรัม ตามลำดับ พบว่า น้ำหนักซากและเปอร์เซ็นต์ซากของแพะเพศผู้ เพศผู้ตอน และเพศเมียไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) แต่ความยาวซากของแพะเพศผู้และแพะเพศผู้ตอน (46.7 และ 46.81 เซนติเมตร) สูงกว่าแพะเพศเมีย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แพะเพศผู้ตอนมีการสะสมของไขมัน (internal fat) (1.73 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าแพะเพศผู้ไม่ตอน และแพะเพศเมีย (0.87 และ 0.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ขณะที่ Koyuncu และคณะ (2006) ได้ศึกษาผลของการตอนต่ออัตราการเจริญเติบโตลักษณะซากของแพะพันธุ์ Turkish hair ที่เลี้ยงโดยให้แพะได้รับอาหารข้นโปรตีนรวม 17.9 เปอร์เซ็นต์ และถั่วอัลฟัลฟ่าแห้ง ซึ่งมีโปรตีนรวม 14.8 เปอร์เซ็นต์ อย่างเต็มที่พบว่า แพะที่ไม่ตอนมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันสูงกว่าแพะที่ตอน (102.3 และ 76.6 กรัม/วัน ตามลำดับ) เปอร์เซ็นต์ซากในฐาน empty body weight ของแพะในกลุ่มที่ไม่ตอน ต่ำกว่าแพะกลุ่มที่ตอน (51.2 และ 55.6 เปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แพะในกลุ่มที่ตอนมีเปอร์เซ็นต์ไขมันรวม (ไขมันในช่องท้องและไขมันในกล้ามเนื้อ) (9.56 เปรียบเทียบกับ 7.06 เปอร์เซ็นต์) และเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง (56.50 เปรียบเทียบกับ 52.05 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าแพะกลุ่มที่ไม่ตอน ตามลำดับ แต่พบว่าแพะทั้ง 2 กลุ่ม มีเปอร์เซ็นต์กระดูกไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$)

ส่วน Mahgoub และคณะ (2004) ได้ศึกษาลักษณะซากของแพะพันธุ์ Jebal Akhdar ซึ่งเลี้ยงในโรงเรือนแบบขังคอกเดี่ยว โดยให้อาหารข้นที่มีโปรตีนรวม 16.5 เปอร์เซ็นต์ และให้หญ้าแห้งซึ่งมีโปรตีนรวม 8.8 เปอร์เซ็นต์ ให้กินอย่างเต็มที่ตั้งแต่เกิดจนถึงน้ำหนักฆ่าที่ 11, 18 และ 28 กิโลกรัม พบว่า แพะมีเปอร์เซ็นต์ซาก (54, 53 และ 55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และเปอร์เซ็นต์-

เนื้อแดง (64, 62.5 และ 61.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) แต่มีเปอร์เซ็นต์กระดูก (15.6, 14.0 และ 13.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนัง และมันแทรกในกล้ามเนื้อ (subcutaneous fat และ intermuscular fat) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.1, 17.7 และ 21.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้ Pralomkarn (1990) ได้ศึกษาเปรียบเทียบลักษณะซากแพะพื้นเมืองและแพะลูกผสมพื้นเมืองไทย x แองโกลนูเบียน 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ ผลการศึกษาพบว่า แพะพื้นเมืองไทยมีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง (67.0 เปอร์เซ็นต์) และสัดส่วนเนื้อแดงต่อกระดูก (4.1 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าแพะลูกผสมพื้นเมืองไทย x แองโกลนูเบียน 50 (64.6 และ 3.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และ 75 เปอร์เซ็นต์ (64.0 และ 3.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) นอกจากนั้น Pralomkarn และคณะ (1990) ได้ศึกษาลักษณะซากแพะพันธุ์พื้นเมืองไทยที่มีการจัดการที่ดี (มีการถ่ายพยาธิ ฉีดวัคซีนและเสริมอาหารข้น) และแพะที่เลี้ยงในชนบทที่มีการจัดการไม่ดี (เลี้ยงแบบปล่อยทุ่งหญ้าธรรมชาติ) ผลการศึกษาพบว่า แพะทั้ง 2 กลุ่มมีลักษณะซากที่ใกล้เคียงกัน คือ มีเปอร์เซ็นต์ซากเท่ากับ 45.7 และ 45.1 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ตามลำดับ

อนึ่ง จากรายงานดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่า พันธุ์และระบบการเลี้ยงมีอิทธิพลต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของแพะ ซึ่งอาจส่งผลต่อคุณภาพเนื้อแพะในด้านต่างๆ ดังนั้นในการเลี้ยงแพะควรจะต้องคำนึงถึงในเรื่องของพันธุ์และระบบการเลี้ยงด้วย

คุณภาพเนื้อ

คุณภาพเนื้อ หมายถึง ผลรวมของคุณลักษณะและคุณสมบัติของเนื้อตามความต้องการของผู้บริโภค รวมทั้งความเหมาะสมในการแปรรูป (ชัยณรงค์, 2529) ซึ่งคุณภาพของเนื้อสัตว์เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบหลักสามประการ คือ คุณภาพของเนื้อ คุณภาพของการผลิต และความพึงพอใจของผู้บริโภค และเมื่อพิจารณาเฉพาะคุณภาพเนื้อซึ่งมีผลต่อการบริโภคเนื้อสัตว์ พบว่ามีหลายปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง ได้แก่ สี (color) ความสามารถในการจับน้ำ (water holding capacity) ความนุ่มเหนียว (tenderness) และคุณค่าทางโภชนะ (ชัยณรงค์, 2529; จุฑารัตน์, 2540; เยาวลักษณ์, 2536) ซึ่ง Lawrie (1991) ได้สรุปว่า คุณภาพเนื้อเป็นผลของความซับซ้อนในระบบสรีรวิทยาและชีวเคมีที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของเนื้อสัมผัส สี กลิ่นและรสชาติ ความชุ่มฉ่ำ ความนุ่มเหนียว และปริมาณไขมัน ซึ่งลักษณะเนื้อสัมผัสหรือความนุ่มเหนียวของเนื้อถูกนำมาใช้เป็นเกณฑ์ที่สำคัญในการประเมินการยอมรับของเนื้อโดยผู้บริโภค (Warriss, 2000) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ความนุ่ม (tenderness) ความนุ่มของเนื้อเป็นปัจจัยสำคัญต่อความน่ารับประทาน (palatability) มากที่สุด การทดสอบตรวจชิม (taste panel) ความนุ่มของเนื้อนั้นวัดได้จากความรู้สึกง่ายหรือยากในการกดฟันลงในชิ้นเนื้อเป็นชิ้นเล็กๆ เมื่อผ่านการเคี้ยวไปเป็นระยะเวลานานพอสมควร เนื้อที่นุ่มจะง่ายต่อการเคี้ยว ให้ความรู้สึกอ่อนนุ่มและละเอียดซึ่งจะเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภค นอกจากนี้ปัจจัยที่มีผลต่อความนุ่มของเนื้อสัตว์ คือ เนื้อเยื่อเกี่ยวพันและปริมาณของ intermolecular crosslink ที่อยู่ในกล้ามเนื้อ อันเป็นผลจากความแตกต่างของชนิดสัตว์ พันธุ์ อายุ การจัดการเลี้ยงดู อาหาร และชนิดกล้ามเนื้อ (ชัยณรงค์, 2529; สัญชัย, 2543)

2. ความชุ่มฉ่ำ (juiceness) เนื้อที่มีความชุ่มฉ่ำดี ขณะเคี้ยวจะรู้สึกไม่เหนียว และเนื้อไม่แห้ง สัตว์ที่มีอายุน้อยเนื้อจะชุ่มฉ่ำกว่าเนื้อสัตว์อายุมาก และเนื้อที่มีปริมาณไขมันแทรกสูงจะชุ่มฉ่ำกว่าเนื้อที่มีไขมันแทรกน้อย ความชุ่มฉ่ำจึงเป็นผลจากความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อและปริมาณไขมันแทรกในเนื้อ ซึ่งกระตุ้นการหลั่งน้ำลายทำให้เกิดความรู้สึกชุ่มฉ่ำในปาก ดังนั้นความชุ่มฉ่ำของเนื้อมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ (ชัยณรงค์, 2529; Lawrie, 1991)

3. กลิ่นและรสชาติของเนื้อสัตว์ (flavor) เป็นความรู้สึกที่ค่อนข้างซับซ้อนการรู้สึกได้กลิ่นและรสชาติของเนื้อสัตว์เกิดจากสารประกอบที่ระเหยได้และสารที่ให้รสชาติไปกระทบกับอวัยวะรับกลิ่นและต่อมรับรส โดยในเนื้อสัตว์แทบทุกชนิดจะมีสารประกอบที่ให้กลิ่นและรสชาติคล้ายคลึงกัน แต่สัดส่วนของสารประกอบต่างๆ เหล่านี้จะแตกต่างกันไปอันเป็นลักษณะเฉพาะตัวของเนื้อสัตว์แต่ละประเภท (ชัยณรงค์, 2529; Lawrie, 1991)

อย่างไรก็ตาม เมื่อกล่าวถึงทัศนคติที่ดีหรือไม่ดีต่อแพะและผลผลิตจากแพะนั้นขึ้นอยู่กับค่านิยม ความคุ้นเคยหรือความเคยชินของแต่ละคนแต่ละกลุ่มชนด้วย (สมเกียรติ, 2528) ตัวอย่างเช่น กลุ่มชนในแถบอเมริกาใต้ และสเปน นิยมบริโภคเนื้อลูกแพะซึ่งมีอายุอยู่ในช่วง 6-12 สัปดาห์ มีน้ำหนักตัวประมาณ 6-8 กิโลกรัม โดยเรียกแพะกลุ่มนี้ว่า cabrito สำหรับประเทศในกลุ่มอาเซียนนิยมบริโภคเนื้อแพะมากเป็นบางประเทศ เช่น อินโดนีเซีย มาเลเซีย และฟิลิปปินส์ ก็พบว่ามีการบริโภคเนื้อแพะรุ่นซึ่งมีอายุอยู่ในช่วง 1-2 ปี มีน้ำหนักตัวประมาณ 11-28 กิโลกรัม เรียกแพะกลุ่มนี้ว่า chevon ทั้งนี้เพราะเป็นเนื้อแพะที่ได้จากแพะที่มีอายุและมีน้ำหนักเหมาะสมสำหรับการบริโภคและทำพิธีกรรมต่างๆ มากกว่าการบริโภคเนื้อแพะที่มีอายุมากหรือน้อยเกินไป (วินัย, 2532; เอกชัย, 2546) นอกจากนี้ยังมีการตรวจสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเนื้อแพะ ดังเช่น การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อเนื้อแพะพันธุ์แองโกร่า (Angora) เปรียบเทียบกับเนื้อแกะ เนื้อโค และเนื้อสุกร ผลการศึกษาพบว่า ผู้ตรวจชิมให้คะแนนการยอมรับต่อเนื้อแพะทั้งในด้านรสชาติ ความชุ่มฉ่ำ ความนุ่ม และความพอใจโดยรวมต่ำที่สุด ซึ่งการที่ผลออกมาเช่นนี้

อาจเนื่องจากพันธุ์และอายุแพะที่ใช้ศึกษาเนื่องจากแพะพันธุ์แองโกร่าเป็นแพะพันธุ์ขน ไม่ใช่แพะที่เลี้ยงเพื่อการให้เนื้อเป็นหลัก (Smith *et al*., 1974) ขณะที่ Miller (2002) รายงานว่า ผู้ตรวจชิมในสหรัฐอเมริกาได้ตรวจชิมเนื้อแพะเปรียบเทียบกับเนื้อโค และให้การยอมรับต่อเนื้อแพะโดยเข้าใจว่าเนื้อแพะคือเนื้อโค และ Bosman และคณะ (2004) รายงานว่า ผู้ตรวจชิมให้การยอมรับต่อกลิ่น ความนุ่มเหนียว รสชาติของเนื้อแพะเพศผู้ตอน และเพศเมียไม่แตกต่างจากเนื้อแกะ สอดคล้องกับ Intarapichet และคณะ (1994) พบความแตกต่างในเรื่องรสชาติของแพะพื้นเมือง เพศผู้ แต่ไม่ปรากฏว่าเนื้อแพะเพศผู้มีกลิ่นผิดปกติ และยังสอดคล้องกับ Pralomkran และคณะ (1994) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการยอมรับเนื้อแพะพื้นเมือง และลูกผสมแองโกลนูเบียน x พื้นเมือง โดยพบว่าผู้ตรวจชิมไม่พบความแตกต่างเกี่ยวกับรสชาติ กลิ่น และการยอมรับโดยรวมของเนื้อที่ได้จากแพะพันธุ์พื้นเมือง และลูกผสมแองโกลนูเบียน x พื้นเมือง

สำหรับคุณภาพของเนื้อแพะที่มีต่อผู้บริโภค Addrizzo (2002) ให้ข้อสรุปว่าเนื้อแพะมีปริมาณไขมันต่ำกว่าเนื้อโค ถึง 50-65 เปอร์เซ็นต์ และ ต่ำกว่าเนื้อแกะ 42-59 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งยังมีปริมาณกรดไขมันชนิดอิ่มตัวต่ำกว่าเนื้อไก่ (เนื้อล้วนไม่มีหนังติด) 40 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น จึงถือว่าเนื้อแพะเป็นเนื้อสัตว์สุขภาพและเหมาะสำหรับการบริโภค

สมบัติทางกายภาพ

สมบัติทางกายภาพเป็นลักษณะสำคัญหลายประการที่ใช้เป็นเกณฑ์บ่งถึงคุณภาพ-เนื้อ รวมทั้งความพึงพอใจของผู้บริโภค (Warriss, 2000) เช่น สี กลิ่น (odour) เนื้อสัมผัส (texture) รสชาติ (flavour) ความชุ่มฉ่ำ (juiciness) และความนุ่มเหนียว (tenderness) (ชัยณรงค์, 2529; Dransfield, 1994) ซึ่งมีข้อมูลดังต่อไปนี้

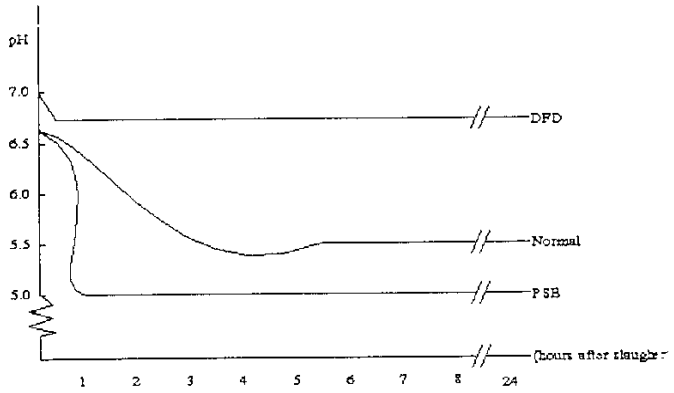
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อสัตว์เป็นปัจจัยตัวหนึ่งที่บอกถึงคุณภาพเนื้อ โดยทั่วไปหลังจากสัตว์ตายแล้วจะเกิดกระบวนการทางชีวเคมีภายในเซลล์กล้ามเนื้อ ซึ่งมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในกล้ามเนื้อ และมีผลต่อคุณภาพเนื้อในด้านที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะในด้านการอุ้มน้ำของเนื้อสัตว์ ความนุ่มและความเหนียวของเนื้อสัตว์ (จุฑารัตน์, 2540)

ในขณะที่แทงคอเอาเลือดออกนั้น ระบบหมุนเวียนโลหิตซึ่งทำหน้าที่ต่างๆ ในร่างกายสัตว์หยุดชะงักลง ดังนั้นจึงไม่มีออกซิเจนเข้าสู่กล้ามเนื้อ ทำให้กระบวนการหายใจแบบ-

ใช้ออกซิเจน (aerobic pathway) หยุดการทำงานลงแต่กล้ามเนื้อสัตว์ยังไม่หยุดทำงานโดยทันที แต่ยังคงมีการหดตัวและคลายตัวต่อไป โดยใช้พลังงานจากการย่อยสลายไกลโคเจนจากกระบวนการ anaerobic metabolism ซึ่งนอกจากจะได้พลังงานในจำนวนที่น้อยแล้ว ยังเกิดกรด-แลกติกในกล้ามเนื้อ และความร้อนอีกด้วย ซึ่งการสะสมกรดแลกติกในกล้ามเนื้อนี้เป็นสาเหตุทำให้ค่า pH ในกล้ามเนื้อหลังจากสัตว์ตายแล้วลดต่ำลงอย่างช้าๆ จากเดิมประมาณ 7.0 เป็นประมาณ 5.6-5.7 ภายในเวลา 6-8 ชั่วโมง แล้วลดลงสู่จุด pH สุดท้ายระหว่าง 5.3-5.7 ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมงหลังสัตว์ตาย (เนื้อปกติ) หากค่า pH ลดลงเหลือ 5.3-5.7 ภายใน 1 ชั่วโมงหลังสัตว์ตาย (PSE) พบว่าเกิดจากกระบวนการไกลโคไลซิส (glycolysis) ที่รวดเร็วทำให้เกิดการสะสมกรดแลกติก และอุณหภูมิในซากสูง ซึ่งเป็นปัจจัยที่กระตุ้นให้กระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic glycolysis) เกิดได้เร็วขึ้นยังส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในกล้ามเนื้อสัตว์ คือ เกิดการสูญเสียสภาพของโปรตีนจึงไม่สามารถรักษาคุณสมบัติในการจับน้ำทำให้เนื้อสัตว์ไม่สามารถอุ้มน้ำได้ และเกิดการไหลของน้ำ และนำเม็ดสีออกจากกล้ามเนื้ออีกด้วย จึงปรากฏให้เห็นเนื้อด้านหน้าตัดมีสีซีด เหลว และไม่ คงรูป ทำให้แสงที่มาตกกระทบสะท้อนออกไปได้มาก จึงเห็นเนื้อมีสีจาง ผิดปกติ แต่หากค่า pH สุดท้ายในกล้ามเนื้อมากกว่า 6.0 นั้นพบว่าปริมาณไกลโคเจนในกล้ามเนื้อมีน้อยหรือถูกใช้เกือบหมด ทำให้กระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนเกิดขึ้นน้อยมาก และค่า pH ลดลงเพียงเล็กน้อย ส่งผลให้โปรตีนมีความสามารถในการจับน้ำได้ดี ทำให้เฟอร์รัสอิออนจับตัวกับโมเลกุลของน้ำได้ดี รวมทั้งเส้นใยกล้ามเนื้ออยู่เบียดกันแน่นเป็นผลให้ออกซิเจนจากภายนอกไม่สามารถแทรกซึมผ่านไปตามผิวหน้าของเนื้อได้ จึงปรากฏให้เห็นเนื้อด้านหน้าตัดมีสีคล้ำ แข็ง และแห้ง ทำให้การสะท้อนของแสงเกิดขึ้นได้น้อยมาก (DFD) (ภาพที่ 1) (ชัยณรงค์, 2529; สัญชัย, 2551; Lawrie, 1991; Warriss, 2000)

อย่างไรก็ตาม อัตราการลดลงของ pH หลังฆ่านั้นยังขึ้นอยู่กับอัตราการหดตัวของ myofibril ซึ่งเป็นผลให้มีความแปรปรวนระหว่างชนิดของกล้ามเนื้อ ซึ่งค่า pH สุดท้าย ขึ้นอยู่กับแหล่งพลังงานคือ ไกลโคเจน โดยในกล้ามเนื้อโค แกะ และเนื้อสุกร พบว่าในกล้ามเนื้อที่มีเส้นใย-กล้ามเนื้อแบบ Type I (slow-twitch oxidative) ที่มีไกลโคเจนอยู่ต่ำกว่า จึงมี pH สูงกว่ากล้ามเนื้อที่มีเส้นใยกล้ามเนื้อแบบ Type II (fast-twitch glycolysis) นอกจากนี้ pH สุดท้ายยังขึ้นอยู่กับความสามารถในการบัฟเฟอร์ของกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นเมื่อกระบวนการเมแทบอลิซึมแบบ glycolytic เพิ่มขึ้น (Warriss, 2000) นอกจากนี้ การจัดการก่อนการฆ่า ขณะฆ่า และหลังการฆ่า รวมทั้งตำแหน่งและชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (muscle fiber type) ก็มีผลต่อปริมาณของกรดแลกติกที่เกิดจากกระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนในเนื้อ ซึ่งมีผลกระทบต่อค่า pH ของเนื้อสัตว์อีกด้วย (ชัยณรงค์, 2529; Warriss, 2000)



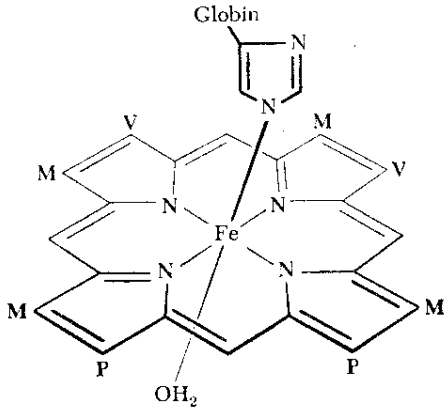
ภาพที่ 1 การเปลี่ยนแปลงของค่า pH ในกล้ามเนื้อหลังสัตว์ตาย (DFD = ลักษณะเนื้อมีสีคล้ำ แข็ง และแห้ง, Normal = ลักษณะเนื้อปกติ, PSE = ลักษณะเนื้อมีสีซีด เหลว และไม่คงรูป)

ที่มา : ดัดแปลงจาก ชัยณรงค์ (2529)

สี (color)

สีของเนื้อสัตว์เป็นความรู้สึกประการแรกที่ผู้บริโภคสัมผัสและเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการตัดสินใจเลือกซื้อเนื้อสัตว์ ซึ่งเนื้อสัตว์มีสีตั้งแต่สีชมพูอมเทาจนถึงแดงเข้มออกม่วง โดยสีของเนื้อสัตว์เกิดจากรงควัตถุ (pigment) ตัวสำคัญที่อยู่ในเนื้อสัตว์ คือ โปรตีนไมโอโกลบิน (myoglobin) และมีโปรตีนฮีโมโกลบิน (haemoglobin) ซึ่งเป็นรงควัตถุในเลือด โดยโมเลกุลของไมโอโกลบินประกอบด้วยโครงสร้างที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นโปรตีนเรียกว่า โกลบิน (globin) และส่วนที่เป็นโครงสร้างที่ไม่ใช้โปรตีนเรียกว่า heme ring ซึ่งมีธาตุเหล็ก (Fe) เป็นองค์ประกอบอยู่ตรงกลางของโมเลกุล (ภาพที่ 2) ซึ่งสีของเนื้อสัตว์จะแตกต่างกันไปตามชนิดสัตว์ เพศ อายุ ตำแหน่งและชนิดของกล้ามเนื้อ โดยกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ของร่างกายสัตว์จะมีลักษณะโครงสร้างของเส้นใยกล้ามเนื้อแตกต่างกัน เช่น ในสัตว์อายุน้อยจะมีปริมาณของไมโอโกลบินและฮีโมโกลบินต่ำกว่าสัตว์อายุมาก ขณะที่สัตว์ที่อายุมาก ซึ่งในกล้ามเนื้อส่วนที่ทำงานหนักมากจะมีอัตราการทำงานของกล้ามเนื้อสูงทำให้มีการใช้ออกซิเจน ซึ่งมีการสะสมปริมาณของไมโอโกลบินและออกซิเจนสูงขึ้นด้วย (ชัยณรงค์, 2529; Lawrie, 1991) การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวสามารถตรวจวัดได้โดยการตรวจวัดค่าสี ซึ่งปัจจุบันนิยมรายงานในระบบ CIE (Complete International Comission on Illumination) โดยแบ่งค่าสีออกเป็น 3 เฉดสี คือ L*, a* และ b* โดยที่ L* หมายถึงความสว่างของสี (lightness), a* หมายถึง ค่าความแดง (redness) ซึ่งจะอยู่ในเฉดสีเขียวจนถึงแดง

และ b* หมายถึง ค่าความเหลือง (yellowness) ซึ่งมีเฉดสีตั้งแต่สีน้ำเงินไปถึงสีเหลือง (Warriss, 2000)



ภาพที่ 2 โครงสร้างของไมโอโกลบิน
ที่มา : ดัดแปลงจาก ชัยณรงค์ (2529)

Dhanda และคณะ (2003) ได้ศึกษาถึงความแตกต่างของอายุแพะต่อค่าสีของกล้ามเนื้อสันนอกของแพะลูกผสม ซึ่งผลการศึกษาพบว่า กล้ามเนื้อสันนอกของแพะลูกผสมในกลุ่ม chevon มีแนวโน้มค่าสี L*, a* และ b* (40.7, 12.3 และ 9.7) สูงกว่า กล้ามเนื้อของแพะลูกผสมในกลุ่ม cabrito (38.5, 11.0 และ 5.4) ตามลำดับ ทั้งนี้ เพราะกล้ามเนื้อของแพะรุ่นมีการใช้และสะสมออกซิเจนในปริมาณสูงกว่า กล้ามเนื้อจึงมีสีเข้มกว่าแพะที่มีอายุน้อยกว่า นอกจากนี้ความแตกต่างระหว่างพันธุ์มีผลต่อค่าสีของกล้ามเนื้อสันนอกของแพะลูกผสม โดยพบว่าแพะลูกผสม Feral x Feral และ Saanen x Feral มีค่าความแดง (a*) เฉลี่ยเท่ากับ 12.4 ซึ่งสูงกว่าแพะลูกผสมกลุ่มอื่น ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 10.3-11.8 สำหรับค่าสี L* และ b* พบว่าแพะลูกผสม Boer x Saanen มีค่าสีทั้งสองชนิดสูงที่สุด (43.6 และ 8.1) ($P<0.05$) (ตารางที่ 1) และเป็นไปในทิศทางเดียวกับ Kadim และคณะ (2003) ซึ่งได้ศึกษาลักษณะคุณภาพเนื้อแพะ Omani โดยใช้แพะจำนวน 3 พันธุ์ คือ Batina, Dhofari และ Jabal Akhdar ที่เลี้ยงภายใต้สภาพการเลี้ยงที่เหมือนกันจนถึงฆ่า สำหรับในกล้ามเนื้อสันนอกของแพะทั้งสามพันธุ์พบว่า อิทธิพลของพันธุ์ไม่มีผลทำให้มีค่าสี a* และ b* แตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยมีค่าสี a* อยู่ในช่วง 23.2-23.6 และ ค่าสี b* อยู่ในช่วง 5.76-4.84 ตามลำดับ สำหรับค่าสีในกล้ามเนื้อ *B. femoris, Semitendinosus* และ *Semimembranosus* ของแพะทั้งสามพันธุ์พบว่า อิทธิพลของพันธุ์มีผลต่อค่าสี L* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยในกล้ามเนื้อส่วน *Semimembranosus* ของแพะพันธุ์ Dhofari และพันธุ์ Jabal Akhdar มีค่าความสว่าง

L* (40.4 และ 40.1) สูงที่สุด (P<0.05) ส่วนค่าสี a* และ b* ของกล้ามเนื้อ *B. femoris*, *Semitendinosus* และ *Semimembranosus* ของแพะทั้งสามพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แม้มีแนวโน้มว่าแพะพันธุ์ Jabal Akhdar มีค่าความแดง a* ของกล้ามเนื้อ *Semimembranosus* (25.3) สูงที่สุด

นอกจากนี้ Lee และคณะ (2008) ยังพบว่าอิทธิพลของอาหารมีผลต่อค่าสี L*, a* และ b* ของกล้ามเนื้อสันนอกของแพะลูกผสม Boer x Spanish ที่เลี้ยงในโรงเรือนและได้รับอาหารที่แตกต่างกัน มีค่าสี L* อยู่ในช่วง 39.81-43.57 มีค่าสี a* อยู่ในช่วง 9.34-9.89 และมีค่าสี b* อยู่ในช่วง 11.09-12.45 ตามลำดับ (ตารางที่ 1) สำหรับความแตกต่างของระบบการเลี้ยง Kosum และคณะ (2003) พบว่ากล้ามเนื้อของลูกแพะหลังหย่านมพันธุ์ Saanen และแพะพันธุ์ Bornova ที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบประณีตนั้นมีค่าสี L*, a* และ b* ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ซึ่งมีค่าสี L* อยู่ในช่วง 41.08-41.39 แต่มีค่าสี a* ค่อนข้างต่ำมีค่าอยู่ในช่วง 2.18-2.29 และ b* มีค่าอยู่ในช่วง 5.53-5.75 ตามลำดับ ทั้งนี้ อาจเนื่องจากอายุของแพะที่น้อยรวมทั้งระบบการเลี้ยง ซึ่งส่งผลให้กล้ามเนื้อของลูกแพะมีการใช้ออกซิเจนและการสะสมออกซิเจนในปริมาณต่ำจึงทำให้กล้ามเนื้อมีค่าความสว่าง L* สูง และมีค่า a* และ b* ต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับ Lawrie (1991) และ Warriss (2000) ที่อธิบายว่าความแตกต่างของค่าสีที่เกิดขึ้นในกล้ามเนื้อนั้นมีความสัมพันธ์กับปัจจัยหลายประการ เช่น พันธุกรรม อายุ เพศ อาหาร ชนิดกล้ามเนื้อจากส่วนต่างๆ ของร่างกาย วิธีการเลี้ยงดู กระบวนการผลิต องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ ปริมาณรงควัตถุไมโอโกลบิน (myoglobin pigment) ที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์ รวมทั้ง สีของเนื้อยังมีความสัมพันธ์กับสภาวะความเป็นกรด-ด่าง และสภาวะการสูญเสียน้ำของเนื้อสัตว์อีกด้วย

ตารางที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของเนื้อแพะพันธุ์ต่างๆ

พันธุ์	ลักษณะทางกายภาพ				
	L*	a*	b*	Cooking loss (%)	Shear force (kg)
Boer x Spanish[/1]	41.85	9.71	11.79	25.71	3.54
Dhofari[/2]	38.5	18.1	8.9	22.8	6.4
Batina[/2]	35.2	18.2	8.6	21.4	7.2
Jabal Akhdar[/2]	39.9	19.8	8.9	23.5	7.0
Feral x Feral[/3]	38.1	12.4	7.4	32.4	4.4
Saanen x Feral[/3]	38.2	12.4	7.9	28.4	4.6
Boer x Agrola[/3]	40.0	11.2	8.0	35.4	4.3
Boer x Feral[/3]	37.7	10.3	6.7	23.2	3.7
Boer x Saanen[/3]	43.6	11.7	8.1	29.4	4.4

ที่มา : ดัดแปลงจาก [/1] Lee และคณะ (2008), [/2] Kadim และคณะ (2003), [/3] Dhanda และคณะ (2003)

ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (water holding capacity)

ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ คือ ความสามารถของเนื้อที่จะคงน้ำไว้ในจำนวนน้ำเกือบเท่าเดิมหรือเท่าเดิมได้ ถึงจะมีแรงมากระทำ เช่น การตัด การให้ความร้อน การบด และการอัด ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการสูญเสียน้ำ (ชัยณรงค์, 2529) ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อเป็นปัจจัยสำคัญตัวหนึ่งที่ใช้บ่งชี้ถึงคุณภาพของเนื้อสัตว์ (Lawrie, 1991; Warriss, 2000) อย่างไรก็ตาม กล้ามเนื้อจากสัตว์ชนิดเดียวกันแต่มาจากตำแหน่งที่แตกต่างกันก็มีความสามารถในการอุ้มน้ำแตกต่างกัน โดยปกติเนื้อสัตว์จะมีการสูญเสียน้ำอยู่แล้ว ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นในช่วงก่อนและหลังการฆ่า โดยหลังจากสัตว์ตายค่า pH ในเนื้อจะลดลง เนื่องจากปริมาณกรดแลกติกที่เพิ่มขึ้น ทำให้โปรตีนในเนื้อเสียสภาพ (denature) มีผลทำให้ความสามารถในการจับน้ำของเนื้อต่ำลง (Warriss, 2000) ซึ่งหนึ่งในสามของการสูญเสียความสามารถในการจับน้ำเป็นผลมาจากการลดลงของค่า pH ในเนื้อ นอกจากนั้นการสูญเสียความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อยังเป็นผลมาจากการเกิดสภาวะการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อหลังจากสัตว์ตาย (*rigor mortis*) ซึ่งมีโปรตีนเส้นใยฝอยไมโอซินและแอคตินเลื่อนตัวเข้ามาจับกันอย่างแน่นหนา ทำให้เกิดการดึงให้สายโปรตีน (protein chain) ชิดเข้ามาหากัน เกิดสภาพ steric effect ทำให้สูญเสียที่ว่างสำหรับโมเลกุลน้ำในโปรตีน (ชัยณรงค์, 2529)

Warriss (2000) ได้สรุปถึงความสำคัญของความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อว่าเกี่ยวข้องกับ (1) การสูญเสียน้ำออกจากเนื้อ (drip loss) ดังนั้นถ้าเนื้อมีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำเนื้อจะสูญเสียน้ำออกไปมาก มีผลทำให้ลักษณะของเนื้อเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ไม่ดี (2) การสูญเสียน้ำหนักของชิ้นเนื้อสด และ (3) การสูญเสียน้ำหนักเมื่อทำให้เนื้อสุก (cooking loss) โดยมีผลทำให้เนื้อมีความชุ่มฉ่ำลดลง

Schönfeldt และคณะ (1993) รายงานค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อนของแพะพันธุ์บอร์ แพะแองโกร่า และแกะพบว่า ในกล้ามเนื้อของแพะและแกะมีค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อนไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยในกล้ามเนื้อ *L. thoracis et lumborum* และ กล้ามเนื้อ *Semimembranosus* ของแพะทั้งสองพันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเฉลี่ยเท่ากับ 17.75 และ 21.12 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าต่ำกว่ากล้ามเนื้อของแกะ โดยมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อนเฉลี่ยเท่ากับ 18.66 และ 22.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Sen และคณะ (2004) ที่รายงานค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อนในกล้ามเนื้อสันนอกของแพะและแกะนั้นไม่พบความแตกต่าง ($P>0.05$) แม้มีแนวโน้มว่าค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อนในกล้ามเนื้อแพะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียต่ำกว่ากล้ามเนื้อแกะ (18.66

เปรียบเทียบกับ 22.67 เปอร์เซ็นต์) และยังสอดคล้องกับการรายงานโดย Kadim และคณะ (2003) ที่รายงานค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อนของแพะทั้งสามพันธุ์พบว่า ในกล้ามเนื้อสันนอกของแพะมีค่าการสูญเสียต่ำกว่ากล้ามเนื้อสะโพก โดยในกล้ามเนื้อแพะพันธุ์ Dhofari, Jabal Akhdar และพันธุ์ Batina มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียอยู่ในช่วง 21.90-25.26 เปอร์เซ็นต์ และในกล้ามเนื้อ *B. femoris* และ *Semimembranosus* มีค่าอยู่ในช่วง 27.50-33.3 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.01$) ขณะที่ Dhanda และคณะ (2003) ได้ศึกษาเปรียบเทียบค่าการสูญเสียน้ำหนักของเนื้อหลังการให้ความร้อนระหว่างแพะลูกผสมกลุ่ม cabrito (14-22 กิโลกรัม) และกลุ่ม chevon (30-35 กิโลกรัม) พบว่า ในแพะลูกผสมกลุ่ม chevon ซึ่งอายุและน้ำหนักมากกว่า มีค่าการสูญเสียน้ำหนักของเนื้อ-หลังการให้ความร้อนเฉลี่ยเท่ากับ 39.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าสูงกว่าแพะลูกผสมกลุ่ม cabrito (19.5 เปอร์เซ็นต์) (ตารางที่ 1)

อนึ่ง จากการรวบรวมเอกสารของ Lawrie (1991), Swatland (1994) และ Warriss (2000) สรุปได้ว่า ความแตกต่างของชนิดของสัตว์ สายพันธุ์ เพศ อายุ ชนิดของกล้ามเนื้อ หรือแม้แต่กล้ามเนื้อที่มาจากสัตว์ชนิดเดียวกันแต่มาจากตำแหน่งที่แตกต่างกันก็มีความสามารถในการจับน้ำแตกต่างกัน นอกจากนี้ปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่สะสมในกล้ามเนื้อแตกต่างกัน เมื่อได้รับความร้อนเนื้อเยื่อเกี่ยวพันจะเกิดการสูญเสียสภาพและการหดตัวของโปรตีนทำให้กล้ามเนื้อสูญเสียน้ำออกมามาก และยังส่งผลให้เนื้อมีค่าแรงตัดผ่านสูงอีกด้วย

ลักษณะเนื้อสัมผัส (texture)

ความนุ่มเหนียวของเนื้อถูกนำมาใช้เป็นเกณฑ์ที่สำคัญในการประเมินการยอมรับของเนื้อโดยผู้บริโภค (Warriss, 2000) ทั้งนี้ ความนุ่มเหนียวของเนื้อสัตว์มีความสัมพันธ์กับปัจจัยหลายประการได้แก่ ชนิดของสัตว์ โดยในกล้ามเนื้อโคจะเหนียวกว่าเนื้อแพะ แกะ เนื่องจากเนื้อโคมีขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อ (muscle fiber) ใหญ่ และมีปริมาณของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันมากอีกด้วย (นันทนา, 2545) อายุสัตว์ สัตว์ที่มีอายุมากเนื้อจะเหนียวกว่าสัตว์ที่มีอายุน้อย เนื่องจากปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และปริมาณของ intermolecular crosslinks ที่เพิ่มขึ้น สำหรับในเรื่องเพศกล้ามเนื้อของสัตว์เพศผู้มีความเหนียวมากกว่ากล้ามเนื้อสัตว์เพศเมีย เพราะสัตว์เพศผู้มีกิจกรรมต่างๆ มากกว่า สำหรับชนิดของกล้ามเนื้อ การทำงานของกล้ามเนื้อในร่างกายแต่ละส่วน มีความแตกต่างกันต่อเนื้อเกี่ยวพัน เช่น กล้ามเนื้อที่มีการทำงานหนักและทำหน้าที่รองรับน้ำหนักมากๆ จะมีปริมาณของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันสูง ประกอบกับคุณภาพของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันต่ำ ส่งผลให้เนื้อมีความเหนียวมากขึ้น (จุฑารัตน์, 2540; Lawrie, 1991; Warriss, 2000; Xiong *et al.,* 1999) นอกจากนี้

ปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ การเปลี่ยนแปลงทางเคมีในกล้ามเนื้อภายหลังการฆ่าและระยะเวลาในการบ่มเนื้อก็มีผลต่อความนุ่มเหนียวของเนื้ออีกด้วย (จุฑารัตน์, 2540) ทั้งนี้ ความนุ่มเหนียวของเนื้อสามารถทำการตรวจวัดได้โดยการชิมของคน และการตรวจวัดค่าแรงตัดผ่าน (shear force) โดยใช้เครื่องมือกล เช่น เครื่อง Warner-Blatzer shear เป็นต้น (สัญชัย, 2543) ความนุ่มของเนื้อผันแปรตามปริมาณของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันและการหดตัวของเส้นใยโปรตีนแอกโตไมโอซิน (actomyosin) โดยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันจะเพิ่มมากขึ้นอย่างช้าๆ เมื่อสัตว์อายุมากขึ้น (Warriss, 2000)

Dhanda และคณะ (2003) พบว่าแพะลูกผสมกลุ่ม chevon มีค่าแรงตัดผ่านสูงกว่าแพะกลุ่ม cabrito ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.2 เปรียบเทียบกับ 3.2 กิโลกรัม และเมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของพันธุ์ พบว่า แพะลูกผสม Saanen x Feral มีค่าสูงที่สุด (4.6 กิโลกรัม) และแพะลูกผสม Boer x Feral มีค่าแรงตัดผ่านต่ำที่สุด (3.7 กิโลกรัม) (ตารางที่ 1) ขณะที่ Johnson และคณะ (1995) พบว่าอิทธิพลของพันธุ์ไม่มีผลต่อค่าแรงตัดผ่าน โดยศึกษาในแพะพันธุ์ Florida native, Nubian x Florida native และ Spanish x Florida native โดยในกล้ามเนื้อสันนอกของแพะทั้งสามพันธุ์มีค่าแรงตัดผ่านอยู่ในช่วง 5.7-6.2 กิโลกรัม และในกล้ามเนื้อ *B. femoris*, *Semimembranosus* มีค่าแรงตัดผ่านอยู่ในช่วง 5.7-6.3 และ 6.3-7.6 กิโลกรัม ตามลำดับ และในกล้ามเนื้อของแพะเพศผู้มีค่าแรงตัดผ่าน (6.5 กิโลกรัม) สูงกว่าแพะเพศเมีย (5.0 กิโลกรัม) และพบว่าในกล้ามเนื้อสะโพกของแพะเพศผู้มีค่าแรงตัดผ่าน (6.6 กิโลกรัม) สูงกว่าแพะเพศเมีย (4.9 กิโลกรัม) และแพะเพศผู้ตอน (6.1 กิโลกรัม) อีกด้วย

นอกจากนี้ความแตกต่างของระบบการเลี้ยง Johnson และ McGowan (1998) พบว่าระบบการเลี้ยงแพะ (แบบประณีตและแบบกึ่งประณีต) ไม่มีผลทำให้กล้ามเนื้อสันนอก และกล้ามเนื้อ *B. femoris* ของแพะพันธุ์ Florida native แตกต่างกัน ($P>0.05$) ส่วน Lee และคณะ (2008) พบว่าชนิดของอาหารไม่มีผลทำให้ค่าแรงตัดผ่านในกล้ามเนื้อสันนอกของแพะลูกผสม Boer x Spanish แตกต่างกัน ($P>0.05$) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 3.10-3.79 กิโลกรัม ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Kannan และคณะ (2006) พบว่าอิทธิพลของระดับโภชนะในอาหารไม่มีผลต่อค่าแรงตัดผ่าน (มีค่าอยู่ในช่วง 3.15-3.48 กิโลกรัม) อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างของเนื้อสัมผัสขึ้นอยู่กับอายุ เพศ และสภาวะการเลี้ยง (Lawrie, 1991; Warriss, 2000) ส่วนเส้นใยกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันมีผลต่อความนุ่มเหนียวของเนื้อโดยโครงสร้างกล้ามเนื้อที่มีปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันสูงทำให้เนื้อมีความเหนียวเพิ่มขึ้น (Xiong *et al.*, 1999)

องค์ประกอบทางเคมี

โดยทั่วไปคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อสัตว์ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ ซึ่งจะแตกต่างกันตามชนิดของสัตว์ และปริมาณโภชนะที่สัตว์ได้รับ (Lawrie, 1991; Warriss, 2000) และสอดคล้องกับ Xiong และคณะ (1993) พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อที่แตกต่างกันมีความสัมพันธ์กับสายพันธุ์ของสัตว์ และในซากเดียวกันยังมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน สำหรับองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อแพะ (ตารางที่ 2) ได้จำแนกไว้ดังนี้

คุณค่าทางโภชนะ (nutritive values)

คุณค่าทางโภชนะเป็นคุณสมบัติที่สำคัญต่อการบริโภค ทั้งนี้คุณค่าทางโภชนะของเนื้อขึ้นอยู่กับปริมาณของโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ไวตามิน และแร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของเนื้อสัตว์ โดยคำนึงถึงประโยชน์ต่อร่างกายมนุษย์ คุณค่าทางโภชนาการที่สำคัญมากของเนื้อสัตว์ คือ เป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่มีคุณภาพและคุณค่าทางชีวภาพสูง กล่าวคือ มีกรดอะมิโนที่จำเป็น วิตามิน และแร่ธาตุครบถ้วน นอกจากนี้มีกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายด้วย ดังนั้นเนื้อสัตว์จึงจัดเป็นอาหารโปรตีนที่มีคุณภาพสูง มีการย่อยได้ของโปรตีนสูงถึง 95 เปอร์เซ็นต์ (ชัยณรงค์, 2529) ทั้งนี้ โดยทั่วไปเนื้อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจะมีความชื้น โปรตีน ไขมัน เกลือแร่ โดยเฉลี่ย เท่ากับ 75, 19, 2.5, และ 0.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่เหลืออีกประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยไกลโคเจน วิตามิน และกรดแลกติก (Lawrie, 1991)

สำหรับคุณค่าทางโภชนะของกล้ามเนื้อแพะ Tshabalala และคณะ (2003) รายงานว่ากล้ามเนื้อแพะพันธุ์บอร์และแพะพื้นเมืองแอฟริกามีเปอร์เซ็นต์โปรตีนและไขมันแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยพบว่าแพะพื้นเมืองแอฟริกามีเปอร์เซ็นต์โปรตีน (24.3 เปรียบเทียบกับ 22.8 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าแพะพันธุ์บอร์แต่มีปริมาณไขมัน (7.9 เปรียบเทียบกับ 10.5 เปอร์เซ็นต์) ต่ำกว่าแพะพันธุ์บอร์ และพบว่ากล้ามเนื้อของแพะทั้งสองพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นและเถ้าไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ขณะที่ Sheradin และคณะ (2003) พบว่าแพะพันธุ์บอร์ทั้งสองกลุ่ม (ขุน 28 วันก่อนฆ่า และ ขุน 56 วันก่อนฆ่า) มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 17.0-17.7 เปอร์เซ็นต์ แต่มีปริมาณไขมันสูงถึง 13.5-21.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณโปรตีนต่ำกว่าการรายงานของ Schönfeldt และคณะ (1993) โดยในกล้ามเนื้อแพะพันธุ์บอร์ และพันธุ์แองโกร่ามีปริมาณโปรตีนสูงถึง 29.1-29.2 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) ซึ่งน่าเป็นผลมาจากความแตกต่างของพันธุ์แพะ สภาพแวดล้อม และระดับของโภชนะในอาหารที่ใช้ศึกษาต่างกัน ทั้งนี้การที่คุณค่าทางโภชนะในกล้ามเนื้อสัตว์นั้นมี

ความแตกต่างกัน อาจเป็นผลจากปัจจัยหลายประการที่มีความสัมพันธ์กัน เช่น ความแตกต่างทางพันธุกรรม อายุ คุณค่าทางโภชนะที่สัตว์ได้รับ รวมทั้งความแตกต่างของสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะมีผลต่อการสะสมระดับโภชนะต่างๆ ในร่างกาย (ชัยณรงค์, 2529; สัญชัย, 2543; Edey, 1983; Warriss, 2000)

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อแพะพันธุ์ต่างๆ

สายพันธุ์	เปอร์เซ็นต์			
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า
แพะพันธุ์บอร์ [/1]	69.4	22.8	10.5	0.95
แพะพื้นเมืองแอฟริกา [/1]	69.8	24.3	7.9	0.97
แพะพันธุ์บอร์ [/2] (ขุน 28 วันก่อนฆ่า)	65.1	17.7	13.5	3.4
แพะพันธุ์บอร์ [/2] (ขุน 56 วันก่อนฆ่า)	59.5	17.0	21.2	2.9
แพะพันธุ์บอร์ [/3]	64.4	29.2	-	-
แพะพันธุ์แองโกร่า [/3]	64.2	29.1	4.4	1.0

- ไม่ได้เสนอไว้ในรายงานหรือไม่ระบุ

ที่มา : ดัดแปลงจาก [/1] Tshabalala และคณะ (2003); [/2] Sheradin และคณะ(2003), [/3] Schönfeldt และคณะ (1993)

ปริมาณคอลลาเจน (collagen)

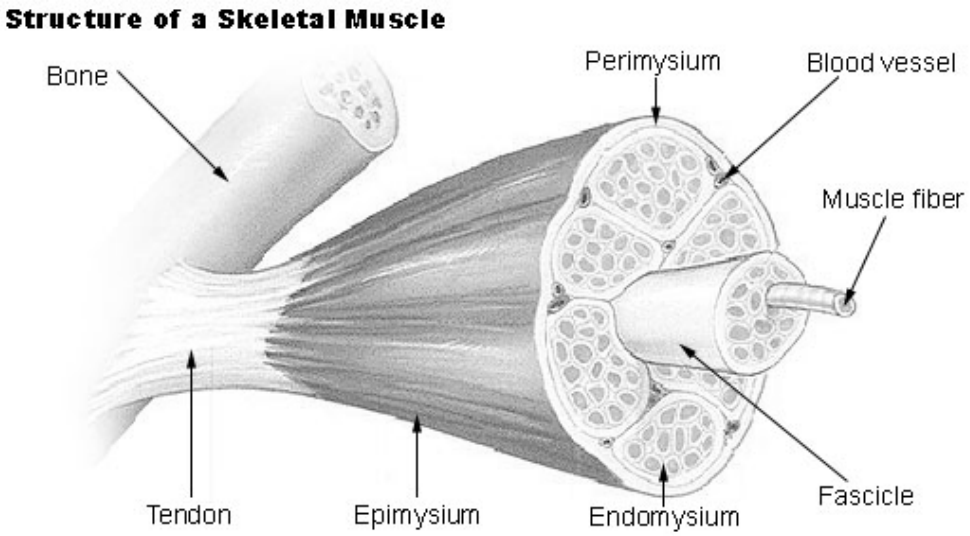
สำหรับคอลลาเจนจัดเป็นโปรตีนที่มีอยู่ประมาณร้อยละ 30 ของโปรตีนจากเนื้อเยื่อเกี่ยวพันทั้งหมด (จุฑารัตน์, 2540) คอลลาเจนจัดเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มีปริมาณมากที่สุดและมีผลต่อคุณภาพเนื้อในแง่ของความนุ่มเหนียวของเนื้อมากที่สุด ทั้งนี้เพราะปริมาณ intermolecular crosslink ที่เป็นตัวที่ทำหน้าที่เชื่อมโมเลกุลของคอลลาเจนเข้าด้วยกัน ดังนั้นเนื้อสัตว์ที่มีปริมาณคอลลาเจนสูงจึงมีระดับของความเหนียวสูงขึ้น ยิ่งไปกว่านั้นกล้ามเนื้อส่วนที่มีการทำงานหนักหรือรองรับน้ำหนักมากๆ เช่น ขาและไหล่ก็จะมีความเหนียวกว่าเพราะมีปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันสูง แต่หากเป็นกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่เป็นโครงร่างเช่นกล้ามเนื้อสันนอกและสันในก็จะมีปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันต่ำเนื้อจึงมีความนุ่มกว่า และได้จำแนกชนิดของเส้นใยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันในกล้ามเนื้อจำแนกออกเป็น 3 ชนิด (ชัยณรงค์, 2529; Lawrie, 1991) คือ

1) คอลลาเจน เป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มีอยู่ในร่างกายสัตว์สูงที่สุดมีลักษณะที่สังเกตได้คือ เป็นเส้นเล็กๆ ยาวและหยิกหยอง (wavy) ซึ่งจะอยู่เป็นเส้นเดี่ยวหรืออยู่เป็นมัดก็ได้ คือ เอ็น (tendon) ทำหน้าที่เชื่อมกล้ามเนื้อเข้าด้วยกันกับกระดูก คอลลาเจนมีสีขาวและมีความยืดหยุ่นต่ำ เมื่อถูกความร้อนจะแปรสภาพเป็นเจลาติน (gelatin)

2) อิลาสติน (elastin) เป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มีอยู่ในปริมาณต่ำกว่าคอลลาเจนมาก อิลาสตินมีลักษณะคล้ายๆ ยางจึงเรียกว่า rubbery protein พบมากใน ligaments ผนังเส้นเลือด ตลอดจนในที่ต่างๆ ภายในกล้ามเนื้อด้วย พบได้ง่ายที่สุดคือ เอ็นที่คอของสัตว์ จะพาดตามยาวจากหัว สันคอหลัง ไปจนถึงบริเวณสะโพกและก้น เอ็นเส้นนี้ทำหน้าที่หลักคือ ช่วยดึงกระดูกบริเวณก้น และอิลาสตินไม่สลายตัวหรือแปรสภาพเป็นเจลาตินเหมือนคอลลาเจน

3) เรติคูลิน (reticulin) ประกอบไปด้วยเส้นใยเล็กๆ ซึ่งจะสร้างเป็นเครือข่ายอยู่รอบๆ เซลล์เส้นเลือดระบบประสาท และโดยเฉพาะอย่างยิ่งจะทำหน้าที่เชื่อมระหว่าง endomysium กับ sarcolemma ที่อยู่รอบๆ เซลล์กล้ามเนื้อนั่นเอง

หากสังเกตด้วยสายตาจะเห็นว่าก้อนเนื้อถูกห่อหุ้มอยู่ด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่เรียกว่า อิพิไมเซียม (epimysium) (ส่วนใหญ่เป็นคอลลาเจนและ อิลาสติน) ในก้อนกล้ามเนื้อจะพบเส้นใยประสาทและหลอดเลือดอยู่ข้างใน โดยจะโผล่ออกนอกมัดกล้ามเนื้อและต่อจากชั้นอิพิไมเซียมแทรกเข้าไปภายในกล้ามเนื้อแล้วห่อหุ้มรอบหน่วยเล็กลงไปอีก เรียกว่า fasciculi หรือ muscle bundle จะเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นเพอริไมเซียม (perimysium) ภายใน muscle bundle ก็จะประกอบไปด้วยหน่วยเล็กลงไปอีก เรียกว่า เส้นใยกล้ามเนื้อ (myofibril) ถูกห่อหุ้มด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นเอนโดไมเซียม (endomysium) (ชัยณรงค์, 2529; Lawrie, 1991) ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 โครงสร้างของกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันทั้ง 3 ชนิด

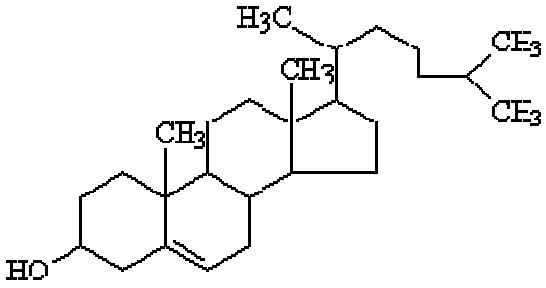
ที่มา : Anonymous (2007)

เนื่องจาก เนื้อเยื่อเกี่ยวพันมีบทบาทสำคัญต่อความนุ่มเหนียวของเนื้อและผลิตภัณฑ์เนื้อ (Xiong *et al*., 1999) ดังที่ Palka และ Daun (1999) ได้กล่าวว่า เนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่แทรกระหว่างกล้ามเนื้อมีความสำคัญมากเมื่อพิจารณาถึงคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อ แม้ว่าปริมาณคอลลาเจนซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันดังกล่าวจะมีปริมาณเพียงเล็กน้อย แต่ก็เป็นปัจจัยหลักในการประเมินความเหนียวของเนื้อ ทั้งนี้ปริมาณ สมบัติ และโครงสร้างของคอลลาเจนซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นหนังแทรกจะแปรเปลี่ยนไปตามอายุของสัตว์ ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของกล้ามเนื้อ (Liu *et al*., 1996; Foegeding and Lanier, 1996) เมื่อการครอสริงค์ (crosslink) ของคอลลาเจนเพิ่มขึ้นจะทำให้การละลายของคอลลาเจนลดลงและความคงตัวต่อความร้อนเพิ่มขึ้น (Rochdi *et al*., 2000) ซึ่งจะมีความสัมพันธ์ต่อความนุ่มเหนียวของเนื้อ (Miller, 1994) สำหรับปริมาณคอลลาเจนในกล้ามเนื้อของแพะ Casey (1992) รายงานว่าปริมาณคอลลาเจนในกล้ามเนื้อแพะพันธุ์บอร์พบว่า กล้ามเนื้อของแพะมีปริมาณคอลลาเจนเฉลี่ยเท่ากับ 5.0 มิลลิกรัม/กรัมเนื้อ และมีปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้เฉลี่ยเท่ากับ 32.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ Kannan และคณะ (2006) พบว่าปริมาณคอลลาเจนในกล้ามเนื้อแพะไม่มีความสัมพันธ์กับระดับโปรตีนและพลังงานที่ได้รับ โดยในกล้ามเนื้อสันนอกของแพะมีปริมาณคอลลาเจนทั้งหมดอยู่ในช่วง 3.65-4.52 มิลลิกรัม/กรัมเนื้อ และปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้มีค่าอยู่ในช่วง 12.60-21.60 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม พันธุ์สัตว์ และชนิดสัตว์ อายุ รูปแบบการเลี้ยง รวมทั้งชนิดของกล้ามเนื้อที่แตกต่างกันล้วนเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการสะสมของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันในกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ของร่างกายสัตว์ ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับปริมาณคอลลาเจนในกล้ามเนื้อสัตว์อีกด้วย (ชัยณรงค์, 2529; สัญชัย, 2543; Edey, 1983; Lawrie, 1991)

คอเลสเตอรอล (cholesterol)

คอเลสเตอรอล เป็นอนุพันธ์ของไขมันมีสูตรโครงสร้างหลักเป็นวงแหวนไคโคลเพนทาโน ฟีแนนทรีน (cyclopentanophenantrene ring) เช่นเดียวกับเกลือน้ำดี (bile salt) ดังแสดงในภาพที่ 4 คอเลสเตอรอลจัดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสมองและเป็นสารต้นตอของสเตอรอยด์ (steroid) ชนิดอื่นๆ เช่น วิตามินดี ฮอร์โมนเพศ ฮอร์โมนจากต่อมหมวกไต และกรดน้ำดี ซึ่งสารเหล่านี้มีความสำคัญต่อตัวสัตว์ เพราะมีผลต่อการพัฒนาการทางเพศ การอุ้มท้อง การดูดซึมแคลเซียม วิตามินดีและไขมัน และยังเป็นส่วนประกอบสำคัญของเซลล์ต่างๆ ในร่างกายมนุษย์ แต่ถ้าร่างกายมีคอเลสเตอรอลในปริมาณที่มากเกินไปก็อาจจะทำให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพ

โดยอาจทำให้เกิดเส้นเลือดแข็งตัวและเส้นเลือดอุดตัน อีกทั้งในร่างกายมนุษย์ยังสามารถสังเคราะห์ได้ ดังนั้นปริมาณคอเลสเตอรอลในอาหารจึงไม่ได้เป็นตัวบ่งชี้ถึงระดับคอเลสเตอรอลในเลือดโดยตรง แต่การบริโภคอาหารที่มีแคลอรีสูง หรืออาหารที่ปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวสูงมักจะทำให้ผู้บริโภคได้รับไขมันมากเกินกว่าระดับความต้องการของร่างกาย (บุญล้อม, 2541; Romans *et al*., 1994)



ภาพที่ 4 สูตรโครงสร้างทางเคมีของคอเลสเตอรอล
ที่มา : ดัดแปลงจาก บุญล้อม (2541)

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อแพะ Pond และ Maner (1984) รายงานว่า เนื้อแพะมีปริมาณคอเลสเตอรอลประมาณร้อยละ 76 มิลลิกรัม ซึ่งสูงกว่าเนื้อโค และเนื้อแกะ (70 มิลลิกรัม) และเนื้อสุกร (60 มิลลิกรัม) อย่างไรก็ตาม แม้ว่าเนื้อแพะจะมีปริมาณคอเลสเตอรอลสูง แต่เนื้อแพะมีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid) ต่ำกว่าเนื้อโค เนื้อสุกร และเนื้อไก่ ดังนั้นผู้บริโภคเนื้อแพะจึงมีความเสี่ยงที่จะเป็นโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือดต่ำกว่าการบริโภคเนื้อโค เนื้อสุกร และเนื้อแกะ ขณะที่ Park และคณะ (1991) พบว่ากล้ามเนื้อ-สันนอกและกล้ามเนื้อสะโพกของแพะมีปริมาณคอเลสเตอรอล เท่ากับ 58 และ 70 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ แต่จะเห็นว่ากล้ามเนื้อแพะนั้นมีปริมาณไขมันต่ำกว่าเนื้อแกะ เนื้อโค และเนื้อสุกร ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับข้อสรุปของ Pond และ Maner (1984) และ Park และคณะ (1991) นอกจากอิทธิพลของพันธุ์ที่มีผลทำให้ปริมาณคอเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อต่างกันแล้วนั้น Madruga และคณะ (2001) ยังพบว่าอิทธิพลระหว่างเพศและอายุฆ่าก็มีผลทำให้ปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อแตกต่างกันอีกด้วย โดยกล้ามเนื้อแพะเพศผู้ตอนและไม่ตอนมีปริมาณคอเลสเตอรอล เท่ากับ 62.5 และ 58.0 มิลลิกรัม/100 กรัม และยังพบว่าอิทธิพลของอายุแพะ (175-310 วัน) ก็มีผลทำให้ปริมาณคอเลสเตอรอลแตกต่างกัน ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 52-74 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Beserra และคณะ (2004) ที่รายงานว่า ปริมาณคอเลสเตอรอลที่สะสม

ในกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์ช่วงอายุของแพะ โดยพบว่าลูกแพะที่มีอายุประมาณ 4-6 เดือน มีปริมาณคอเลสเตอรอล 20.5-28.5 มิลลิกรัม/100 กรัม แต่เมื่อแพะมีอายุมากขึ้นปริมาณคอเลสเตอรอลที่สะสมในกล้ามเนื้อก็เพิ่มสูงขึ้น โดยมีค่าอยู่ในช่วง 42.2-71.4 มิลลิกรัม/100 กรัม ซึ่งสอดคล้องกับข้อสรุปของ Addrizzo (2002) Casey (1992) และ Madruga และคณะ (2001) ทั้งนี้ปริมาณคอเลสเตอรอลที่สะสมในกล้ามเนื้อจึงมีความสัมพันธ์กับอายุ ชนิดของอาหารที่แพะได้รับ รวมทั้ง พันธุกรรม (สัญชัย, 2543; Lawire, 1991; Warriss, 2000)

ตารางที่ 3 ปริมาณไขมันและคอเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อสัตว์ชนิดต่างๆ

ชนิดสัตว์	ไขมัน (กรัม/100 กรัม)	คอเลสเตอรอล (มิลลิกรัม/100 กรัม)
แพะ		
L. dorsi[/1]	3.2	60.3
L. dorsi[/2]	2.3	58.0
B. femoris[/2]	2.0	70.0
แกะ[/3]		
L. dorsi	8.4	72.4
Semimembranosus	7.4	75.4
โค[/3]		
L. dorsi	7.1	67.8
Semimembranosus	6.5	83.4
สุกร[/3]		
L. dorsi	7.5	70.2
Semimembranosus	7.9	74.2

ที่มา : ดัดแปลงจาก [/1] Madruga และคณะ (2001); [/2] Park และคณะ (1991); [/3] Swize และคณะ (1992)

กรดไขมัน (Fatty acid)

กรดไขมันในพืชและสัตว์เป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ที่อยู่ในไขมัน น้ำมัน และฟอสโฟกลีเซอไรด์เป็นส่วนใหญ่ที่พบในรูปของกรดไขมันอิสระมีน้อยมาก อย่างไรก็ตาม กรดไขมันที่พบในพืชและสัตว์โดยทั่วไปมีกลุ่มคาร์บอกซิล (COOH) เพียงกลุ่มเดียว และจำนวนคาร์บอนในโมเลกุลของกรดไขมันเป็นเลขคู่เสมอ พันธะระหว่างคาร์บอนอะตอมในโมเลกุลของกรดไขมันมีทั้งพันธะเดี่ยวและพันธะคู่ (นิธิยา, 2548)

เมื่อจำแนกชนิดของกรดไขมันในเนื้อสัตว์ พบว่ากรดไขมันที่มีพันธะเดี่ยวทั้งหมดนั้นจัดเป็น กรดไขมันชนิดอิ่มตัว (saturated fatty acid; SFA) ส่วนกรดไขมันที่มีพันธะคู่จัดเป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid; UFA) ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็นกลุ่ม คือ กรดไขมันที่มีพันธะคู่เพียง 1 คู่ เรียกว่า กรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงเดี่ยว (monounsaturated fatty acid; MUFA) และกรดไขมันที่มีพันธะคู่มากกว่า 1 คู่ เรียกว่า กรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงซ้อน (polyunsaturated fatty acid; PUFA) ซึ่งสามารถจำแนกกรดไขมันชนิดต่างๆ ที่พบโดยทั่วไปได้ดังแสดงในตารางที่ 4 (นิธิยา, 2548) ทั้งนี้ กลุ่มของกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่ๆ แรกอยู่ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3 นับจากปลาย methyl จัดเป็นกรดไขมันที่จำเป็น คือ กลุ่ม omega-3 ซึ่งร่างกายไม่สามารถสร้างได้ เช่น Linolenic acid, Eicosapentaenoic acid (EPA), Docosahexaenoic acid (DHA) พบมากใน น้ำมันดอกคำฝอย น้ำมันดอกพริมโรส ปลาทะเลน้ำลึก เช่น ปลาทูน่า ปลาซาร์ดีน ปลาเมนฮาเดน เป็นต้น และกลุ่มของกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่ๆ แรกอยู่ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 6 นับจากปลาย methyl จัดเป็นกรดไขมันที่จำเป็นเช่นกัน คือ กลุ่ม omega-6 ซึ่งร่างกายไม่สามารถสร้างได้ เช่น Linoleic acid และArachidonic acid พบมากในเนื้อสัตว์ และเมล็ดธัญพืช เป็นต้น (Voet and Voet, 1990 อ้างโดย สัญชัย และคณะ, 2544)

ตารางที่ 4 กรดไขมันชนิดต่างๆ ที่พบโดยทั่วไป

สัญลักษณ์	ชื่อสามัญ
C10:0	Capric
C12:0	Lauric
C14:0	Myristic
C16:0	Palmitic
C18:0	Stearic
C16:1	Palmitoleic
C18:1	Oleic
C18:2	Linoleic
C18:3	Linolenic
C20:4	Arachidonic
C20:5	Eicosapentaenic (EPA)
C22:6	Docosahexaenic (DHA)

ที่มา : ดัดแปลงจาก นิธิยา (2548)

โดยปกติ ในคนและสัตว์ไม่สามารถสร้าง omega-3 และ omega-6 เองได้ เพราะการสร้างกรดไขมันไม่อิ่มตัวในคนและสัตว์จะเกิดที่พันธะคู่แรกที่ตำแหน่งคาร์บอนที่ 9 นับไปทางหมู่ COO- ส่วนในพืชจะเกิดที่พันธะคู่แรกที่ตำแหน่งคาร์บอนที่ 3 นับจากปลาย methyl จึงเรียกว่า omega-3 ดังนั้นในคนและสัตว์จึงไม่มีโอกาสสร้าง omega-3 และ omega-6 ในร่างกายได้ต้องได้รับสารตั้งต้นจากอาหารก่อน ซึ่งสารตั้งต้นของ omega-6 คือ Linoleic acid พบในน้ำมันพืชทั่วไปและสัตว์บก ส่วนสารตั้งต้นของ omega-3 คือ Linolenic acid พบมากในสาหร่ายน้ำจืด-เค็ม พืชสีเขียว แบคทีเรีย แพลงค์ตอน และน้ำมันพืชบางชนิด เช่น น้ำมันข้าวโพด ถั่วเหลือง เมล็ดลินซีด (คณิต, 2537)

สำหรับชนิดและปริมาณกรดไขมันในกล้ามเนื้อแพะ Mahgoub และคณะ (2002) พบว่าในกล้ามเนื้อสันนอกของแพะพันธุ์ Jebel Akhdar มีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวเฉลี่ยเท่ากับ 51.27 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด ซึ่งพบกรดปาล์มิติกและกรดสเตียริกมีปริมาณสูงถึง 24.74 และ 18.72 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด และมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวและเชิงซ้อนเฉลี่ยเท่ากับ 43.47 และ 5.09 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด ขณะที่ Tshabalala และคณะ (2003) รายงานว่ากล้ามเนื้อแพะพันธุ์บอร์และแพะพื้นเมืองแอฟริกาที่เลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็มหญ้า พบว่ามีปริมาณกรดไขมันแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยแพะพื้นเมืองแอฟริกามีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (42.5 เปรียบเทียบกับ 41.9 เปอร์เซ็นต์) และเชิงซ้อน (3.9 เปรียบเทียบกับ 3.4 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าแพะพันธุ์บอร์ ตามลำดับ นอกจากนี้ Madruga และคณะ (2001) พบว่าการตอนแพะมีผลทำให้ชนิดและปริมาณกรดไขมันในเนื้อแตกต่างกัน ($P<0.05$) โดยพบว่าแพะเพศ-ผู้มีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวสูงถึง 48.8 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด ซึ่งพบกรดสเตียริกและกรดปาล์มิติกมีปริมาณสูงถึง 23.9 และ 19.86 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด และพบว่าในกล้ามเนื้อแพะเพศผู้ตอนมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงกว่าแพะเพศผู้ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 53.6 เปรียบเทียบกับ 49.2 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด และมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนเฉลี่ยเท่ากับ 5.42 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด (แสดงในตารางที่ 5) อย่างไรก็ตาม ชนิดและปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวในเนื้อและไขมันสัตว์จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 6 ทั้งนี้ สอดคล้องกับข้อสรุปของ Warriss (2000) และ Webb และคณะ (2005) ที่กล่าวว่า ชนิดและปริมาณของกรดไขมันในกล้ามเนื้อขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ชนิดของสัตว์ พันธุ์ เพศ อายุ อาหารรวมทั้งสภาพแวดล้อมในการเลี้ยงสัตว์ ซึ่งสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพของไขมันในเนื้อสัตว์ได้

ตารางที่ 5 ชนิดและปริมาณกรดไขมันในเนื้อแพะพันธุ์ต่างๆ (เปอร์เซ็นต์)

กรดไขมัน	พันธุ์แพะ			
	แพะพันธุ์บอร์[/1]	แพะพื้นเมืองแอฟริกา[/1]	แพะพันธุ์โอมานี[/2]	แพะพันธุ์เมสติโค[/3]
C14:0	6.1	6.0	4.31	1.91
C15:0	0.7	0.8	1.04	1.20
C16:0	21.3	19.5	24.74	19.86
C16:1	3.3	3.1	6.88	3.21
C17:0	2.3	2.4	1.91	1.91
C18:0	20.4	20.0	18.72	23.9
C18:1	36.7	37.7	36.51	38.0
C18:2	-	-	4.08	4.17
C18:3	3.4	3.9	0.17	0.63
C20:1	1.8	1.6	-	-
C20:4	-	-	0.82	-
กรดไขมันอิ่มตัว	54.7	53.6	51.27	48.8
กรดไขมันไม่อิ่มตัว	45.3	46.4	48.73	49.2
ชนิดเชิงเดี่ยว	41.9	42.5	43.47	41.21
ชนิดเชิงซ้อน	3.4	3.9	5.09	4.80

- ไม่ได้เสนอไว้ในรายงานหรือไม่ระบุ

ที่มา : ดัดแปลงจาก [/1] Tshabalala และคณะ (2003); [/2] Mahgoub และคณะ (2002); [/3] Madruga และคณะ (2001)

ตารางที่ 6 ปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวในเนื้อและไขมันสัตว์ชนิดต่างๆ

แหล่งข้อมูล	กรดไขมันอิ่มตัว (เปอร์เซ็นต์)	กรดไขมันไม่อิ่มตัว (เปอร์เซ็นต์)	
		เชิงเดี่ยว	เชิงซ้อน
เนื้อแดง			
โค[/1]	53.85	46.10	0.88
แพะ[/1]	35.54	53.04	11.27
แกะ[/2]	52.8	43.9	3.3
กวาง[/3]	57.2	40.4	2.3
สุกร[/3]	37.5	49.9	12.6
ไก่[/4]	48.76	41.82	9.42
ไขมัน			
แพะ[/1]	53	44	1.5
แกะ[/3]	57	37	5.5
โค[/5]	54	44	2.0
สุกร[/5]	40	46	14
ไก่[/5]	40	38	22

ที่มา : ดัดแปลงจาก [/1] Banskalieva และคณะ (2000); [/2] Tshabalala และคณะ (2003); [/3]นันทนา (2545); [/4] Wattanachant และคณะ (2004); [/5] นิธิยา (2545)

โครงสร้างระดับจุลภาค (Microsturcture)

Liu และคณะ (1996) พบว่า ปริมาณคอลลาเจนและโครงสร้างของเนื้อเยื่อเกี่ยว-พันชั้นเพอริไมเซียม เป็นปัจจัยหลักในการประเมินความเหนียวของเนื้อสัตว์ ซึ่งปริมาณ คุณสมบัติและโครงสร้างของคอลลาเจนซึ่งเป็นประกอบหลักของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นหนังแทรกจะแปรเปลี่ยนไปตามอายุของสัตว์ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของกล้ามเนื้อ (El, 1995; Liu *et al*., 1996; Pearson and Young, 1989) โมเลกุลคอลลาเจนในเนื้อเยื่อเกี่ยวพันจะเปลี่ยนคุณสมบัติและโครงสร้างตามอายุโดยจะมีความทนทานต่อความร้อนและแรงดึงมากขึ้นเมื่อการครอสริงค์ของคอลลาเจนเพิ่มขึ้นจะทำให้การละลายของคอลลาเจนลดลงและความคงทนต่อความร้อนเพิ่มขึ้น ซึ่งจะมีความสัมพันธ์ต่อความนุ่มเหนียวของเนื้อ (Foegeding and Lanier, 1996; Pearson and Young, 1989)

สำหรับการศึกษาโครงสร้างระดับจุลภาคของเนื้อแพะ Zochowaka และคณะ (2005) ได้ศึกษาความหนาของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นเพอริไมเซียม และเอนโดไมเซียมในกล้ามเนื้อ *Semimembranosus* และ *B. femoris* ของแพะพันธุ์บอร์ โดยรายงานว่าในกล้ามเนื้อ *Semimembranosus* ของแพะกลุ่มที่มีน้ำหนักฆ่าน้อย (20 กิโลกรัม) มีความหนาของเนื้อเยื่อ-เกี่ยวพันทั้งสองชั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.99 และ 2.22 ไมโครเมตร ซึ่งมีค่าน้อยกว่าแพะกลุ่มที่มีน้ำหนักฆ่า 60 กิโลกรัม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.74 และ 2.65 ไมโครเมตร สำหรับในกล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* พบว่าแพะกลุ่มที่มีน้ำหนักฆ่า 60 กิโลกรัม มีความหนาของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันทั้งสองชั้นสูงกว่าเช่นกัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.26 และ 2.89 ไมโครเมตร ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Liu และคณะ (1996) ดังกล่าวข้างต้น

Kannan และคณะ (2006) ได้ศึกษาระดับโภชนะในอาหารที่มีผลต่อโครงสร้าง-ทางจุลภาคพบว่า อิทธิพลของระดับโภชนะในอาหารไม่มีผลต่อความยาวซาร์โคเมียร์ในกล้ามเนื้อสันนอกของแพะ (ได้แก่ ระดับโปรตีนต่ำ เท่ากับ 12 เปอร์เซ็นต์, ระดับโปรตีนสูง เท่ากับ 18 เปอร์เซ็นต์, ระดับพลังงานต่ำ เท่ากับ 2.50 เมกกะแคลอรี/กิโลกรัม และระดับพลังงานสูง เท่ากับ 2.90 เมกกะแคลอรี/กิโลกรัม) โดยพบว่ามีความยาวซาร์โคเมียร์อยู่ในช่วง 1.61-1.74 ไมโครเมตร ขณะที่ Kadim และคณะ (2006) พบว่าความยาวซาร์โคเมียร์ในกล้ามเนื้อแพะ Omani (พันธุ์ Batina, Dhofari และ Jabal Akhdar) ไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) โดยในกล้ามเนื้อสันนอกของแพะทั้งสามพันธุ์มีความยาวซาร์โคเมียร์อยู่ในช่วง 1.7-1.8 ไมโครเมตร สำหรับความยาวซาร์โคเมียร์ในกล้ามเนื้อ *B. femoris* และ *Semitendinosus* ของแพะทั้ง 3 พันธุ์ คือ Batina, Dhofari และ Jabal Akhdar มีความยาวซาร์โคเมียร์อยู่ในช่วง 1.8 ไมโครเมตร และ1.8-1.9 ไมโครเมตร ตามลำดับ

สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อโครงสร้างทางจุลภาคนั้น Jones และคณะ (1977) รายงานว่า โครงสร้างของกล้ามเนื้อมีผลเกี่ยวข้องกับคุณภาพเนื้อ โดยเฉพาะลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัส โครงสร้างของกล้ามเนื้อที่มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสหรือความนุ่มเหนียวของเนื้อ ได้แก่ ความหนาของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นเพอริไมเซียม และขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ ซึ่งผันแปรไปตามอายุของสัตว์ ตำแหน่งของกล้ามเนื้อ พันธุ์สัตว์ รูปแบบการเลี้ยงสัตว์ รวมทั้งชนิดของอาหารที่สัตว์กิน (Lawrie, 1991; Ozawa *et al*., 2000; Warriss, 2000)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพของกล้ามเนื้อแพะพื้นเมือง และแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน 50% x พื้นเมือง 50% เพศผู้ ที่เลี้ยงแบบประณีต (intensive) และแบบกึ่งประณีต (semi-intensive)
2. เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อแพะพื้นเมือง และแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน 50% x พื้นเมือง 50% เพศผู้ ที่เลี้ยงแบบประณีต และแบบกึ่งประณีต
3. เพื่อศึกษาโครงสร้างทางจุลภาคของกล้ามเนื้อแพะพื้นเมือง และแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน 50% x พื้นเมือง 50% เพศผู้ ที่เลี้ยงแบบประณีต และแบบกึ่งประณีต

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

วัสดุ และอุปกรณ์

1. แพะพื้นเมือง เพศผู้ จำนวน 20 ตัว น้ำหนักตัวเฉลี่ย 15.52±1.33 กิโลกรัม และแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน 50% x พื้นเมือง 50% เพศผู้ จำนวน 20 ตัว มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 16.45±2.38 กิโลกรัม โดยแพะทั้งสองพันธุ์มีอายุประมาณ 12-13 เดือน
2. อาหารข้นสำหรับเลี้ยงแพะตลอดการทดลอง (ตารางที่ 7)
3. โรงเรือนและอุปกรณ์สำหรับการเลี้ยงแพะ
4. อุปกรณ์ทำความสะอาดคอกและตัวสัตว์ ได้แก่ แปรงถูพื้นและไม้กวาด
5. ยาถ่ายพยาธิไอเวอร์เมกติน (ไอเดกติน, IDECTIN®) และยาถ่ายพยาธินิโคลซาไมด์ (โยเมซาน, Yomesan®)
6. แปลงหญ้าทดลองจำนวน 3 แปลง ได้แก่แปลงที่ 1, 2, และ 3 โดยมีพื้นที่ขนาดเท่ากับ 5.1, 5.6 และ 6.9 ไร่ ตามลำดับ
7. อุปกรณ์สำหรับการฆ่าและชำแหละซาก ได้แก่ มีดผ่าซาก มีดผ่าตัด เลื่อย เขียง ถุงพลาสติก ถุงมือยาง เป็นต้น
8. ห้องแช่เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สำหรับเก็บซาก
9. ถุงพลาสติก ถุงซิบสำหรับเก็บตัวอย่างชิ้นเนื้อ
10. เครื่องวัดค่าสี เครื่อง HunterLab color meter รุ่น ColorFlex ของบริษัท Hunter Associates Laboratory Inc. ประเทศสหรัฐอเมริกา
11. อุปกรณ์วิเคราะห์ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ ได้แก่ อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ถุงพลาสติกชนิดทนความร้อน (poly-bag zipper) และเครื่องชั่งไฟฟ้า 3 ตำแหน่ง
12. เครื่องวัดแรงตัดผ่านเนื้อ Texture Analyser รุ่น TA-XT2i ของบริษัท Stable Micro System ประเทศสหราชอาณาจักร

13. อุปกรณ์วิเคราะห์ความชื้น (moisture) ได้แก่ ขวดชั่ง (weighing bottle) ตู้อบ โถดูดความชื้น เครื่องชั่งไฟฟ้า 3 ตำแหน่ง
14. อุปกรณ์วิเคราะห์โปรตีนรวม (crude protein) ได้แก่ เครื่องย่อย (digestion apparatus) รุ่น 2000 Digestion system และเครื่องกลั่น (distillation apparatus) รุ่น 2200 Kjeltec ของบริษัท FOSS ประเทศสวีเดน หลอดย่อยโปรตีน (digestion tube) บีกเกอร์ ขวดรูปชมพู่ และบิวเรต
15. อุปกรณ์วิเคราะห์ไขมันรวม (crude fat หรือ ether extract) ได้แก่ ชุดเครื่องมือวิเคราะห์ไขมัน รุ่น Soxtec Avanti 2055 ของบริษัท FOSS ประเทศสวีเดน ตู้อบ โถดูดความชื้น และเครื่องชั่งไฟฟ้า 3 ตำแหน่ง
16. อุปกรณ์วิเคราะห์เถ้า (ash) ได้แก่ ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (crucible) เตาเผา (muffle furnace) โถดูดความชื้น และเครื่องชั่งไฟฟ้า 3 ตำแหน่ง
17. อุปกรณ์วิเคราะห์คอลลาเจน ได้แก่ เครื่อง homogenized เครื่อง centrifuged และเครื่องวัดค่าดูดกลืนแสง Spectrophotometer ยี่ห้อ Jasco รุ่น V-530
18. อุปกรณ์วิเคราะห์คอเลสเตอรอล และกรดไขมัน โดยใช้ Gas chromatography ใช้เครื่อง Hewlette Packard รุ่น HP 6850 ของบริษัท Hewlette Packard ประเทศสหรัฐอเมริกา
19. อุปกรณ์วิเคราะห์ความหนาชั้นเพอริไมเซียม ใช้เครื่องตัดชิ้นเนื้อชนิด Cryostat รุ่น CM 1850 ของบริษัท เค.วี ซายน์ จำกัด ประเทศเยอรมัน
20. สารเคมีสำหรับวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี
21. สารเคมีสำหรับวิเคราะห์คอลลาเจน
22. สารเคมีสำหรับวิเคราะห์เพอริไมเซียม

วิธีการทดลอง

1. แผนการทดลอง

การศึกษาครั้งนี้จัดสัตว์เข้าทดลองแบบ 2x2 แฟคตอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (2x2 factorial in completely randomized design) โดยมี 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยที่ 1 คือ พันธุ์ มี 2 พันธุ์ คือ พื้นเมือง และแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน 50% x พื้นเมือง 50% และปัจจัยที่ 2 คือ

ระบบการเลี้ยง ซึ่งมี 2 ระบบ คือ ระบบการเลี้ยงแบบประณีต และระบบการเลี้ยงแบบกึ่งประณีต ซึ่งสามารถจัดสัตว์ทดลองได้เป็น 4 ทรีตเมนต์คอมบิเนชั่น (treatment combination) คือ

1) แพะพื้นเมืองที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบประณีต
2) แพะพื้นเมืองที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบกึ่งประณีต
3) แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน 50% x พื้นเมือง 50% ที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบประณีต
4) แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน 50% x พื้นเมือง 50% ที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบกึ่งประณีต

2. การจัดสัตว์เข้าทดลอง

การศึกษาครั้งนี้ใช้แพะเพศผู้ อายุประมาณ 12-13 เดือน รวมทั้งสิ้น 40 ตัว จำแนกออกเป็น 2 พันธุ์ คือ แพะพื้นเมือง จำนวน 20 ตัว มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 15.52±1.33 กิโลกรัม (ภาพผนวกที่ 1) และแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน 50% x พื้นเมือง 50% (แพะลูกผสม) จำนวน 20 ตัว มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 16.45±2.38 กิโลกรัม (ภาพผนวกที่ 2) แบ่งแพะแต่ละพันธุ์ออกเป็น 2 กลุ่ม โดยให้แต่ละกลุ่มมีน้ำหนักตัวใกล้เคียงกัน แพะพื้นเมืองทั้ง 2 กลุ่ม ได้รับการจัดทรีตเมนต์คอมบิเนชั่น 1-2 โดยวิธีการสุ่ม ในทำนองเดียวกันแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน 50% x พื้นเมือง 50% ทั้ง 2 กลุ่ม ได้รับการจัดทรีตเมนต์คอมบิเนชั่น 3-4 โดยวิธีการสุ่มเช่นเดียวกัน ซึ่งแพะแต่ละทรีตเมนต์คอม-บิเนชั่นจะเลี้ยงแบบขังรวม ก่อนทำการทดลองชั่งน้ำหนักแพะทุกตัวและได้รับการถ่ายพยาธิด้วยยาถ่ายพยาธิไอเวอร์เม็กติน (ไอเดกติน, IDECTIN®) เพื่อควบคุมพยาธิตัวกลมและพยาธิภายนอกโดยการฉีดเข้าผิวหนังในอัตราส่วน 1 มิลลิลิตรต่อน้ำหนักสัตว์ 50 กิโลกรัม และยาถ่ายพยาธินิโคลซาไมด์ (โยเมซาน, Yomesan®) เพื่อควบคุมพยาธิตัวตืด โดยการบดยาให้ละเอียดผสมน้ำเล็กน้อยแล้วกรอกปากแพะในอัตราส่วน 2 เม็ดต่อตัว และในระหว่างการทดลองทำการเก็บมูลจากทวารหนักมาตรวจหาไข่พยาธิทุก 2 สัปดาห์ และทำการถ่ายพยาธิทุกเดือน

3. ระบบการเลี้ยงและการให้อาหาร

3.1 ระบบการเลี้ยงแบบประณีต หมายถึง ระบบการเลี้ยงแพะภายในคอกบนโรงเรือนตลอดเวลา โดยคอกมีขนาดกว้าง x ยาว เท่ากับ 3 x 4 เมตร และมีการให้อาหารหยาบอย่างเต็มที่โดยตัดมาให้วันละ 3-4 ครั้ง และเสริมอาหารข้นในปริมาณ 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

3.2 ระบบการเลี้ยงแบบกึ่งประณีต หมายถึง ระบบการเลี้ยงที่ปล่อยให้แพะแทะ-เล็มหญ้าในพื้นที่ที่กำหนดเป็นเวลา 8 ชั่วโมง/วัน และเสริมปริมาณอาหารข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีโรงเรือนสำหรับให้แพะกินอาหารข้นและพักอาศัย คอกมีขนาดกว้าง x ยาว เท่ากับ 3 x 4 เมตร

4. การให้อาหารข้น

อาหารข้นที่ใช้ในการทดลองมีระดับโปรตีนรวม 14 เปอร์เซ็นต์ และมีพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 2,691 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นระดับที่ NRC (1981) แนะนำและเป็นสูตรที่ใช้อยู่ในฟาร์มของศูนย์วิจัยและพัฒนาสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก โดยแพะทุกทรีตเมนต์คอมบิเนชั่นได้รับอาหารสูตรเดียวกันในปริมาณ 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวและได้รับอาหารข้นวันละ 1 ครั้ง ในเวลาเช้าประมาณ 08.00 น. ส่วนประกอบของสูตรอาหารดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 สัดส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ในการประกอบสูตรอาหารข้น (as fed basis) สภาพให้สัตว์กิน และองค์ประกอบทางเคมี (สภาพน้ำหนักแห้ง)

ส่วนประกอบ (กิโลกรัม)	
ข้าวโพด	78.43
กากถั่วเหลือง	18.07
เกลือ	2.00
ไดแคลเซี่ยมฟอสเฟต	1.50
รวม	100
ส่วนประกอบทางเคมีจากการคำนวณ[1]	
โปรตีนรวม (เปอร์เซ็นต์)	14.00
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)	2,691

[1]คำนวณจาก NRC (1981)

5. การจัดการแปลงหญ้า

การทดลองนี้ใช้แปลงหญ้าพลิแคทูลั่ม *(Paspalum plicatulum)* ทั้งหมด 3 แปลง โดยแปลงที่ 1 และ 2 มีพื้นที่ขนาด 5.1 กับ 5.6 ไร่ ตามลำดับ ซึ่งใช้ในการเลี้ยงแพะแบบกึ่งประณีต ส่วนแปลงที่ 3 มีขนาด 6.9 ไร่ ใช้ในการเลี้ยงแบบประณีต ก่อนเริ่มการทดลองทำการแบ่งแปลงหญ้าทั้งสามแปลงอย่างละครึ่ง (ภาพผนวกที่ 3) โดยในครึ่งแรกเตรียมแปลงหญ้า โดยการตัดปรับแปลงหญ้าสูงจากพื้นดินประมาณ 15 เซนติเมตร (ภาพผนวกที่ 4) หลังจากนั้น 1 สัปดาห์ ทำการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 20 กิโลกรัม/ไร่ (ภาพผนวกที่ 5) เมื่อพืชอาหารสัตว์มีการงอกใหม่ (regrowth) ได้ 1 เดือน จึงปล่อยแพะเข้าแทะเล็ม สำหรับแปลงหญ้าอีกครึ่งทำในทำนองเดียวกันกับแปลงหญ้าครึ่งแรก โดยทำการตัดหญ้า 1 เดือนก่อนการแทะเล็ม และได้รับปุ๋ยเช่นเดียวกันกับครึ่งแรก จากนั้นทำการปล่อยแพะลงแทะเล็มแปลงหญ้าในครึ่งแรกของแปลงที่ 1 และ 2 สลับกับอีกครึ่งที่เหลือ ซึ่งใช้ระยะเวลาในการแทะเล็มแปลงละ 1 เดือน ส่วนแปลงที่ 3 จะทำการตัดให้แพะกินในระบบการเลี้ยงแบบประณีตตลอดระยะเวลาการทดลอง 180 วัน สำหรับการเก็บตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ดำเนินการสุ่มเก็บ ก่อนและหลังการแทะเล็มทุกครั้ง

6. การฆ่า ชำแหละซากและการเก็บข้อมูล

หลังจากเลี้ยงแพะนาน 180 วัน ทำการเลือกสุ่มแพะทุกกลุ่มๆ ละ 6 ตัว มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 27.93±3.58 กิโลกรัม อดอาหารแพะทุกตัวแต่ยังคงให้น้ำอย่างเต็มที่ เมื่อครบ 24 ชั่วโมง จึงทำการฆ่าและชำแหละซากตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก วินัย (2529) จากนั้นนำซากแพะไปแช่เย็น (chill) ที่อุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียล นานประมาณ 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำซากมาตัดแยกกล้ามเนื้อ 3 ชนิด ได้แก่ กล้ามเนื้อสันนอก (loin; *Longissimus dorsi*) เป็นตัวแทนของกล้ามเนื้อที่มีคุณภาพดีและนุ่มที่สุด กล้ามเนื้อสะโพกส่วน *Biceps femoris* (*B. femoris*) และกล้ามเนื้อไหล่ส่วน *Triceps brachii* (*T. brachii*) เป็นตัวแทนของกล้ามเนื้อที่มีคุณภาพดีปานกลางและต่ำ ตามลำดับ เพื่อนำไปศึกษาสมบัติทางกายภาพ (physical properties) ได้แก่ ค่าสี การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อหลังให้ความร้อน (cooking loss) ค่าแรงตัดผ่าน (shear force) วิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี (chemical composition) ได้แก่ คุณค่าทางโภชนะ คอลลาเจน คอเลสเตอรอล และกรดไขมัน และศึกษาโครงสร้างทางจุลภาค คือ การวัดความหนาเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นเพอริไมเซียม

7. การเก็บข้อมูลด้านกายภาพ

7.1 การหาค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อ (pH)

ทำการวัดค่า pH ในกล้ามเนื้อทั้งสามชนิด โดยวัดที่ 45 นาทีหลังฆ่า (pH_0) และวัดที่ 24 ชั่วโมงหลังฆ่า (pH_{24}) โดยนำเนื้อผสมน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1 : 5 แล้วโฮโมจีไนซ์ก่อนนำไปวัด pH โดยใช้เครื่องตรวจวัดความเป็นกรดด่าง ตามวิธีที่อธิบายไว้โดย Wattanachant (2003)

7.2 การประเมินค่าสีของเนื้อสด

ทำการตรวจวัดค่าสีของกล้ามเนื้อทั้งสามชนิด ที่ผ่านการบ่มที่อุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียล นานประมาณ 24 ชั่วโมง ตามระบบ CIE (Complete International Comission on Illumination) โดยจำแนกสีเป็นค่า L* (lightness), a* (redness) และ b* (yellowness) ด้วยเครื่องวัดสี HunterLab color meter

7.3 ลักษณะเนื้อสัมผัสของกล้ามเนื้อ

ทำการวิเคราะห์ค่าแรงตัดผ่านเนื้อโดยกำหนดขนาดของชิ้นเนื้อเท่ากับ 1.5x2.0x0.5 เซนติเมตร โดยใช้เครื่อง Texture Analyser ติดตั้งอุปกรณ์วัดแรงตัดแบบ Warner-Bratzler ตามวิธีของ Dawson และคณะ (1991) ที่ดัดแปลงโดย Wattanachant และคณะ (2004)

7.4 ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ

ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ วัดโดยการประเมินค่าการสูญเสียน้ำหนักเมื่อทำให้เนื้อสุก โดยสุ่มหยิบชิ้นเนื้อสดทั้งสามชนิดตัดให้ชิ้นขนาด กว้างxยาวxหนา เท่ากับ 1.5x3.0x0.5 เซนติเมตร ทำการชั่งน้ำหนักแล้วบรรจุในถุงพลาสติกที่ปิดสนิทชนิดทนความร้อน (poly-bag zipper) นำไปต้มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที จากนั้นจึงทำให้เนื้อมีอุณหภูมิลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องโดยการแช่น้ำเย็น แล้วจึงนำตัวอย่างเนื้อออกจากถุงพลาสติก ซับด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 หลังจากนั้นจึงนำไปชั่งน้ำหนัก แล้วนำน้ำหนักทั้งสองค่ามาคำนวณโดยเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของการสูญเสีย

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเมื่อทำให้เนื้อสุก =

$$\frac{\text{(น้ำหนักเนื้อชั่งครั้งที่ 1 - น้ำหนักเนื้อชั่งครั้งที่ 2)}}{\text{น้ำหนักเนื้อชั่งครั้งที่ 1}} \times 100$$

8. การเก็บข้อมูลทางเคมี

8.1 องค์ประกอบพื้นฐานทางเคมี (proximate analysis)

ทำการวิเคราะห์องประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อแพะทั้งสามทั้งชนิด โดยวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนรวม (crude protein) โดยวิธี Kjeldahl method ไขมันรวม โดยวิธี Soxhlet apparatus method เถ้า โดยนำตัวอย่างไปเผาในเตาเผาอุณหภูมิสูง 600 องศาเซลเซียส และค่าปริมาณความชื้น โดยวิธี Oven method ตามวิธีการของ AOAC (1999)

8.2 คอลลาเจน (collagen)

ทำการศึกษาปริมาณคอลลาเจนทั้งหมด (total collagen) และปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ (soluble collagen) ของตัวอย่างกล้ามเนื้อแพะ ดังนี้

8.2.1 ปริมาณคอลลาเจนทั้งหมด (total collagen)

ในการวิเคราะห์หาปริมาณคอลลาเจนทั้งหมดโดยสุ่มเนื้อแพะจำนวน 0.5 กรัม/ตัวอย่าง นำไปบดละเอียด จากนั้นนำไปย่อย (hydrolyzed) ด้วยกรดเกลือ (6N HCl) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ตามวิธีของ Palka และ Daum (1999) ซึ่งดัดแปลงโดย Wattanachant และคณะ (2004) จากนั้นนำสารละลายที่ผ่านการย่อยไปทำให้ใสด้วยผงถ่าน (active carbon) แล้วกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 (Whatman filter paper No. 4) แล้วทำให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ระดับความเข้มข้น 10 โมลาร์ และ 1 โมลาร์ ตามลำดับ จากนั้นนำไปปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร แล้วนำไปหาปริมาณไฮดรอก-ซีโพลีน (hydroxyproline) โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 558 นาโนเมตร แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณคอลลาเจนด้วยค่าคงที่ 7.25 ตามเทคนิคที่อธิบายโดย Liu และคณะ (1996)

8.2.2 ปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ (soluble collagen)

ทำการวิเคราะห์หาปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ ตามเทคนิคของ Liu และคณะ (1996) โดยนำเนื้อแพะที่บดละเอียดแล้ว (ประมาณ 2.0 กรัม) มาผสมกับสารละลายริงเจอร์ (25% Ringer's solution) ในปริมาตร 8 มิลลิลิตร (อัตราส่วน 1:4) ทำการโฮโมจีไนซ์ (homogenize) จากนั้นนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 77 องศาเซลเซียส 70 นาที แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยแรงขนาด 5,000 x g นานประมาณ 30 นาที แยกส่วนใสและส่วนตะกอน นำส่วนตะกอนไปโฮโมจีไนซ์ด้วยสารละลายริงเจอร์ซ้ำอีกครั้งแล้วปั่นแยก จากนั้นนำส่วนตะกอนที่ได้จากปั่นเหวี่ยงไปย่อยด้วยกรดเกลือ (6 N HCl) ที่ความร้อน 110 องศาเซลเซียส นานประมาณ 24 ชั่วโมง นำมาทำให้ใส และทำให้เป็นกลางเช่นเดียวกับการหาปริมาณคอลลาเจนทั้งหมดปรับปริมาตร 100

มิลลิลิตร แล้วนำไปหาปริมาณไฮดรอกซีโพรลีน ตามวิธีการของ Bergman และ Loxley (1963) อ้างถึงใน Wattanachant และคณะ (2004) แล้วนำไปคำนวณหาปริมาณคอลลาเจนโดยการคูณด้วยค่าคงที่ 7.25 ทั้งนี้ปริมาณคอลลาเจนที่ได้จะเป็นปริมาณคอลลาเจนที่ไม่ละลายมีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อเนื้อหนึ่งกรัม จากนั้นนำไปคำนวณหาปริมาณคอลลาเจนที่ละลายด้วยการไปหักลบกับปริมาณคอลลาเจนที่ไม่ละลาย

ปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ (เปอร์เซ็นต์ต่อปริมาณคอลลาเจนทั้งหมด) =

$$\frac{(\text{ปริมาณคอลลาเจนทั้งหมด} - \text{ปริมาณคอลลาเจนที่ไม่ละลาย})}{\text{ปริมาณคอลลาเจนทั้งหมด}} \times 100$$

8.4 ระดับคอเลสเตอรอลในเนื้อ

การวิเคราะห์ระดับคอเลสเตอรอลในเนื้อ ดำเนินการตามวิธีของ Wills และ Greenfield (1984) โดยทำการสกัดไขมันจากตัวอย่างเนื้อตามวิธีการของ Folch และคณะ (1957) จากนั้นใช้ไขมันที่สกัดได้มาแยกจากไลโปโปรตีนด้วยการต้มกับสารละลายโปตัสเซียมไฮดรอก-ไซด์ในแอลกอฮอล์ จากนั้นสกัดด้วยปิโตรเลียมอีเธอร์ จากนั้นนำสารละลายที่สกัดได้ ไปวิเคราะห์หาปริมาณคอเลสเตอรอลโดยเทคนิค Gas chromatography (GC)

8.5 กรดไขมัน

วิเคราะห์หาชนิดและปริมาณกรดไขมันโดยการสกัดไขมันจากกล้ามเนื้อตามวิธีการของ Bligh และ Dyer (1959) จากนั้นทำให้อยู่ในรูป methyl ester แล้วจึงนำไปวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันโดยเทคนิค Gas chromatography ใช้ตัวตรวจวัดแบบ FID (flame ionization detector) และใช้อุณหภูมิควบคุมแบบโปรแกรม (Temperature Program) โดยมี C17:0 เป็น internal standard และใช้ Helium gas เป็น carrier gas

9. การวิเคราะห์โครงสร้างทางจุลภาค

ความหนาของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นเพอริไมเซียม โดยใช้วิธี Picro–Sirius Red Polarisation (PSRP) method / Transverse cryosection โดยใช้เครื่อง Cryostat ตามวิธีของ Liu และคณะ (1996) ที่ดัดแปลงโดย Wattanachant และคณะ (2004)

10. การวิเคราะห์ข้อมูลสถิติ

นำข้อมูลสมบัติทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี และโครงสร้างทางจุลภาคของกล้ามเนื้อแพะ มาทำการวิเคราะห์หาความแปรปรวน (analysis of variance) และวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test ตามวิธีของ Steel และ Torrie (1980)

บทที่ 3

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

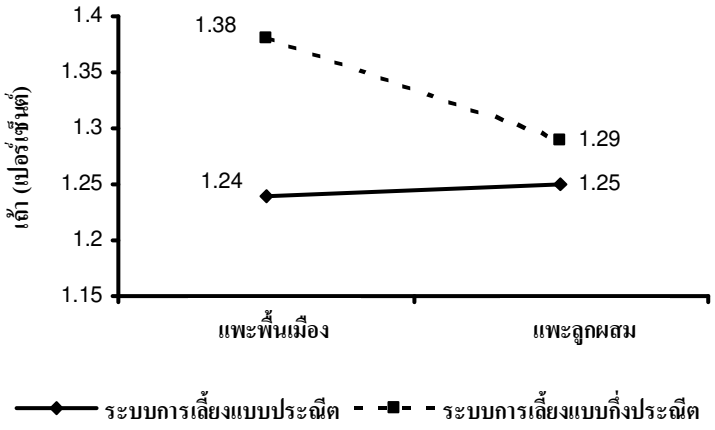
องค์ประกอบทางเคมี

คุณค่าทางโภชนะ

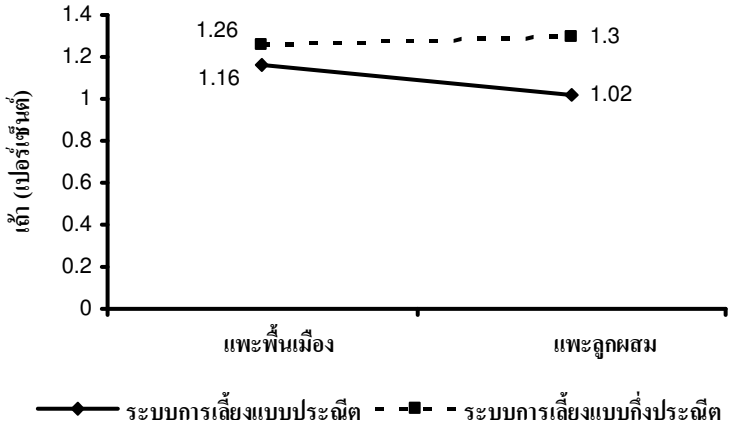
ตารางที่ 8 แสดงผลของพันธุ์และระบบการเลี้ยงที่มีต่อคุณค่าทางโภชนะ (ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า) ในกล้ามเนื้อสันนอก กล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* และกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* ของแพะ โดยพบว่า ความแตกต่างของพันธุ์ไม่มีผลทำให้กล้ามเนื้อสันนอกของแพะทั้งสองพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความชื้น โปรตีน และเถ้า แตกต่างกัน ($P>0.05$) แต่กล้ามเนื้อสันนอกของแพะพื้นเมืองมีเปอร์เซ็นต์ไขมันต่ำกว่าแพะลูกผสม (0.90 เปรียบเทียบกับ 1.35 เปอร์เซ็นต์; $P<0.05$) สอดคล้องกับ Evan และคณะ (1976) ที่พบว่าความแตกต่างของพันธุกรรมหรือสายพันธุ์ที่แตกต่างกันมีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ ซึ่งมักเด่นชัดในการสะสมไขมัน โดยสัตว์พันธุ์ต่างประเทศหรือลูกผสม จะมีการสะสมไขมันสูงกว่าสัตว์พันธุ์พื้นเมือง (Xiong *et al.,* 1993) และอาจเป็นไปได้ว่าแพะลูกผสม มีประสิทธิภาพในการใช้อาหารที่สูงกว่า มีปริมาณการกินได้ของอาหารข้น และอาหารหยาบเมื่อคิดเป็น กรัม/ตัว/วัน ดีกว่าแพะพื้นเมือง (สาธิต, 2552) จึงส่งผลให้มีการสะสมไขมันที่สูงกว่าแพะพื้นเมือง

สำหรับผลของระบบการเลี้ยงพบว่า มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ความชื้น โปรตีน และเถ้า แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยกล้ามเนื้อสันนอกของแพะที่เลี้ยงแบบประณีตมีความชื้นสูงกว่า แต่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำกว่ากล้ามเนื้อแพะที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีต (75.74 เปรียบเทียบกับ 74.62 เปอร์เซ็นต์ และ 22.07 เปรียบเทียบกับ 23.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) แต่ในกล้ามเนื้อส่วนนี้ของแพะที่เลี้ยงแบบประณีตและแบบกึ่งประณีตมีเปอร์เซ็นต์ไขมันไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) อาจเนื่องมาจากแพะที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตมีโอกาสเลือกแทะเล็มยอดอ่อนของหญ้า ได้มากกว่าแพะที่เลี้ยงแบบประณีตและได้รับหญ้าที่ผู้เลี้ยงตัดให้กินเท่านั้น ซึ่งส่วนของใบและยอดอ่อนของพืชอาหารสัตว์นั้นมีคุณค่าทางอาหารสูง (วินัย, 2542) จึงอาจส่งผลต่อการสะสมโภชนะในกล้ามเนื้อของสัตว์

นอกจากนี้ยังตรวจพบอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงต่อเปอร์เซ็นต์เถ้า ในกล้ามเนื้อสันนอก (ภาพที่ 5) และกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* (ภาพที่ 6) ($P<0.05$) โดยในกล้ามเนื้อสันนอกของแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตมีเปอร์เซ็นต์เถ้า (1.38 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบประณีต (1.24 เปอร์เซ็นต์) สำหรับในแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตมีเปอร์เซ็นต์เถ้า (1.29 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบประณีต (1.25 เปอร์เซ็นต์) ($P<0.05$) และในกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* ของแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตมีเปอร์เซ็นต์เถ้า (1.26 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่ากล้ามเนื้อของพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบประณีต (1.16 เปอร์เซ็นต์) และในกล้ามเนื้อของแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตมีเปอร์เซ็นต์เถ้า (1.30 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบประณีตเช่นกัน (1.02 เปอร์เซ็นต์) ($P<0.05$)



ภาพที่ 5 อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณเถ้าในกล้ามเนื้อสันนอก



ภาพที่ 6 อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณเถ้าในกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii*

สำหรับกล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* พบว่า ความแตกต่างของพันธุ์มีผลทำให้กล้ามเนื้อส่วนนี้มีเปอร์เซ็นต์ความชื้น โปรตีน และเถ้า แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยในกล้ามเนื้อสะโพกของแพะพื้นเมืองมีเปอร์เซ็นต์ความชื้น (76.20 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่า กล้ามเนื้อของแพะลูกผสม (75.14 เปอร์เซ็นต์) แต่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีน (21.36 เปรียบเทียบกับ 22.51 เปอร์เซ็นต์) และเถ้า (1.25 เปรียบเทียบกับ 1.36 เปอร์เซ็นต์) ต่ำกว่ากล้ามเนื้อของแพะลูกผสม ซึ่งอาจเนื่องมาจากแพะลูกผสมมีความสามารถในการกินอาหารข้น อาหารหยาบ และปริมาณการกินอาหารทั้งหมดมากกว่าแพะพื้นเมือง (สาธิต, 2552) จึงอาจส่งผลให้กล้ามเนื้อของแพะลูกผสมมีการสะสมโภชนะในกล้ามเนื้อมากกว่าแพะพื้นเมือง แต่แพะทั้งสองพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ไขมันในกล้ามเนื้อสะโพกไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ทั้งนี้ ความแตกต่างของระบบการเลี้ยงไม่มีผลทำให้กล้ามเนื้อส่วนนี้มีคุณค่าทางโภชนะ (ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า) แตกต่างกัน ($P>0.05$) และไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยทั้งสอง ($P>0.05$) (ตารางที่ 8)

สำหรับกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* พบว่า ความแตกต่างของพันธุ์ไม่มีผลทำให้คุณค่าทางโภชนะ (ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า) แตกต่างกัน ($P>0.05$) สำหรับความแตกต่างของระบบการเลี้ยงพบว่า มีผลทำให้ความชื้น และโปรตีน แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยพบว่ากล้ามเนื้อแพะที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบกึ่งประณีตมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงกว่ากล้ามเนื้อแพะที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบประณีต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.88 เปรียบเทียบกับ 20.28 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ($P<0.05$)

เนื่องจาก มีปัจจัยสำคัญหลายประการที่ส่งผลให้คุณค่าทางโภชนะของเนื้อแพะแตกต่างกัน ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้กล้ามเนื้อของแพะมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนใกล้เคียงแต่มีไขมันต่ำกว่าการศึกษาของ Tshabalala และคณะ (2003) ที่ได้ศึกษาความแตกต่างของพันธุ์ที่มีผลต่อปริมาณโภชนะในกล้ามเนื้อแพะพื้นเมืองของแอฟริกาใต้และแพะพันธุ์บอร์ที่เลี้ยงปล่อยในแปลงหญ้า พบว่า ในกล้ามเนื้อของแพะพื้นเมืองและแพะพันธุ์บอร์ มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนเฉลี่ยเท่ากับ 24.83 และ 22.76 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่กล้ามเนื้อของแพะทั้งสองพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ไขมันเท่ากับ 7.9 และ 10.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ($P<0.05$) ขณะที่ผลการศึกษาครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับของ Johnson และคณะ (1995) ที่ศึกษาอิทธิพลของพันธุ์และเพศต่อองค์ประกอบทางเคมีในกล้ามเนื้อสันนอกของแพะ พบว่า กล้ามเนื้อของแพะ Florida native แพะลูกผสม Nubian x Florida native และ Spanish x Florida native มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนอยู่ในช่วง 21.5-21.8 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์ไขมันอยู่ในช่วง 2.1-3.1 เปอร์เซ็นต์ ($P>0.05$) และสำหรับผลของการตอน พบว่า แพะเพศผู้ เพศผู้ตอน และเพศเมียมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนเฉลี่ยเท่ากับ 21.7 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้แพะเพศผู้ตอนมีแนวโน้มว่ามีเปอร์เซ็นต์ไขมัน (2.6 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าแพะเพศผู้ (2.2 เปอร์เซ็นต์) และเพศเมีย (2.5 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ ($P>0.05$) นอกจากนี้ รูปแบบการให้อาหารยังมีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อ ดังรายงานของ Lee และคณะ (2008) ที่พบว่าชนิดของอาหารมีผลทำให้กล้ามเนื้อสันนอกของแพะลูกผสม Boer x Spanish ที่ได้รับอาหารข้นอย่างเดียวมีเปอร์เซ็นต์ไขมัน (2.67 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าแพะกลุ่มที่ได้รับทั้งอาหารข้นและอาหารหยาบ (2.02 เปอร์เซ็นต์) และแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารหยาบอย่างเดียว (1.32 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ ($P<0.05$) ทั้งนี้รูปแบบของอาหารไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์โปรตีนในกล้ามเนื้อ ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 20.10-21.30 เปอร์เซ็นต์ ($P>0.05$)

อนึ่งในเรื่องนี้ ชัยณรงค์ (2529) และ Swatland (1994) ได้ให้ข้อสรุปว่าองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อสัตว์ที่ต่างกันเป็นผลมาจากความแตกต่างทางพันธุกรรม อาหารและรูปแบบการให้อาหาร อายุ และสิ่งแวดล้อมที่สัตว์ได้รับย่อมจะมีผลต่อการสะสมขององค์ประกอบทางเคมีของเนื้อสัตว์ ซึ่งจะเด่นชัดในแง่ของการสะสมไขมัน

ตารางที่ 8 ผลของพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อองค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อสันนอก กล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* และกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

รายการ	พันธุ์		ระบบการเลี้ยง		ความแตกต่างทางสถิติ[1/]		
	แพะพื้นเมือง	แพะลูกผสม	แบบประณีต	แบบกึ่งประณีต	พันธุ์	ระบบ	พันธุ์ x ระบบ
กล้ามเนื้อสันนอก							
ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	75.36±1.01	75.00±0.66	75.74±0.56	74.62±0.71	ns	**	ns
โปรตีน (เปอร์เซ็นต์)	22.60±0.91	22.52±0.72	22.07±.0.43	23.04±0.79	ns	**	ns
ไขมัน (เปอร์เซ็นต์)	0.90±0.07	1.35±0.16	1.14±0.24	1.18±0.30	**	ns	ns
เถ้า (เปอร์เซ็นต์)	1.31±0.08	1.27±0.05	1.24±0.03	1.33±0.08	ns	**	*
คอลลาเจนทั้งหมด (มก./กรัมเนื้อ)	7.20±0.58	7.29±0.47	7.42±0.57	7.07±0.42	ns	ns	ns
คอลลาเจนที่ละลายได้ (เปอร์เซ็นต์)	30.62±3.10	31.20±4.76	33.18±4.08	28.63±2.12	ns	**	ns
คอเลสเตอรอล (มก./กรัมเนื้อ)	26.97+0.23	31.80+4.63	31.29+5.22	27.48+0.33	*	*	**
กล้ามเนื้อส่วน *B. femoris*							
ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	76.20±0.68	75.14±0.97	75.71±0.70	75.64±1.24	*	ns	ns
โปรตีน (เปอร์เซ็นต์)	21.36±0.68	22.51±0.89	21.80±.0.74	22.06±1.19	**	ns	ns
ไขมัน (เปอร์เซ็นต์)	1.09±0.15	1.09±0.15	1.01±0.07	1.15±0.16	ns	ns	ns
เถ้า (เปอร์เซ็นต์)	1.25±0.11	1.36±0.08	1.29±0.09	1.33±0.08	*	ns	ns
คอลลาเจนทั้งหมด (มก./กรัมเนื้อ)	7.56±1.40	9.44±0.77	8.47±0.84	8.531.94	**	ns	ns
คอลลาเจนที่ละลายได้ (เปอร์เซ็นต์)	22.13±1.94	23.92±2.95	24.78±2.27	21.27±1.54	**	**	ns
คอเลสเตอรอล (มก./กรัมเนื้อ)	27.18±0.67	26.26±1.12	25.94±0.75	27.50±0.30	**	**	**

ตารางที่ 8 (ต่อ)

รายการ	พันธุ์		ระบบการเลี้ยง		ความแตกต่างทางสถิติ[1/]		
	แพะพื้นเมือง	แพะลูกผสม	แบบประณีต	แบบกึ่งประณีต	พันธุ์	ระบบ	พันธุ์ x ระบบ
กล้ามเนื้อส่วน *T. brachii*							
ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	76.65±1.49	76.93±1.30	77.63±0.88	75.95±1.25	ns	*	ns
โปรตีน (เปอร์เซ็นต์)	21.38±1.27	20.78±1.40	20.28±0.86	21.88±1.26	ns	*	ns
ไขมัน (เปอร์เซ็นต์)	0.93±0.09	0.91±0.07	0.91±0.08	0.93±0.08	ns	ns	ns
เถ้า (เปอร์เซ็นต์)	1.21±0.07	1.16±0.15	1.09±0.09	1.28±0.04	ns	ns	*
คอลลาเจนทั้งหมด (มก./กรัมเนื้อ)	10.03±0.78	9.50±1.74	8.90±1.23	10.63±0.80	ns	**	*
คอลลาเจนที่ละลายได้ (เปอร์เซ็นต์)	24.74±3.28	24.06±3.41	26.03±3.80	22.77±1.57	ns	**	ns
คอเลสเตอรอล (มก./กรัมเนื้อ)	27.40±3.17	26.14±0.65	25.11±0.53	28.43±1.98	**	**	**

หมายเหตุ : * แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

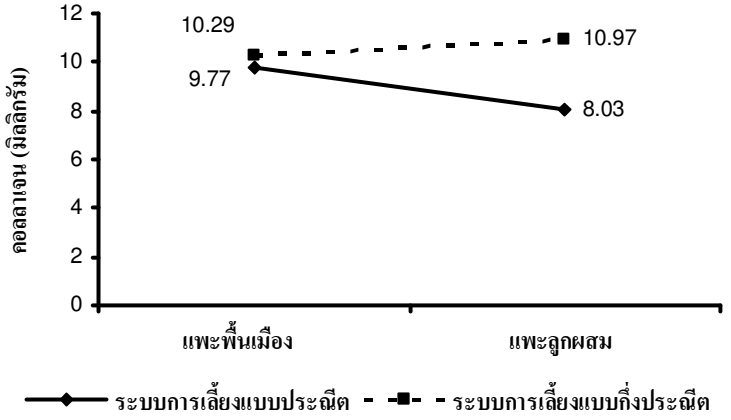
คอลลาเจน

ผลการศึกษาปริมาณคอลลาเจนในกล้ามเนื้อสันนอก กล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* และกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* แสดงในตารางที่ 8 พบว่า ความแตกต่างของพันธุ์และระบบการเลี้ยงไม่มีผลทำให้กล้ามเนื้อสันนอกมีปริมาณคอลลาเจนทั้งหมดแตกต่างกัน (P>0.05) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 7.07-7.42 มิลลิกรัม/กรัมเนื้อ และพบว่าในกล้ามเนื้อของแพะที่เลี้ยงแบบประณีตมีปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้สูงกว่ากล้ามเนื้อของแพะที่ในระบบการเลี้ยงแบบกึ่งประณีต อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.18 เปรียบเทียบกับ 28.63 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณคอลลาเจนทั้งหมด ตามลำดับ ความแตกต่างนี้น่าจะเกี่ยวข้องกับผลการใช้งานกล้ามเนื้อของแพะที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตที่มีมากกว่าแพะที่เลี้ยงแบบประณีตซึ่งถูกจำกัดให้เลี้ยงเฉพาะในโรงเรือน และผลที่ได้ยังสอดคล้องกับค่าแรงตัดผ่านเนื้อ โดยกล้ามเนื้อของแพะที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตมีแนวโน้มของค่าแรงตัดผ่านสูง และมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นเพอริไมเซียมที่หนากว่ากล้ามเนื้อของแพะที่เลี้ยงแบบประณีตจึงส่งผลให้กล้ามเนื้อของแพะที่เลี้ยงแบบประณีตมีเปอร์เซ็นต์ของคอลลาเจนที่ละลายได้ที่สูงกว่า เนื้อจึงนุ่มกว่ากล้ามเนื้อของแพะที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีต และไม่พบ

อิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยทั้งสองที่มีต่อปริมาณคอลลาเจน (P>0.05) สำหรับปริมาณคอลลาเจนทั้งหมดในกล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* พบว่ากล้ามเนื้อของแพะพันธุ์พื้นเมืองมีปริมาณคอลลาเจนทั้งหมดต่ำกว่ากล้ามเนื้อของแพะลูกผสม อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) (7.56 เปรียบเทียบกับ 9.44 มิลลิกรัม/กรัมเนื้อ) ทั้งนี้ความแตกต่างของระบบการเลี้ยงไม่มีผลต่อปริมาณคอลลาเจนทั้งหมด (P>0.05) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 8.47-8.53 มิลลิกรัม/กรัมเนื้อ สำหรับปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้พบว่า ความแตกต่างของพันธุ์และระบบการเลี้ยงมีผลทำให้กล้ามเนื้อแพะมีปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้แตกต่างกัน (P<0.05) โดยในกล้ามเนื้อแพะพื้นเมืองมีค่าต่ำกว่าแพะลูกผสม (22.13 เปรียบเทียบกับ 23.92 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณคอลลาเจนทั้งหมด) ขณะที่กล้ามเนื้อแพะที่เลี้ยงแบบประณีตนั้นมีเปอร์เซ็นต์คอลลาเจนที่ละลายได้มากกว่ากล้ามเนื้อของแพะที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบกึ่งประณีต (24.78 เปรียบเทียบกับ 21.27 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณคอลลาเจนทั้งหมด) ตามลำดับ (P<0.05) ทั้งนี้ ความแปรปรวนอันเนื่องมาจากปริมาณและชนิดของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันอาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สามารถใช้อธิบายความแตกต่างของสายพันธุ์ในเรื่องของความนุ่มของเนื้อได้ (สัญชัย และคณะ, 2546) และจากผลการศึกษาที่ได้ครั้งนี้ อาจเป็นผลมาจากปริมาณของเนื้อเยื่อ-เกี่ยวพันที่อยู่ในกล้ามเนื้อแพะพื้นเมืองมากกว่า และมีปริมาณของ intermolecular crosslinks ที่มากและคงทนต่อความร้อน (Foegeding and Lanier, 1996; Pearson and Young, 1989) อีกทั้งแพะที่เลี้ยงปล่อยแปลงหญ้า และมีอิสระในการเดินเล็มกินพืชอาหารสัตว์มากกว่า นอกจากนี้ กล้ามเนื้อส่วนนี้ ยังทำงานหนักกว่ากล้ามเนื้อของแพะที่เลี้ยงแบบประณีตซึ่งถูกจำกัดพื้นที่เลี้ยงให้อยู่เฉพาะภายในโรงเรือน ดังนั้น กล้ามเนื้อของแพะที่เลี้ยงแบบประณีตจึงนุ่มกว่ากล้ามเนื้อของแพะที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีต ซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่าแรงตัดผ่าน ปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ ความหนาของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นเพอริไมเซียม และอาจมีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์เนื้อเยื่อเกี่ยวพันในกล้ามเนื้อ โดย สาธิต (2552) พบว่ากล้ามเนื้อของแพะที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบประณีตมีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์เนื้อเยื่อเกี่ยวพันต่ำกว่า (4.23 เปอร์เซ็นต์) กล้ามเนื้อของแพะที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีต (4.25 เปอร์เซ็นต์) (P>0.05)

สำหรับปริมาณคอลลาเจนในกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* พบอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงที่มีผลต่อปริมาณคอลลาเจนทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) (ภาพที่ 7) โดยพบว่าในกล้ามเนื้อส่วนนี้ของแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีต (10.29 มิลลิกรัม/กรัมเนื้อ) มีปริมาณคอลลาเจนทั้งหมดในกล้ามเนื้อส่วนนี้สูงกว่าแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบประณีต (9.77 มิลลิกรัม/กรัมเนื้อ) และในกล้ามเนื้อของแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีต (10.97 มิลลิกรัม/กรัมเนื้อ) มีปริมาณคอลลาเจนทั้งหมดสูงกว่าแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบประณีต (8.03 มิลลิกรัม/กรัมเนื้อ) ตามลำดับ ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากพันธุ์และระบบการเลี้ยงที่ส่งผลทำให้กล้ามเนื้อของแพะ

พื้นเมือง และแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตนั้นมีปริมาณคอลลาเจนมากกว่ากล้ามเนื้อของแพะพื้นเมือง และแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบประณีต ซึ่งแพะทั้งสองพันธุ์ที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตนั้นมีกิจกรรม และมีการใช้กล้ามเนื้อส่วนนี้ที่มากกว่าจึงอาจส่งผลให้มีปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มากและแข็งแรงขึ้น นอกจากนี้ Lawire (1991) และ Swatland (1994) รายงานว่า ปริมาณเนื้อเยื่อ-เกี่ยวพันในกล้ามเนื้อจะเพิ่มขึ้นเมื่อสัตว์อายุเพิ่มขึ้น โดยคอลลาเจนเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มีปริมาณมากที่สุดในกล้ามเนื้อ และมีผลต่อคุณภาพเนื้อในแง่ของความนุ่มเหนียวของเนื้อ



ภาพที่ 7 อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณคอลลาเจนทั้งหมดในกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii*

สำหรับปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ พบว่า พันธุ์ไม่มีผลต่อปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ของกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* ($P>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 24.06-24.74 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณคอลลาเจนทั้งหมด สำหรับความแตกต่างของระบบการเลี้ยงมีผลทำให้ปริมาณคอลลาเจน-ที่ละลายได้ในกล้ามเนื้อแพะแตกต่างกัน ($P<0.01$) โดยในกล้ามเนื้อแพะที่เลี้ยงแบบประณีตมีปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้สูงกว่ากล้ามเนื้อของแพะที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบกึ่งประณีต (26.03 เปรียบเทียบกับ 22.77 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณคอลลาเจนทั้งหมด) ตามลำดับ ทั้งนี้ไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยทั้งสองที่มีต่อปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ ($P>0.05$)

จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า กล้ามเนื้อสันนอกมีความนุ่มที่สุด รองลงมาคือ *T. brachii* และ *B. femoris* ขณะที่ กล้ามเนื้อของแพะที่เลี้ยงแบบประณีตมีปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้สูงกว่ากล้ามเนื้อของแพะที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตนั้น น่าจะมีความสัมพันธ์กับผลการใช้งานของกล้ามเนื้อ และปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันในแพะที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตมีมากกว่า เพราะมีอิสระในการเดินเล็มกินหญ้า พืชอาหารสัตว์ในแปลงมากกว่าแพะที่เลี้ยงแบบประณีตซึ่งถูกจำกัดให้

เลี้ยงเฉพาะในโรงเรือน ดังนั้น กล้ามเนื้อของแพะที่เลี้ยงแบบประณีตจึงนุ่มกว่ากล้ามเนื้อของแพะที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีต

จากผลการศึกษาปริมาณคอลลาเจนในกล้ามเนื้อแพะครั้งนี้มีค่าสูงกว่าผลการศึกษาของ Schönfeldt และคณะ (1993) ที่ศึกษาปริมาณคอลลาเจนในกล้ามเนื้อแพะและแกะพบว่า แพะพันธุ์บอร์และแองโกร่ามีปริมาณคอลลาเจนทั้งหมดในกล้ามเนื้อสันนอกส่วนนอก *(L. thoracis et lumborum)* มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.62 เปรียบเทียบกับ 15.19 มิลลิกรัม/กรัมเนื้อตามลำดับ และในกล้ามเนื้อแกะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.09 มิลลิกรัม/กรัมเนื้อ ($P<0.05$) สำหรับปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้พบว่า ในกล้ามเนื้อแพะพันธุ์บอร์มีปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้สูงกว่าแพะพันธุ์แองโกร่าและแกะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.74 เปรียบเทียบกับ 3.65 เปรียบเทียบกับ 3.18 เปอร์เซ็นต์ของคอลลาเจนทั้งหมด ตามลำดับ ($P<0.05$) ขณะที่ Casey (1992) รายงานว่าในกล้ามเนื้อแพะพันธุ์บอร์มีปริมาณคอลลาเจนเท่ากับ 5.0 มิลลิกรัม/กรัมเนื้อ และมีปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้เฉลี่ยเท่ากับ 32.9 เปอร์เซ็นต์ของคอลลาเจนทั้งหมด และผลการศึกษาครั้งนี้ยังมีค่าสูงกว่า Kannan และคณะ (2006) ที่พบว่าอิทธิพลของระดับโภชนะในอาหารไม่มีผลต่อปริมาณคอลลาเจนในกล้ามเนื้อสันนอกของแพะพันธุ์ซาเนน ($P>0.05$) แม้มีแนวโน้มว่ากล้ามเนื้อของแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารระดับพลังงานต่ำโปรตีนสูงมีปริมาณคอลลาเจนสูงกว่าแพะกลุ่มอื่น โดยพบว่าปริมาณคอลลาเจนทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 3.65-4.52 มิลลิกรัม/กรัมเนื้อ และปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้มีค่าอยู่ในช่วง 12.60-21.60 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณคอลลาเจนทั้งหมด ซึ่งสอดคล้องกับข้อสรุปของ Gaffar และ Biabani (1986) ที่กล่าวว่า นอกจากอิทธิพลของอาหารและวิธีการให้อาหารจะมีผลต่อปริมาณการสร้างเนื้อเยื่อในร่างกายแพะแล้วยังมีผลต่อปริมาณโภชนะในกล้ามเนื้ออีกด้วย

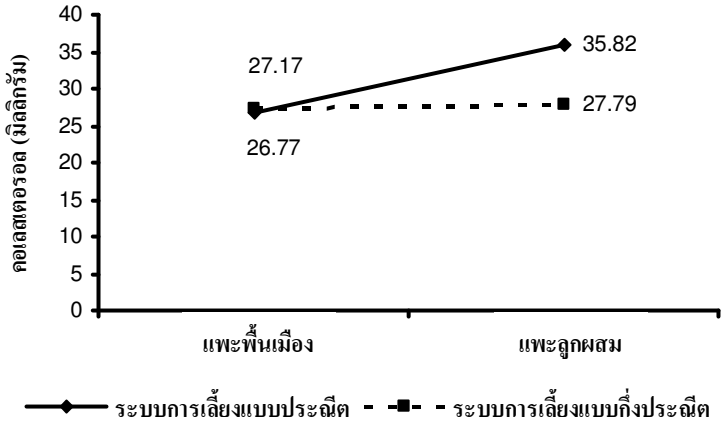
คอเลสเตอรอล

ผลการศึกษาปริมาณคอเลสเตอรอล พบอิทธิพลร่วมระหว่างความแตกต่างของพันธุ์และระบบการเลี้ยงมีผลต่อปริมาณคอเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อสันนอก กล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* และกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* ($P<0.01$)

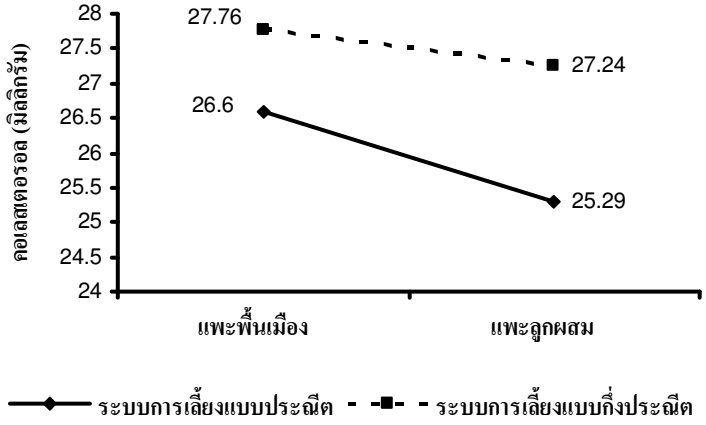
เมื่อพิจารณาเฉพาะกล้ามเนื้อสันนอกพบว่า ในกล้ามเนื้อของแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีต มีปริมาณคอลเลสเตอรอล (27.17 มิลลิกรัม/100 กรัม) สูงกว่าแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบประณีต (26.77 มิลลิกรัม/100 กรัม) สำหรับกล้ามเนื้อของแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบประณีตมีปริมาณคอลเลสเตอรอล (35.82 มิลลิกรัม/100 กรัม) สูงกว่าแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีต (27.79 มิลลิกรัม/100 กรัม) ตามลำดับ ($P<0.01$) (ภาพที่ 8)

สำหรับกล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* พบว่า กล้ามเนื้อของแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตมีปริมาณคอเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อ (27.76 มิลลิกรัม/100 กรัม) สูงกว่าแพะ-พื้นเมืองที่เลี้ยงแบบประณีต (26.60 มิลลิกรัม/100 กรัม) สำหรับแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตมีปริมาณคอเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อ (27.24 มิลลิกรัม/100 กรัม) สูงกว่าแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบประณีต (25.29 มิลลิกรัม/100 กรัม) ตามลำดับ ($P<0.01$) (ภาพที่ 9)

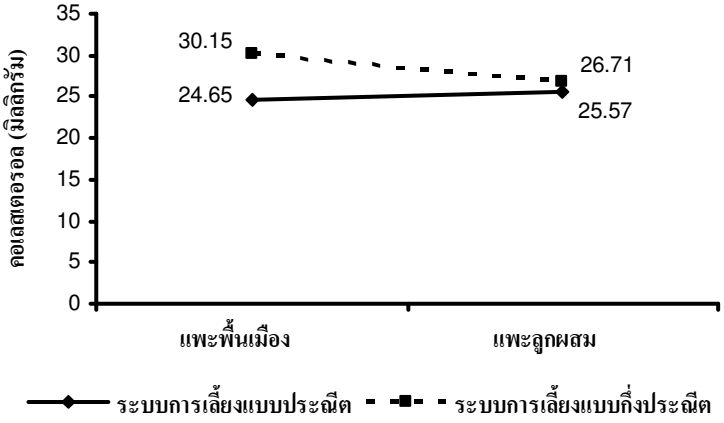
สำหรับปริมาณคอเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* พบว่า กล้ามเนื้อของแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตมีปริมาณคอเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อ (30.15 มิลลิกรัม/100 กรัม) สูงกว่าแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบประณีต (24.65 มิลลิกรัม/100 กรัม) และในกล้ามเนื้อแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตมีปริมาณคอเลสเตอรอล (26.71 มิลลิกรัม/100 กรัม) สูงกว่าแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบประณีต (25.57 มิลลิกรัม/100 กรัม) ตามลำดับ ($P<0.01$) (ภาพที่ 10) อย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า ในกล้ามเนื้อทั้งสามชนิดของแพะทั้งสองพันธุ์ที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตนั้นมีปริมาณคอเลสเตอรอลสูงกว่าการเลี้ยงแบบประณีต



ภาพที่ 8 อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณคอเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อสันนอก



ภาพที่ 9 อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณคอเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris*



ภาพที่ 10 อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณคอเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii*

จากผลการศึกษาปริมาณคอเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อแพะครั้งนี้น่าจะเป็นผลสอดคล้องกับเปอร์เซ็นต์ไขมันที่ตรวจพบ (ตารางที่ 8) ซึ่งถ้ามีปริมาณไขมันสูงมีผลทำให้ระดับคอเลสเตอรอลสูงตามไปด้วย (Dorado *et al*., 1999) ซึ่งสอดคล้องกับ Abraham และคณะ (1973) พบว่าแหล่งของคอเลสเตอรอลพบในไขมันของเนื้อสัตว์ และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ นอกจากนี้ Tu และคณะ (1967) อ้างโดย สัญชัย และคณะ (2544) รายงานว่า การที่ปริมาณไขมันและคอเลสเตอรอลในเนื้อเยื่อต่างๆ มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ ประการ เช่น พันธุกรรม

อายุ อาหาร และสิ่งแวดล้อม เป็นต้น นอกจากนี้ ชนิด ขนาด และตำแหน่งของกล้ามเนื้อมีผลทำให้ระดับคอเลสเตอรอลมีความแตกต่างกัน รวมไปถึงวิธีการวิเคราะห์คอเลสเตอรอลด้วย (Busboom *et al*., 1995 อ้างโดย สัญชัย และคณะ, 2544)

จากผลการศึกษาครั้งนี้ปริมาณคอเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อทั้งสามชนิดของแพะพื้นเมืองและแพะลูกผสม พบว่า กล้ามเนื้อแพะทั้งสามชนิดมีปริมาณคอเลสเตอรอลอยู่ในช่วง 25.11-31.80 มิลลิกรัม/100 กรัม ซึ่งมีค่าต่ำกว่าปริมาณคอเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อแพะที่รายงานโดย Werdi และคณะ (2006) ที่รายงานปริมาณคอเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อแพะพันธุ์บอร์ เพศผู้ตอน โดยพบว่าอิทธิพลของน้ำหนักฆ่า (30, 45, 60, 75 และ 90 กิโลกรัม) มีผลทำให้ปริมาณคอเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อแพะแตกต่างกัน ($P<0.05$) สำหรับในกล้ามเนื้อ *Infraspinatus* และกล้ามเนื้อ *B. femoris* พบว่าที่น้ำหนักฆ่า 30 กิโลกรัม มีปริมาณคอเลสเตอรอลสูงที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 88.4 และ 82.7 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ ($P<0.05$) แต่ในกล้ามเนื้อสันนอกส่วนอก (*Longissimus thoracic*) พบว่า อิทธิพลของน้ำหนักฆ่าไม่มีผลทำปริมาณคอเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อแพะแตกต่างกัน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 55.2-60.3 มิลลิกรัม/100 กรัม ($P>0.05$)

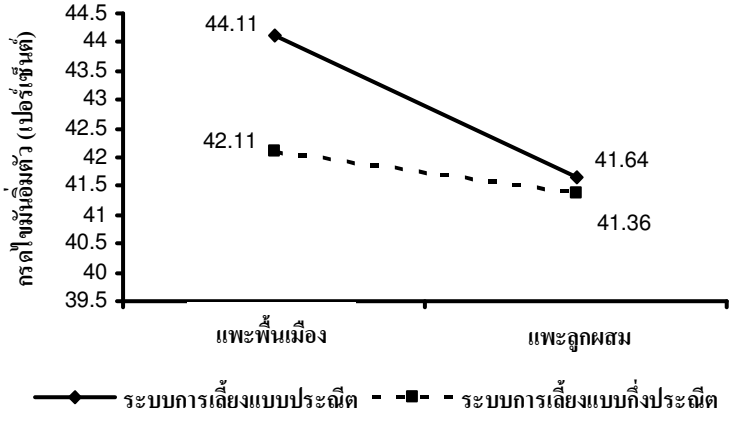
นอกจากนี้ ผลการศึกษาครั้งนี้ยังมีค่าต่ำกว่า Park และคณะ (1991) ซึ่งเสนอว่ากล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อสะโพกของแพะมีปริมาณคอเลสเตอรอลโดยเฉลี่ยเท่ากับ 58 และ70 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการรายงานของ Madruga และคณะ (2001) ที่พบว่าแพะเพศผู้ตอนและไม่ตอนมีปริมาณคอเลสเตอรอล เท่ากับ 62.5 และ 58.0 มิลลิกรัม/100 กรัม และยังพบว่าอิทธิพลของอายุแพะ (175-310 วัน) ก็มีผลทำให้ปริมาณคอเลสเตอรอลแตกต่างกัน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 52-74 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ สอดคล้องกับ Beserra และคณะ (2004) ที่รายงานว่า ปริมาณคอเลสเตอรอลที่สะสมในกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กับช่วงอายุของแพะ โดยพบว่าลูกแพะที่มีอายุประมาณ 4-6 เดือน มีปริมาณคอเลสเตอรอล 20.5-28.5 มิลลิกรัม/100 กรัม แต่เมื่อแพะมีอายุมากขึ้นปริมาณคอเลสเตอรอล ที่สะสมในกล้ามเนื้อก็เพิ่มสูงขึ้น โดยค่าอยู่ในช่วง 42.2-71.4 มิลลิกรัม/100 กรัม

สำหรับความแตกต่างของปริมาณคอเลสเตอรอลที่สะสมในกล้ามเนื้อที่ต่างกันนั้นน่าจะเป็นผลมาจากพันธุกรรม เพศ อายุ ชนิดของอาหารที่แพะได้รับ รวมทั้งสภาพแวดล้อมในการเลี้ยงสัตว์ก็มีอิทธิพลต่อระดับการสะสมโภชนะและไขมันซากแตกต่างกัน (Madruga *et al*., 2001; Addrizzo, 2002; Lawire, 1991; Warriss, 2000) อย่างไรก็ตาม การที่เนื้อแพะมีปริมาณคอเลสเตอรอลต่ำนั้นน่าจะเป็นผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภคด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ ชัยณรงค์ (2529) และ Lawire (1991) ที่กล่าวว่า ปัจจุบันผู้บริโภคเชื่อว่าคอเลสเตอรอลและไขมันที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์จะมีผลต่อสุขภาพของมนุษย์

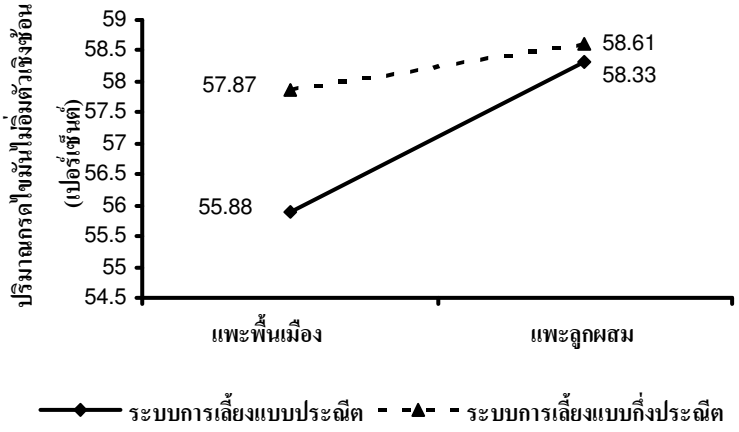
กรดไขมัน

ผลการศึกษาอิทธิพลของพันธุ์และระบบการเลี้ยงที่มีต่อชนิดและเปอร์เซ็นต์กรดไขมันในกล้ามเนื้อแพะทั้งสามชนิด พบว่า ผลการศึกษาพบอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงต่อชนิดและเปอร์เซ็นต์กรดไขมันในกล้ามเนื้อสันนอกของแพะอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

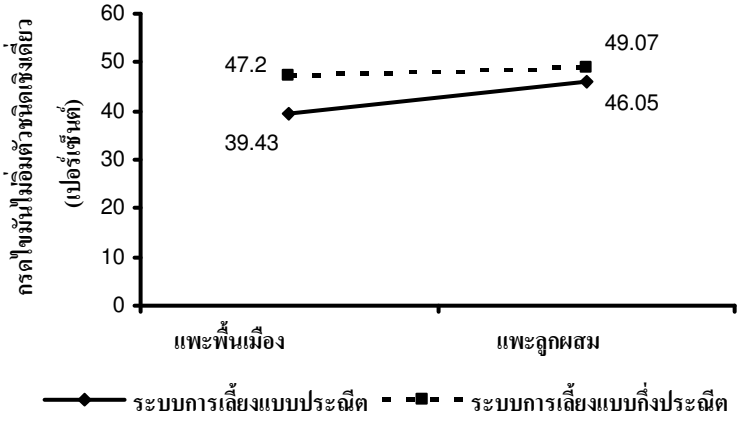
โดยในกล้ามเนื้อสันนอกของแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบประณีตมีเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิ่มตัว (44.11 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่ากล้ามเนื้อของที่ได้จากการเลี้ยงแบบกึ่งประณีต (42.11 เปอร์เซ็นต์) และในกล้ามเนื้อแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบประณีตมีเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิ่มตัว (41.64 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตเช่นกัน (41.36 เปอร์เซ็นต์) ($P<0.01$) (ภาพที่ 11) และยังพบว่าในกล้ามเนื้อของแพะพื้นเมืองที่ได้จากการเลี้ยงแบบกึ่งประณีตนั้นมีเปอร์เซ็นต์กรดไขมันไม่อิ่มตัว (57.87 เทียบกับ 55.88 เปอร์เซ็นต์) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงเดี่ยว (47.20 เทียบกับ 39.43 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าแพะพื้นเมืองที่ได้จากการเลี้ยงแบบประณีต ขณะที่ในกล้ามเนื้อแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตมีเปอร์เซ็นต์กรดไขมันไม่อิ่มตัว (58.61 เปอร์เซ็นต์) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงเดี่ยว (49.07 เปอร์เซ็นต์) ที่สะสมในกล้ามเนื้อดังกล่าวสูงกว่าแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบประณีต (58.33 และ 46.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ($P<0.01$) (ภาพที่ 12-13) สำหรับปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงซ้อนและอัตราส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงซ้อนต่อกรดไขมันอิ่มตัว (PUFA/SFA) ในกล้ามเนื้อสันนอกของแพะพื้นเมืองและแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบประณีตนั้นมีเปอร์เซ็นต์ที่สูงกว่า แพะพื้นเมืองและแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีต ($P<0.01$) (ภาพที่ 14-15)



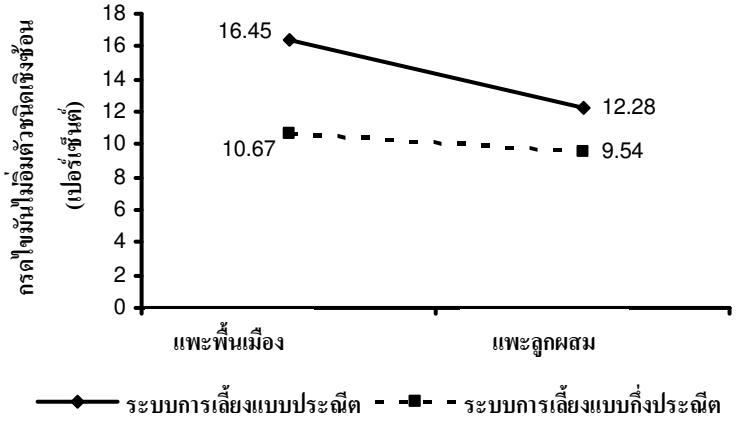
ภาพที่ 11 อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวในกล้ามเนื้อสันนอก



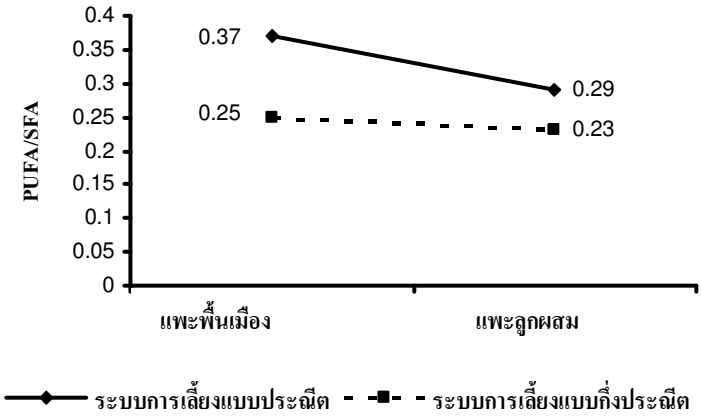
ภาพที่12 อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวในกล้ามเนื้อสันนอก



ภาพที่ 13 อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงเดี่ยวในกล้ามเนื้อสันนอก



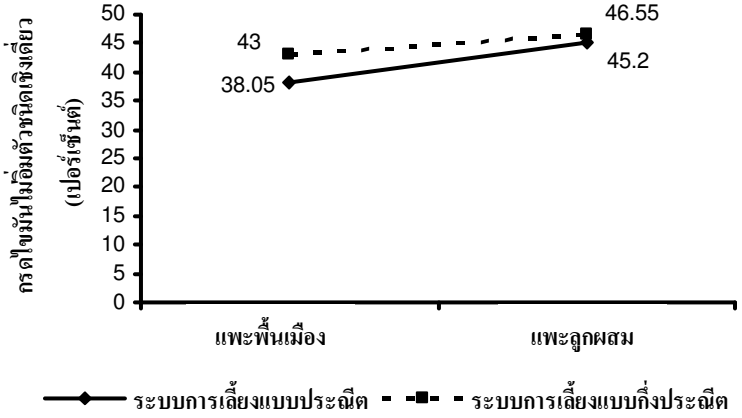
ภาพที่ 14 อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงซ้อนในกล้ามเนื้อสันนอก



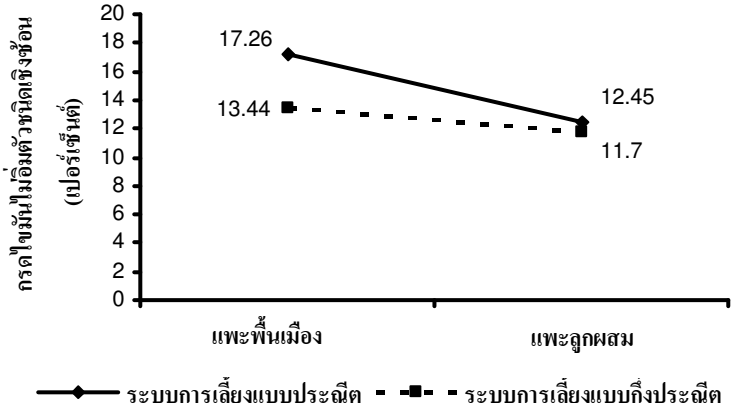
ภาพที่ 15 อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่ออัตราส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงซ้อนต่อกรดไขมันอิ่มตัวในกล้ามเนื้อสันนอก

สำหรับปริมาณกรดไขมันในกล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* พบอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงที่มีผลทำให้กล้ามเนื้อของแพะมีปริมาณกรดไขมันแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.01$) โดยในกล้ามเนื้อของแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตนั้นมีเปอร์เซ็นต์กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (43.00 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบประณีต (38.05 เปอร์เซ็นต์) และในกล้ามเนื้อแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตนั้นมีเปอร์เซ็นต์กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (46.55 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าแพะลูกผสมที่ได้จากการเลี้ยงแบบประณีต เช่นกัน (45.20 เปอร์เซ็นต์) ($P<0.01$) (ภาพที่ 16)

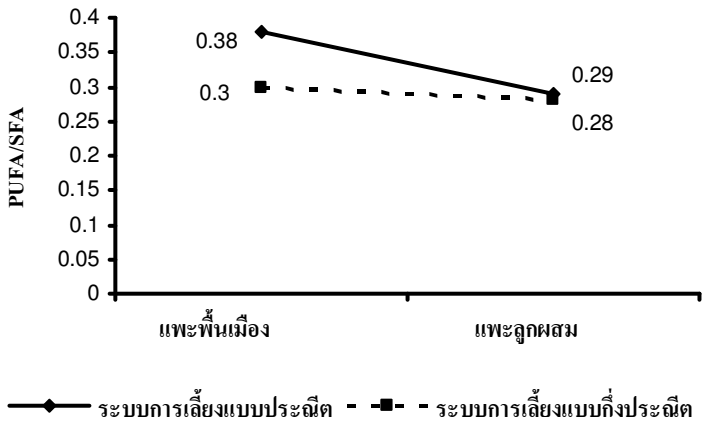
สำหรับปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงซ้อน พบว่าในกล้ามเนื้อแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบประณีตมีค่าสูงกว่าแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีต แพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบประณีตและแบบกึ่งประณีต (17.26, 13.44, 12.45 และ 11.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ($P<0.01$) และยังพบว่าในกล้ามเนื้อแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบประณีตนั้นมีอัตราส่วนระหว่างกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงซ้อนต่อกรดไขมันอิ่มตัวสูงกว่าแพะกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) (ภาพที่ 17-18) และไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยทั้งสองที่มีต่อกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวในกล้ามเนื้อส่วนนี้ ($P>0.05$)



ภาพที่ 16 อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงเดี่ยวในกล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris*

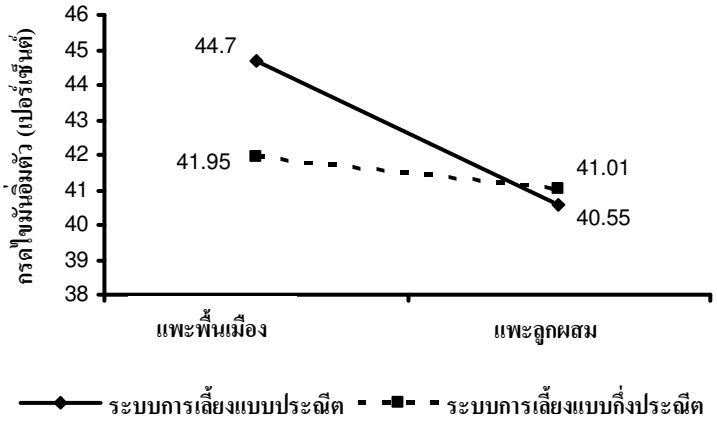


ภาพที่ 17 อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงซ้อนในกล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris*

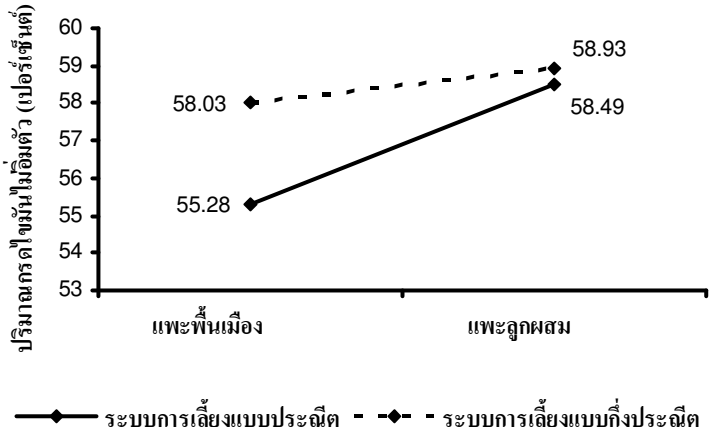


ภาพที่ 18 อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่ออัตราส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงซ้อนต่อกรดไขมันอิ่มตัวในกล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris*

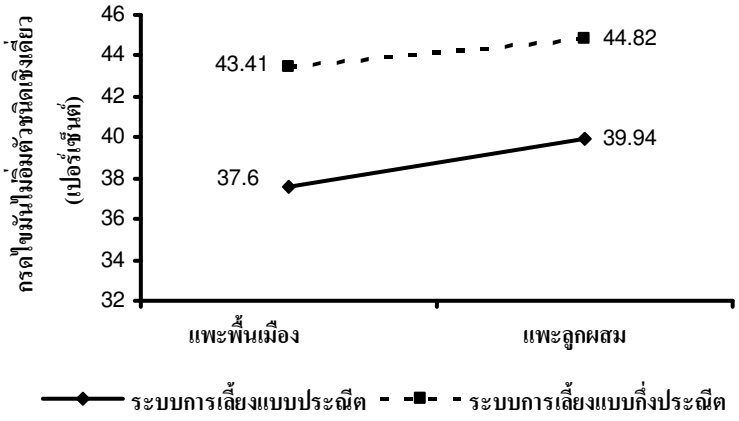
สำหรับเปอร์เซ็นต์กรดไขมันในกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* พบอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงที่มีผลต่อปริมาณกรดไขมัน ($P<0.05$) โดยพบว่าในกล้ามเนื้อแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบประณีตมีเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิ่มตัว (44.70 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่ากล้ามเนื้อแพะพื้นเมืองเลี้ยงแบบกึ่งประณีต แพะลูกผสมที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบประณีตและกึ่งประณีต (41.95, 40.55 และ 41.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ($P<0.05$) (ภาพที่ 19) และพบว่าปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัว และกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงเดี่ยว ในกล้ามเนื้อของแพะพื้นเมือง และแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตนั้นมีค่าสูงกว่ากล้ามเนื้อของแพะพื้นเมือง และแพะลูกผสมที่ได้จากการเลี้ยงแบบประณีต ($P<0.01$) (ภาพที่ 20-21) ขณะที่ในกล้ามเนื้อส่วนนี้ของแพะพื้นเมืองและแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบประณีตนั้นมีสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงซ้อนและอัตราส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงซ้อนต่อกรดไขมันอิ่มตัวสูงกว่ากล้ามเนื้อของแพะพื้นเมือง และแพะลูกผสมที่ได้จากการเลี้ยงแบบกึ่งประณีต ($P<0.01$) (ภาพที่ 22-23)



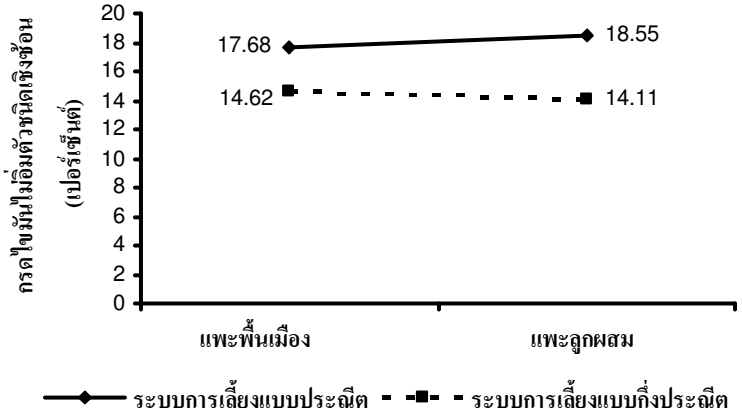
ภาพที่ 19 อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวในกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii*



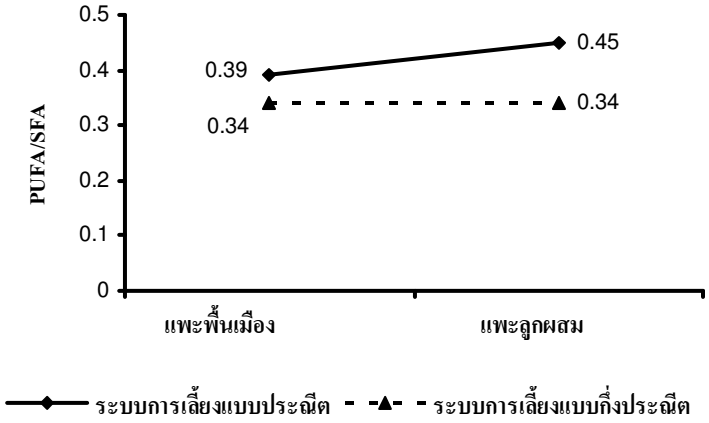
ภาพที่ 20 อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวในกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii*



ภาพที่ 21 อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงเดี่ยวในกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii*



ภาพที่ 22 อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงซ้อนในกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii*



ภาพที่ 23 อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่ออัตราส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงซ้อนต่อกรดไขมันอิ่มตัวในกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii*

อย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษาปริมาณกรดไขมันในกล้ามเนื้อทั้งสามชนิดนั้นเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งอาจกล่าวได้โดยรวมว่าในกล้ามเนื้อของแพะพื้นเมืองและแพะลูกผสมที่ได้จากการเลี้ยงแบบประณีตนั้นมีเปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงซ้อน และมีอัตราส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงซ้อนต่อกรดไขมันอิ่มตัวอยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูงนั้นน่าจะเป็นผลมาจากแพะได้รับอาหารหยาบในปริมาณที่เหมาะสม เนื่องจากในอาหารหยาบมีปริมาณกรดสเตียริกสูงและเป็นสารตั้งต้นของกรดลิโนเลอิกและกรดลิโนเลนิกซึ่งช่วยในการสร้างกรดไขมันที่จำเป็นอีกด้วย (เมธา, 2533) ซึ่งถือได้ว่าเป็นเนื้อแพะที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ นอกจากนี้ ปริมาณและชนิดของกรดไขมันในเนื้อสัตว์นอกจากจะขึ้นอยู่กับชนิดสัตว์และพันธุกรรมแล้วนั้น ยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของกรดไขมันในอาหารข้นและอาหารหยาบที่สัตว์ได้รับอีกด้วย (Webb *et al.*, 2005; Tshabalala *et al.*, 2003)

สำหรับเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิ่มตัวที่ตรวจพบในการศึกษาครั้งนี้มีค่าต่ำกว่าการศึกษาของ Johnson และ McGowan (1998) ที่ศึกษาผลของรูปแบบการเลี้ยงที่มีต่อปริมาณ-กรดไขมันในกล้ามเนื้อสันนอกของแพะพบว่า แพะที่เลี้ยงแบบประณีตมีเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิ่มตัวสูงกว่าแพะที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีต (54.9 เปรียบเทียบกับ 53.3 เปอร์เซ็นต์) แต่แพะกลุ่มที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตมีเปอร์เซ็นต์กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงกว่าแพะที่เลี้ยงแบบประณีต (46.7 เปรียบเทียบกับ 45.1 เปอร์เซ็นต์) และ Werdi และคณะ (2006) รายงานว่า อิทธิพลของพันธุ์ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวในกล้ามเนื้อสันนอกของแพะพันธุ์บอร์และแพะพันธุ์ Feral (น้ำหนักฆ่า 30 กิโลกรัม) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 42.9-45 เปอร์เซ็นต์ และ 54.8-57 เปอร์เซ็นต์

ตามลำดับ แต่พบความแตกต่างในกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงเดี่ยวของแพะพันธุ์บอร์มีค่าสูงกว่าแพะพันธุ์ Feral (46.3 เปรียบเทียบกับ 49.5 เปอร์เซ็นต์) ($P<0.05$) ขณะที่ Madruga และคณะ (2001) รายงานว่าแพะเพศผู้มีเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิ่มตัวสูงกว่าแพะเพศผู้ตอน (48.8 เปรียบเทียบกับ 46.6 เปอร์เซ็นต์) ($P<0.05$) โดยมีเปอร์เซ็นต์กรดปาล์มิติก (C16:0) และกรดสเตียริก (C18:0) เฉลี่ยเท่ากับ 19.86 และ 23.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ($P>0.05$) และยังพบว่าแพะเพศผู้ตอนมีเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงซ้อนสูงกว่าแพะเพศผู้ (53.6 เปรียบเทียบกับ 49.2 เปอร์เซ็นต์ และ 5.42 เปรียบเทียบกับ 4.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ($P<0.05$) นอกจากนี้ Tshabalala และคณะ (2003) ศึกษาเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์กรดไขมันในกล้ามเนื้อแพะพันธุ์บอร์และแพะพื้นเมืองแอฟริกาพบว่า แพะทั้งสองพันธุ์มีปริมาณกรดไขมันแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยแพะพันธุ์บอร์มีเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิ่มตัวสูงกว่าแพะพื้นเมืองแอฟริกา (54.7 เปรียบเทียบกับ 53.6 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์กรดปาล์มิติก (C16:0) กรดสเตียริก (C18:0) และกรดปาล์มิโตเลอิก (C16:1) เฉลี่ยเท่ากับ 21.3, 20.4 และ 3.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในกล้ามเนื้อแพะพื้นเมืองแอฟริกายังมีเปอร์เซ็นต์กรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงเดี่ยว (42.5 เปรียบเทียบกับ 41.9 เปอร์เซ็นต์) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงซ้อน (3.9 เปรียบเทียบกับ 3.4 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าแพะพันธุ์บอร์ และพบว่ากล้ามเนื้อแพะพันธุ์บอร์และแพะพื้นเมืองแอฟริกามีอัตราส่วนระหว่างกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงซ้อนต่อกรดไขมันอิ่มตัวอยู่ในช่วง 0.06-0.07

เมื่อพิจารณาถึงอัตราส่วนระหว่างกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงซ้อนต่อกรดไขมันอิ่มตัว ซึ่งสามารถใช้บ่งบอกถึงจำนวนกรดไขมันชนิด omega-3 ต่อ omega-6 ซึ่งพบว่าในกล้ามเนื้อสันนอก *B. femoris* และกล้ามเนื้อ *T. brachii* ของแพะที่ศึกษาในครั้งนี้มีสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงซ้อนต่อกรดไขมันอิ่มตัวมีค่าอยู่ในช่วง 0.28 และ 0.38 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับข้อสรุปของ Banskalieva และคณะ (2000) ที่รายงานว่าเนื้อแพะมีอัตราส่วนระหว่างกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงซ้อนต่อกรดไขมันอิ่มตัวอยู่ในช่วง 0.16-0.49 อย่างไรก็ตาม ชนิดและปริมาณของกรดไขมันในกล้ามเนื้อขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ชนิดของสัตว์ พันธุ์ เพศ อายุ อาหารรวมทั้งสภาพแวดล้อมในการเลี้ยงสัตว์มีอิทธิพลต่อระดับการสะสมโภชนะและไขมันซากแตกต่างกันโดยสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพของไขมันในเนื้อสัตว์ได้ (สัญชัย, 2543; Warriss, 2000; Webb *et al.*, 2005; Banskalieva *et al.*, 2000; Tshabalala *et al.*, 2003)

สมบัติทางกายภาพ

ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

จากผลการศึกษาความเป็นกรด-ด่างในกล้ามเนื้อแพะ แสดงในตารางที่ 9 ไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงต่อค่า pH_0 และ pH_{24} ($P>0.05$) รวมทั้งอิทธิพลของพันธุ์และระบบการเลี้ยงไม่มีผลต่อค่า pH_0 และ pH_{24} เช่นกัน ($P>0.05$) โดยในกล้ามเนื้อสันนอก มีค่า pH_0 อยู่ในช่วง 6.22-6.24 และมีค่า pH_{24} อยู่ในช่วง 5.42-5.50 ตามลำดับ สำหรับกล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* มีค่า pH_0 อยู่ในช่วง 6.21-6.31 และมีค่า pH_{24} อยู่ในช่วง 5.42-5.46 ตามลำดับ และในกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* พบว่า กล้ามเนื้อมีค่า pH_0 อยู่ในช่วง 6.33-6.34 และมีค่า pH_{24} อยู่ในช่วง 5.42-5.49 ตามลำดับ

ผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับคำอธิบายของ ชัยณรงค์ (2529) ที่สรุปว่า หลังจากสัตว์ถูกฆ่า ค่า pH ในกล้ามเนื้อจะลดลงอย่างช้าๆ จากเดิมประมาณ 7.0 เหลือประมาณ 6.4-7.0 ในเวลาประมาณ 6-8 ชั่วโมง แล้วจึงลดลงสู่จุด pH สุดท้ายระหว่าง 5.3-5.7 ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมงหลังสัตว์ตาย ซึ่งค่าที่ได้เกิดจากการสลายไกลโคเจนในกล้ามเนื้อแบบไม่ใช้ออกซิเจนซึ่งเกิดจากปัจจัยก่อนฆ่าเป็นหลัก รวมทั้งกระบวนการเมแทบอลิซึมในกล้ามเนื้อที่แต่ละชนิดก็จะแตกต่างกันระหว่างกล้ามเนื้อสีแดง (red fiber) และกล้ามเนื้อสีขาว (white fiber) ซึ่งส่งผลต่อโมเลกุลของโปรตีน จึงทำให้ค่า pH ที่ได้แตกต่างกัน (Xiong *et al.,* 1993) และจากการทดลองครั้งนี้ได้มีการควบคุมปัจจัยก่อนการฆ่าที่มีผลต่อค่า pH ของเนื้อ ทั้งในเรื่องของการอดอาหาร การขนส่ง รวมถึงขั้นตอนและวิธีการฆ่า เพื่อป้องกันการเกิดสภาวะเครียดในสัตว์ตามคำแนะนำของ วินัย (2529) และสัญชัย (2543) ดังนั้นจึงทำให้ค่า pH_0 และ pH_{24} ชั่วโมงหลังฆ่า ของเนื้อแพะจากการทดลองครั้งนี้มีค่าอยู่ในเกณฑ์ปกติ

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ค่า pH ในกล้ามเนื้อ นั้นมีค่าอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Simela และคณะ (2004) ซึ่งพบว่าในกล้ามเนื้อสันนอกของแพะพื้นเมืองแอฟริกามีค่า pH_0 เฉลี่ยเท่ากับ 6.03 และมีค่า pH_{24} เฉลี่ยเท่ากับ 5.88 และยังมีค่าใกล้เคียงกับ Husain และคณะ (2000) ที่พบว่าในกล้ามเนื้อสันนอกของแพะพันธุ์บอร์มีค่า pH_0 เฉลี่ยเท่ากับ 6.20 และมีค่า pH_{24} เฉลี่ยเท่ากับ 5.80 ตามลำดับ สำหรับค่า pH_{24} ที่ศึกษาในครั้งนี้มีค่าสูงกว่าการศึกษาของ Sen และคณะ (2004) ที่รายงานว่าในกล้ามเนื้อสันนอกของแพะมีค่า pH_0 เฉลี่ยเท่ากับ 5.88 และมีค่า pH_{24} เฉลี่ยเท่ากับ 5.48 ตามลำดับ ทั้งนี้ความแตกต่างที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากพันธุ์ สภาพแวดล้อม และการจัดการเลี้ยงดูแพะที่ต่างกัน

ตารางที่ 9 ผลของพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของกล้ามเนื้อสันนอก กล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* และกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

รายการ	พันธุ์		ระบบการเลี้ยง		ความแตกต่างทางสถิติ[1/]		
	แพะพื้นเมือง	แพะลูกผสม	แบบประณีต	แบบกึ่งประณีต	พันธุ์	ระบบ	พันธุ์ x ระบบ
กล้ามเนื้อสันนอก							
pH_0	6.22±0.11	6.24±0.08	6.23±0.11	6.23±0.08	ns	ns	ns
pH_{24}	5.50±0.07	5.42±0.10	5.44±0.08	5.47±0.11	ns	ns	ns
L*	34.34±4.13	37.29±4.95	35.88±4.58	35.75±5.03	ns	ns	ns
a*	12.36±3.11	11.14±1.85	12.03±3.20	11.48±1.87	ns	ns	ns
b*	11.78±5.04	10.41±3.62	11.43±5.00	10.76±3.79	ns	ns	ns
การสูญเสียน้ำหนักเมื่อให้ความร้อน (เปอร์เซ็นต์)	36.90±2.98	36.08±3.11	35.84±2.62	37.14±3.34	ns	ns	ns
ค่าแรงตัดผ่าน (กก.)	2.95±0.54	2.45±0.24	2.64±0.44	2.76±0.53	*	ns	ns
กล้ามเนื้อส่วน *B. femoris*							
pH_0	6.21±0.41	6.31±0.11	6.28±0.10	6.24±0.42	ns	ns	ns
pH_{24}	5.43±0.05	5.45±0.05	5.42±0.04	5.46±0.05	ns	ns	ns
L*	35.82±4.63	33.85±4.67	34.26±4.67	35.42±4.78	ns	ns	ns
a*	12.46±2.19	13.46±3.40	12.38±2.34	13.54±3.27	ns	ns	ns
b*	10.47±4.26	11.41±5.59	10.32±3.90	11.56±5.79	ns	ns	ns
การสูญเสียน้ำหนักเมื่อให้ความร้อน (เปอร์เซ็นต์)	38.46±1.47	37.31±4.55	37.99±2.38	37.78±4.23	ns	ns	ns
ค่าแรงตัดผ่าน (กก.)	5.40±0.94	4.87±0.71	5.05±1.19	5.23±0.35	ns	ns	*
กล้ามเนื้อส่วน *T. brachii*							
pH_0	6.34±0.07	6.33±0.05	6.33±0.05	6.34±0.08	ns	ns	ns
pH_{24}	5.46±0.07	5.44±0.08	5.49±0.08	5.42±0.04	ns	ns	ns
L*	37.52±3.42	35.85±2.45	36.50±2.98	36.86±3.21	ns	ns	ns
a*	12.26±2.35	12.51±3.09	12.00±2.28	12.76±3.10	ns	ns	ns
b*	11.59±4.56	10.71±4.83	10.74±4.65	11.57±4.74	ns	ns	ns
การสูญเสียน้ำหนักเมื่อให้ความร้อน (เปอร์เซ็นต์)	37.74±4.28	36.21±4.96	36.29±4.31	37.66±4.96	ns	ns	ns
ค่าแรงตัดผ่าน (กก.)	5.16±0.67	4.89±1.06	5.03±1.12	5.02±0.58	ns	ns	ns

หมายเหตุ : ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ค่าสีของกล้ามเนื้อแพะ

ตารางที่ 9 แสดงผลของพันธุ์และระบบการเลี้ยงที่มีต่อค่าสีของกล้ามเนื้อสันนอก กล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* และกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* พบว่า ปัจจัยทั้งสองไม่มีผลทำให้กล้ามเนื้อแพะมีค่าสี L* a* และ b* แตกต่างกัน (P>0.05) และไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงที่มีต่อค่าสีเช่นกัน (P>0.05) โดยในกล้ามเนื้อสันนอก พบว่า มีค่าสี L*, a* และ b* เฉลี่ยเท่ากับ 34.34, 12.36 และ 11.78 ตามลำดับ และกล้ามเนื้อสันนอกของแพะลูกผสมมีค่าสีเฉลี่ยเท่ากับ 37.29, 11.14 และ 10.41 ตามลำดับ (P>0.05) ทั้งนี้กล้ามเนื้อสันนอกของแพะที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบประณีตและกึ่งประณีตมีค่าสี L*, a* และ b* อยู่ในช่วง 35.75-35.88, 11.48-12.03 และ 10.76-11.43 ตามลำดับ (P>0.05)

สำหรับค่าสีในกล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* พบว่า กล้ามเนื้อของแพะพื้นเมืองมีค่าสี L*, a* และ b* ไม่แตกต่างจากแพะลูกผสม (35.82, 12.46 และ 10.47 เปรียบเทียบกับ 33.85, 13.46 และ 11.41 ตามลำดับ) และพบว่า ความแตกต่างของระบบการเลี้ยงแพะทั้งสองระบบนั้นไม่มีผลทำให้กล้ามเนื้อสะโพกของแพะมีค่าสี L*, a* และ b* ต่างกัน (P>0.05) ซึ่งกล้ามเนื้อของแพะที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบประณีตและกึ่งประณีตนั้นมีค่าสี L*, a* และ b* เฉลี่ยเท่ากับ 34.26, 12.38 และ 10.32 เปรียบเทียบกับ 35.42, 13.54 และ 11.56 ตามลำดับ

ในกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* พบว่า ค่าสีในกล้ามเนื้อของแพะพื้นเมืองและแพะ-ลูกผสมมีค่าสี L*, a* และ b* อยู่ในช่วง 35.85-37.52, 12.26-12.51 และ 10.71-11.59 ตามลำดับ (P>0.05) และพบว่าระบบการเลี้ยงไม่มีอิทธิพลต่อค่าสีเช่นกัน อย่างไรก็ตาม มีแนวโน้มว่ากล้ามเนื้อแพะที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบกึ่งประณีตจะมีค่าสี L*, a* และ b* (36.86, 12.76 และ 11.57) สูงกว่ากล้ามเนื้อของแพะที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบประณีต (36.50, 12.00 และ 10.74) (P>0.05)

จากผลการทดลองไม่พบว่าพันธุ์และระบบการเลี้ยงมีผลต่อค่าสีในกล้ามเนื้อแพะทั้งสามชนิด ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในกล้ามเนื้อภายหลังสัตว์ตายนั้นเป็นไปอย่างปกติ ดังเช่น การลดลงของค่า pH ในกล้ามเนื้อนั้นมีความสัมพันธ์กับค่าสี L* (ค่าความสว่าง) ทั้งนี้ Geesink และคณะ (1993) อ้างโดย จุฑารัตน์ และคณะ (2545) ได้อธิบายถึงความสัมพันธ์ของค่า pH ในกล้ามเนื้อที่มีอัตราการลดลงของ pH อย่างรวดเร็วนั้นจะมีผลทำให้ซาร์-โคพลาสมิคโปรตีนของเส้นใยกล้ามเนื้อเสื่อมสภาพ ดังนั้นจะมีผลทำให้ความสามารถในอุ้มน้ำของโปรตีนในเนื้อลดลง จะทำให้มีน้ำซึมเยิ้มออกมาบริเวณผิวเนื้อซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการสะท้อนกลับของแสงที่สัมผัสกับผิวของเนื้อมาก ทำให้ค่าสีที่วัดออกมามีค่าสูง และในทางตรงข้ามถ้าเนื้อมีค่า

pH สูง ความสามารถในการอุ้มน้ำของโปรตีนในเนื้อสูง น้ำจะไม่ซึมออกมาที่ผิวเนื้อ ทำให้การสะท้อนกลับของแสงน้อย ค่า L* ที่ได้จะต่ำ แต่ค่า pH ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้อยู่ในเกณฑ์ที่ปกติทำให้ค่าสี L* ที่วัดได้ไม่มีลักษณะที่ผิดปกติ

สำหรับค่าสี a* (ค่าความแดง) มีความสัมพันธ์กับปริมาณไมโอโกลบิน และฮีโมโกลบินในกล้ามเนื้อ โดยในกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ในร่างกายสัตว์จะมีชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อที่แตกต่างกัน กล้ามเนื้อส่วนที่ทำงานหนักมีความต้องการใช้ออกซิเจนสูงก็จะมีความเข้มของไมโอโกลบินสูงและมีสีแดงเข้มกว่ากล้ามเนื้อที่ทำงานน้อยหรือทำหน้าที่เป็นโครงร่างซึ่งมีการใช้ออกซิเจนต่ำ และค่าสี b* (ค่าความหลือง) มีความสัมพันธ์กับปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ โดยขึ้นอยู่กับปริมาณไขมันแทรกที่แตกต่างกันไประหว่างชนิดของกล้ามเนื้อ หรือแม้กระทั่งในกล้ามเนื้อเดียวกัน ก็ทำให้มีผลต่อค่าการสะท้อนแสง (สัญชัย, 2543) แต่เนื่องจากกล้ามเนื้อของแพะทั้งสามชนิดแทบจะไม่มีไขมันแทรก ดังนั้นกล้ามเนื้อจึงมีค่า b* ไม่สูงมาก

จากผลการศึกษาที่ได้ครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับ Dhanda และคณะ (2003) ที่รายงานถึงค่าสีของกล้ามเนื้อสันนอกของแพะลูกผสมเพศผู้โดยพบว่า กล้ามเนื้อของแพะลูกผสม Feral x Feral และ Saanen x Feral มีค่าความแดง (a*) เฉลี่ยเท่ากับ 12.4 ซึ่งสูงกว่ากล้ามเนื้อแพะลูกผสมกลุ่มอื่น ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 10.3-11.7 และสำหรับค่าสี L* และ b* พบว่าแพะลูกผสม Boer x Saanen มีค่าสีทั้งสองชนิดสูงที่สุด (43.6 และ 8.1) ($P<0.05$) อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาที่ได้มีค่าต่ำกว่าการรายงานของ Kadim และคณะ (2003) ซึ่งได้ศึกษาลักษณะคุณภาพเนื้อแพะ Omani โดยใช้แพะจำนวน 3 พันธุ์ คือ Batina, Dhofari และ Jabal Akhdar ที่เลี้ยงภายใต้สภาพการเลี้ยงที่เหมือนกันจนถึงฆ่า และพบว่าอิทธิพลของพันธุ์ไม่มีผลทำให้ค่าสี a* และ b* ในกล้ามเนื้อสันนอก กล้ามเนื้อ *B. femoris*, *Semitendinosus* และ *Semimembranosus* ของแพะทั้งสามพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แม้มีแนวโน้มว่าแพะพันธุ์ Jabal Akhdar มีค่าความแดง a* ในกล้ามเนื้อ *Semimembranosus* (25.3) สูงที่สุด ($P>0.05$) ตามลำดับ แต่สำหรับค่าสี L* ในกล้ามเนื้อ *B. femoris*, *Semitendinosus* และ *Semimembranosus* ของแพะทั้งสามพันธุ์พบว่า อิทธิพลของพันธุ์มีผลต่อค่าสี L* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยในกล้ามเนื้อ *Semimembranosus* ของแพะพันธุ์ Dhofari และพันธุ์ Jabal Akhdar มีค่าความสว่าง L* (40.4 และ 40.1) สูงที่สุด ($P<0.05$) ทั้งนี้น่าเป็นผลเนื่องมาจากความแตกต่างของพันธุ์รวมทั้งสภาพแวดล้อมในการเลี้ยงแพะ

นอกจากนี้ Dhanda และคณะ (2003) ยังพบว่าความแตกต่างของช่วงอายุแพะเมื่อเข้าฆ่าก็มีผลต่อค่าสีเช่นกัน โดยค่าสีของแพะในกลุ่ม chevon มีค่าสี L*, a* และ b* เฉลี่ยเท่ากับ 40.7, 12.3 และ 9.7 ซึ่งสูงกว่า แพะกลุ่ม cabrito มีค่าสี L*, a* และ b* เฉลี่ยเท่ากับ 38.5, 11.0 และ 5.4 ตามลำดับ ($P<0.05$) ทั้งนี้ น่าจะเป็นผลมาจากความแตกต่างของอายุ ซึ่งในกล้ามเนื้อของแพะรุ่นมีการใช้และสะสมออกซิเจนในปริมาณสูง กล้ามเนื้อจึงมีสีเข้มกว่าแพะที่มีอายุน้อยกว่า และ Lee และคณะ (2008) ยังพบว่าอิทธิพลของอาหารนั้นมีผลต่อค่าสี L*, a* และ b* ในกล้ามเนื้อสันนอกของแพะลูกผสม Boer x Spanish ที่เลี้ยงในโรงเรือนและได้รับอาหารที่แตกต่างกัน มีค่าสี L* อยู่ในช่วง 39.81-43.57 มีค่าสี a* อยู่ในช่วง 9.34-9.89 และมีค่าสี b* อยู่ในช่วง 11.09-12.45 ตามลำดับ ($P<0.05$)

อย่างไรก็ตาม ในเรื่องความแตกต่างของค่าสีของกล้ามเนื้อ มีรายงานว่า ค่าสีของกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กับปัจจัยหลายประการ เช่น ชนิดสัตว์ พันธุกรรม อายุ เพศ ชนิดกล้ามเนื้อตลอดจนวิธีการเลี้ยงดู และกิจกรรมของตัวสัตว์เองก็มีผลทำให้สีของเนื้อสัตว์แตกต่างกันเพราะกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ของร่างกายมีโครงสร้างของเส้นใยกล้ามเนื้อที่แตกต่างกัน คือกล้ามเนื้อส่วนที่มีการทำงานหนักมากๆ จะทำให้เกิดการใช้ออกซิเจนและการสะสมออกซิเจนในปริมาณสูง ดังนั้นกล้ามเนื้อสะโพกและไหล่จึงมีสีที่เข้มกว่ากล้ามเนื้อสันนอก (ชัยณรงค์, 2529; สัญชัย, 2543; Lawrie, 1991; Miller, 1994; Warriss, 2000)

ค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อน

ผลการศึกษาความแตกต่างระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงที่มีต่อค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อนในกล้ามเนื้อของแพะแสดงในตารางที่ 9 พบว่า ปัจจัยทั้งสองไม่มีผลทำให้ค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อนในกล้ามเนื้อสันนอก กล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* และกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* ต่างกัน ($P>0.05$) และไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยทั้งสองที่มีต่อค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อน ($P>0.05$) ซึ่งในกล้ามเนื้อสันนอกนั้นมีค่าการสูญเสียอยู่ในช่วง 35.84-37.14 เปอร์เซ็นต์ ในกล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* มีค่าการสูญเสียอยู่ในช่วง 37.31-38.46 เปอร์เซ็นต์ และในกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* มีค่าการสูญเสียอยู่ในช่วง 36.21-37.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

อย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษาไม่พบความแตกต่างของค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อนในกล้ามเนื้อของแพะ โดยการสูญเสียน้ำของเนื้อสัมพันธ์กับการลดลงของค่า pH ของเนื้อ และมีผลต่อความสามารถในการจับตัวกันระหว่างโมเลกุลของโปรตีนกับน้ำในเนื้อ

(จุฑารัตน์, 2538; ชัยณรงค์, 2529) ซึ่งค่าการสูญเสียที่ได้จากศึกษานั้นมีค่าที่ไม่สูงเกินไป ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของค่า pH ในกล้ามเนื้อที่ลดลงอย่างปกติ จึงทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของโปรตีนในเนื้อนั้นเป็นไปตามปกติ และเนื้อที่ได้ไม่มีลักษณะของเนื้อซีดเหลว หรือแห้ง เพราะการเกิดลักษณะที่ผิดปกติในเนื้อด้านค่า pH จะส่งผลต่อค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อในด้านต่างๆ นอกจากนี้การสูญเสียน้ำในด้านต่างๆ ยังเกี่ยวข้องกับปริมาณความชื้น และไขมันในกล้ามเนื้อ (Buss, 1990) และยังสัมพันธ์กับขนาดของชิ้นเนื้อที่นำมาศึกษาด้วยเช่นกัน

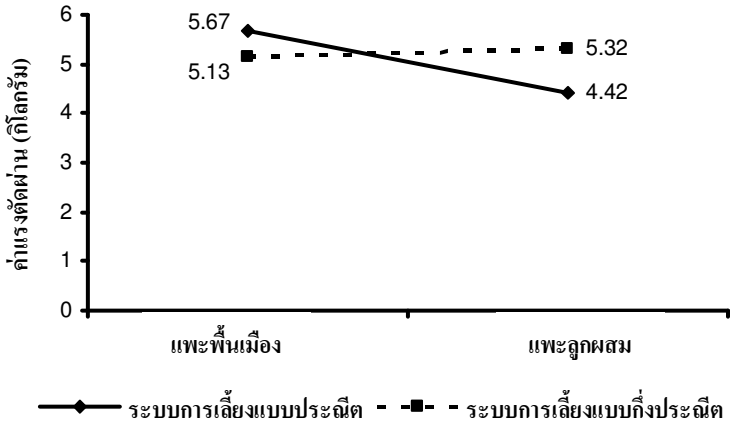
ผลการศึกษาครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับ Dhanda และคณะ (2003) ที่รายงานถึงความแตกต่างของพันธุ์แพะที่มีผลต่อค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อนในกล้ามเนื้อสันนอก พบว่า กล้ามเนื้อของแพะลูกผสม Boer x Angora และ Feral x Feral มีค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อน (35.4 และ 32.4 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าแพะลูกผสม Saanen x Angora (31.1 เปอร์เซ็นต์) Boer x Saanen (29.4 เปอร์เซ็นต์) และ Saanen x Feral (28.4 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ และยังพบว่า ในกล้ามเนื้อสันนอกของแพะกลุ่ม chevon มีค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อน (39.6 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าแพะกลุ่ม cabrito (19.5 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ ($P<0.05$) อย่างไรก็ตามค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อน ในผลการศึกษาครั้งนี้มีค่าสูงกว่าการศึกษาของ Kadim และคณะ (2003) ที่รายงานค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อนในกล้ามเนื้อของแพะพันธุ์ Dhofari, Jabal Akhdar และพันธุ์ Batina พบว่า ในกล้ามเนื้อสันนอกของแพะทั้งสามพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียอยู่ในช่วง 21.90-25.26 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าการสูญเสียต่ำกว่ากล้ามเนื้อ *B. femoris* และ *Semimembranosus* ซึ่งมีค่าการสูญเสียอยู่ในช่วง 27.50-33.3 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.01$)

ในเรื่องความแตกต่างของค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อนสัมพันธ์กับอายุของสัตว์ ชนิด และตำแหน่งของกล้ามเนื้อ ปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่สะสมในกล้ามเนื้อ อุณหภูมิของซาก รวมทั้งปริมาณความร้อนที่กล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันได้รับ (Lawrie, 1991; Warriss, 2000; Dhanda *et al*., 2003) แต่ค่านี้ไม่สัมพันธ์กับระดับโภชนะที่แพะได้รับ (Kannan *et al.,* 2006; Lee *et al.,* 2008)

ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ

ผลการศึกษาค่าแรงตัดผ่านในกล้ามเนื้อของแพะทั้งสามชนิด แสดงในตารางที่ 9 พบว่า อิทธิพลของพันธุ์มีผลทำให้กล้ามเนื้อสันนอกมีค่าแรงตัดผ่านแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยในกล้ามเนื้อของแพะพื้นเมืองมีค่าแรงตัดผ่านสูงกว่ากล้ามเนื้อของแพะลูกผสม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.95 เปรียบเทียบกับ 2.45 กิโลกรัม ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากความแตกต่างระหว่างพันธุ์ โดยในกล้ามเนื้อของแพะพื้นเมืองอาจมีปริมาณและชนิดของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่สูง และมีปริมาณของ intermolecular crosslinks ที่แข็งแรงกว่า และมีปริมาณไขมันแทรกน้อย ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ที่พบในกล้ามเนื้อของแพะพื้นเมืองนั้นมีค่าต่ำ (ตารางที่ 8) และมีความหนาของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเพอริไมเซียมที่หนากว่ากล้ามเนื้อของแพะลูกผสม (ตารางที่ 10) สำหรับความแตกต่างของระบบการเลี้ยงไม่มีผลทำให้ค่าแรงตัดผ่านในกล้ามเนื้อแพะแตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยกล้ามเนื้อของแพะที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบประณีตและในระบบการเลี้ยงแบบกึ่งประณีตมีค่าแรงตัดผ่านเฉลี่ยเท่ากับ 2.64 และ 2.76 กิโลกรัม ตามลำดับ

สำหรับในกล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* พบอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงที่มีผลต่อค่าแรงตัดผ่านของกล้ามเนื้อแพะทั้งสองพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยพบว่า กล้ามเนื้อของแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบประณีตมีค่าแรงตัดผ่าน (5.67 กิโลกรัม) สูงกว่ากล้ามเนื้อของแพะพื้นเมืองที่ได้จากเลี้ยงแบบกึ่งประณีต (5.13 กิโลกรัม) และพบว่าในกล้ามเนื้อแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตมีค่าแรงตัดผ่าน (5.32 กิโลกรัม) สูงกว่าแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบประณีต (4.42 กิโลกรัม) ตามลำดับ (ภาพที่ 24) อาจเนื่องมาจากอิทธิพลของปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันในกล้ามเนื้อของพื้นเมืองที่มีปริมาณสูง และมีปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ต่ำ อีกทั้งมีความหนาของชั้นเพอริไมเซียมที่หนาจึงส่งผลให้เนื้อแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบประณีตและแบบกึ่งประณีตนั้นมีเนื้อที่เหนียวกว่าเนื้อแพะลูกผสม



ภาพที่ 24 อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อค่าแรงตัดผ่านในกล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris*

สำหรับกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* พบว่าอิทธิพลของพันธุ์และระบบการเลี้ยงไม่มีผลทำให้ค่าแรงตัดผ่านของกล้ามเนื้อแพะแตกต่างกัน (P>0.05) โดยกล้ามเนื้อไหล่ของแพะมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อเฉลี่ยเท่ากับ 5.03 กิโลกรัม

ทั้งนี้ อิทธิพลของพันธุ์และระบบการเลี้ยงที่มีผลต่อสมบัติทางกายภาพของเนื้อนั้น Lawrie (1991) อธิบายว่า ความแตกต่างของชนิดสัตว์ พันธุกรรม อายุ เพศ ชนิดกล้ามเนื้อจากส่วนต่างๆ ของร่างกาย วิธีการเลี้ยงดู และกิจกรรมของตัวสัตว์เอง การเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในกล้ามเนื้อหลังการฆ่า และระยะเวลาในการบ่มซาก สิ่งเหล่านี้จะส่งผลต่อโครงสร้างและสมบัติทางกายภาพของเนื้อสัตว์แตกต่างกันเพราะกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ของร่างกายมีโครงสร้างของเส้นใย-กล้ามเนื้อที่ต่างกัน (Swatland, 1994; Warriss, 2000; Lawrie, 1991)

จากผลการศึกษาครั้งนี้มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่ำกว่าการศึกษาของ Johnson และคณะ (1995) ที่ศึกษาอิทธิพลของพันธุ์และเพศที่มีต่อคุณลักษณะซากแพะพันธุ์ Florida native, Nubian x Florida native และ Spanish x Florida native โดยพบว่าแพะทั้งสามพันธุ์มีค่าแรงตัดผ่านในกล้ามเนื้อสันนอก กล้ามเนื้อ *B. femoris* และ *Semimembranosus* ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) โดยกล้ามเนื้อทั้งสามชนิดมีค่าแรงตัดผ่านอยู่ในช่วง 5.7-7.6 กิโลกรัม ทั้งนี้ ยังพบว่าในกล้ามเนื้อสันนอกของแพะเพศผู้มีค่าแรงตัดผ่าน (6.5 กิโลกรัม) สูงกว่าแพะเพศเมีย (5.0 กิโลกรัม) และพบว่าในกล้ามเนื้อ *B. femoris* และ *Semimembranosus* ของแพะเพศผู้ก็มีค่าแรงตัดผ่าน (6.6 และ 8.2 กิโลกรัม ตามลำดับ) สูงกว่าแพะเพศผู้ตอน (6.1 และ 7.2 กิโลกรัม ตามลำดับ) และแพะเพศเมีย (4.9 และ 5.8 กิโลกรัม ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และผลการศึกษาครั้งนี้ยัง-

มีค่าต่ำกว่าการศึกษาของ Dhanda และคณะ (2003) ที่พบว่าพันธุ์มีผลทำให้ค่าแรงตัดผ่านในกล้ามเนื้อสันนอกของแพะแตกต่างกัน โดยในกล้ามเนื้อแพะลูกผสม Saanen x Feral มีค่าแรงตัดผ่านสูงที่สุด (4.6 กิโลกรัม) และแพะลูกผสม Boer x Feral มีค่าแรงตัดผ่านต่ำที่สุด (3.7 กิโลกรัม) ($P<0.05$) และอายุมีผลทำให้กล้ามเนื้อแพะลูกผสมกลุ่ม chevon มีค่าแรงตัดผ่านสูงกว่าแพะกลุ่ม cabrito ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.2 เปรียบเทียบกับ 3.2 กิโลกรัม ($P<0.05$) ทั้งนี้ น่าจะเป็นผลมาจากความแตกต่างของพันธุ์ ช่วงอายุ ตลอดจนสภาพการเลี้ยงดูที่ใช้ในการศึกษาด้วย ขณะที่ Lee และคณะ (2008) พบว่าความแตกต่างของอาหารไม่มีผลทำให้ค่าแรงตัดผ่านในกล้ามเนื้อสันนอกของแพะลูกผสม Boer x Spanish แตกต่างกัน (อยู่ในช่วง 3.10-3.79 กิโลกรัม) ($P>0.05$) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการรายงานโดย Kannan และคณะ (2006) ที่พบว่าอิทธิพลของระดับโภชนะในอาหารไม่มีผลต่อค่าแรงตัดผ่าน ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 3.15-3.48 กิโลกรัม ($P>0.05$)

โครงสร้างทางจุลภาค

ตารางที่ 10 แสดงผลการศึกษาความหนาของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นเพอริไมเซียม เมื่อพิจารณาเฉพาะกล้ามเนื้อสันนอกพบว่า ความแตกต่างของพันธุ์มีผลทำให้กล้ามเนื้อของแพะมีความหนาของชั้นเพอริไมเซียม แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยในกล้ามเนื้อของแพะพื้นเมืองมีความหนาของเพอริไมเซียมสูงกว่ากล้ามเนื้อของแพะลูกผสม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.04 เปรียบเทียบกับ 29.91 ไมโครเมตร สำหรับความแตกต่างของระบบการเลี้ยง พบว่าในกล้ามเนื้อสันนอกของแพะที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบประณีตมีความหนาของเพอริไมเซียมต่ำกว่ากล้ามเนื้อแพะที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีต อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) (27.20 เปรียบเทียบกับ 35.75 ไมโครเมตร) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ในตารางที่ 8 และยังสัมพันธ์กับค่าแรงตัดผ่านเนื้อในตารางที่ 9

สำหรับกล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* พบว่า ความแตกต่างของพันธุ์และระบบการเลี้ยงส่งผลให้ความหนาของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นเพอริไมเซียมในกล้ามเนื้อของแพะไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยในกล้ามเนื้อของแพะพื้นเมืองและแพะลูกผสม มีค่าอยู่ในช่วง 52.20-53.37 ไมโครเมตร ทั้งนี้ กล้ามเนื้อของแพะที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบประณีตและแบบกึ่งประณีตมีความหนาของเพอริไมเซียมอยู่ในช่วง 52.62-52.95 ไมโครเมตร สำหรับในกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* พบว่า อิทธิพลของพันธุ์มีผลทำให้กล้ามเนื้อของแพะมีความหนาของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันของเพอริไมเซียมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยในกล้ามเนื้อไหล่ของแพะพื้นเมืองมีความหนาของเพอริไมเซียมสูงกว่ากล้ามเนื้อของแพะลูกผสม (51.50 เปรียบเทียบกับ

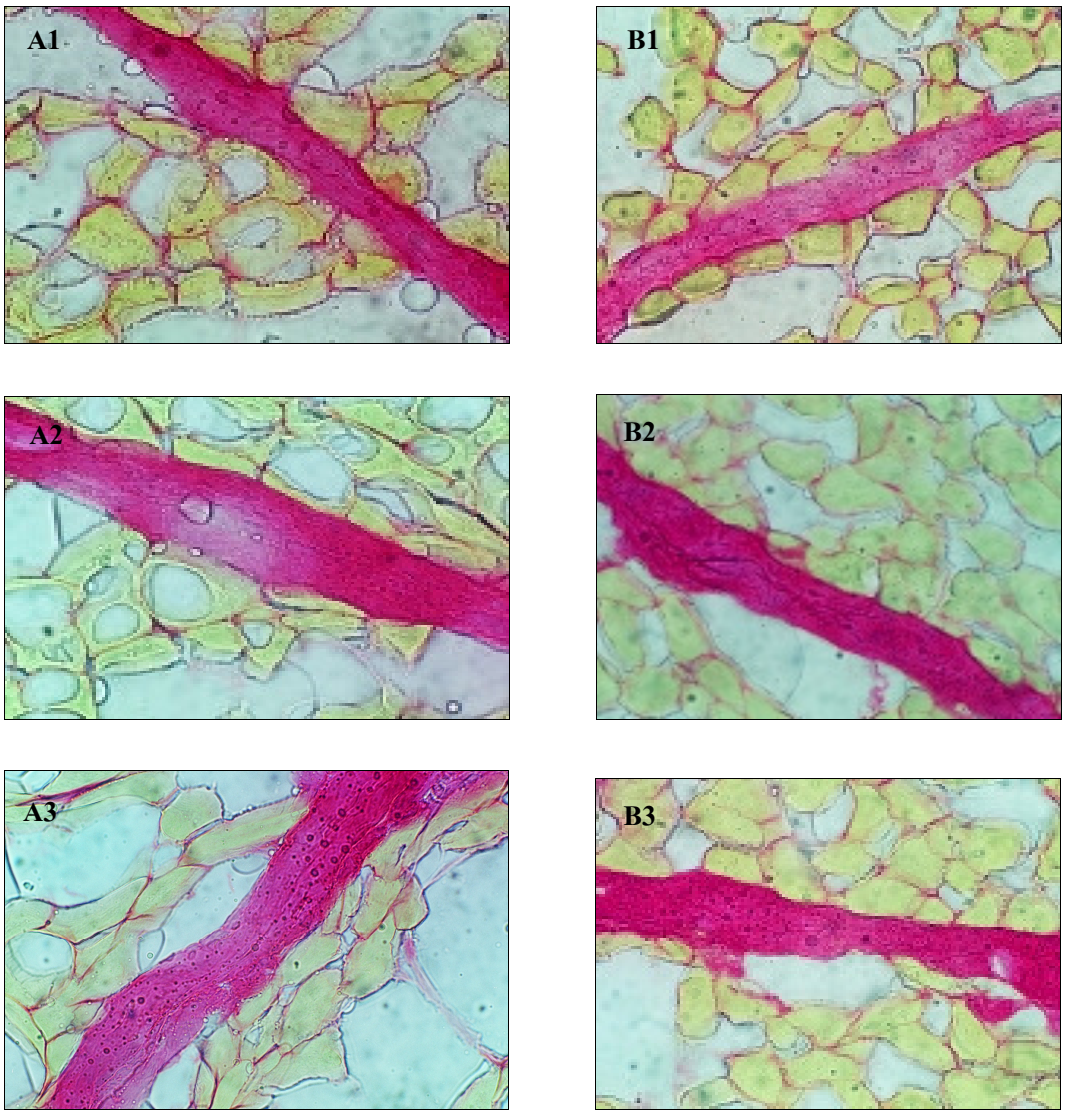
47.29 ไมโครเมตร) ส่วนความแตกต่างของระบบการเลี้ยงพบว่า กล้ามเนื้อของแพะที่เลี้ยงแบบประณีตมีความหนาของเพอริไมเซียมต่ำกว่ากล้ามเนื้อแพะที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) (46.87 เปรียบเทียบกับ 51.91 ไมโครเมตร)

ความหนาของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นเพอริไมเซียมที่ตรวจพบในการศึกษาครั้งนี้มีค่าสูงกว่ารายงานของ Zochowaka และคณะ (2005) ที่ได้ศึกษาโครงสร้างระดับจุลภาคของกล้ามเนื้อแพะพันธุ์บอร์ โดยพบว่าในกล้ามเนื้อสะโพกส่วน *Semimembranosus* ของแพะกลุ่มที่มีน้ำหนักฆ่าน้อย (20 กิโลกรัม) มีความหนาของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นเพอริไมเซียมเฉลี่ยเท่ากับ 16.99 ไมโครเมตร ซึ่งมีค่าน้อยกว่าแพะกลุ่มที่มีน้ำหนักฆ่า 60 กิโลกรัม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.74 ไมโครเมตร สำหรับในกล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* พบว่าแพะกลุ่มที่มีน้ำหนักฆ่า 20 กิโลกรัม มีความหนาของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นเพอริไมเซียมเท่ากับ 21.11 ไมโครเมตร ซึ่งมีค่าต่ำกว่าแพะกลุ่มที่มีน้ำหนักฆ่า 60 กิโลกรัม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.26 ไมโครเมตร ตามลำดับ (P<0.05) ทั้งนี้ ความหนาของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นเพอริไมเซียมที่ต่างกันนั้นน่าเป็นผลมาจากพันธุ์ อายุ และชนิดของกล้ามเนื้อ ซึ่งในสัตว์ที่มีกิจกรรมมากมีผลทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันสูงและจะเพิ่มมากขึ้นอย่างช้าๆ เมื่อสัตว์มีอายุมากขึ้น (ชัยณรงค์, 2529) สอดคล้องกับ Liu และคณะ (1996) และ Pearson และ Young (1989) ที่กล่าวว่า โครงสร้างของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นเพอริไมเซียมเป็นปัจจัยหลักในการประเมินความเหนียวของเนื้อ โดยปริมาณและโครงสร้างของคอลลาเจน ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันจะแปรปรวนไปตามอายุของสัตว์ และชนิดของกล้ามเนื้อและมีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับค่าแรงตัดผ่านของเนื้อ

ตารางที่ 10 ผลของพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อความหนาของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นเพอริ-ไมเซียมของกล้ามเนื้อสันนอก กล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* และกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* (ไมโครเมตร) (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

รายการ	พันธุ์		ระบบการเลี้ยง		ความแตกต่างทางสถิติ		
	แพะพื้นเมือง	แพะลูกผสม	แบบประณีต	แบบกึ่งประณีต	พันธุ์	ระบบ	พันธุ์ x ระบบ
กล้ามเนื้อสันนอก	33.04±4.67	29.91±6.38	27.20±5.19	35.75±1.07	*	**	ns
กล้ามเนื้อ *B. femoris*	52.20±1.49	53.37±2.09	52.62±1.83	52.95±1.98	ns	ns	ns
กล้ามเนื้อ *T. brachii*	51.50±2.25	47.29±3.66	46.87±3.09	51.91±2.17	**	**	ns

หมายเหตุ : * แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05), ** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)
ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)



ภาพที่ 25 ลักษณะเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นเพอริไมเซียมในกล้ามเนื้อของแพะ

A = แพะพื้นเมือง

B = แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน 50% x พื้นเมือง 50%

1 = กล้ามเนื้อสันนอก

2 = กล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris*

3 = กล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii*

บทที่ 4

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมี สมบัติทางกายภาพ และโครงสร้างทางจุลภาคของกล้ามเนื้อแพะพื้นเมือง และแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน 50 % x พื้นเมือง 50 % เพศผู้ ซึ่งเลี้ยงแบบประณีตและแบบกึ่งประณีต ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

1. พันธุ์

ความแตกต่างของพันธุ์มีผลทำให้องค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อสันนอก และกล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยกล้ามเนื้อสันนอกของแพะพื้นเมืองมีเปอร์เซ็นต์ไขมันต่ำกว่ากล้ามเนื้อสันนอกของแพะลูกผสม ขณะที่กล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* ของแพะลูกผสมมีเปอร์เซ็นต์โปรตีน เถ้า ปริมาณคอลลาเจนทั้งหมด และคอลลาเจนที่ละลายได้ สูงกว่ากล้ามเนื้อของแพะพื้นเมือง ($P<0.05$) แต่ความแตกต่างของพันธุ์ไม่มีผลทำให้กล้ามเนื้อมีเปอร์เซ็นต์ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และคอลลาเจนที่ละลายได้ของกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* แตกต่างกัน ($P>0.05$) สำหรับสมบัติทางกายภาพพบว่า พันธุ์ไม่มีผลต่อค่าสี และค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อนของกล้ามเนื้อแพะทั้งสามชนิดได้แก่ กล้ามเนื้อสันนอก กล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* และกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* ($P>0.05$) แต่ความแตกต่างของพันธุ์มีผลต่อค่าแรงตัดผ่านของกล้ามเนื้อสันนอกโดยแพะพื้นเมืองมีค่าแรงตัดผ่านสูงกว่าแพะลูกผสม ($P<0.05$) นอกจากนี้ พันธุ์มีผลทำให้กล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* ของแพะพื้นเมืองมีความหนาของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นเพอริไมเซียมมากกว่าแพะลูกผสม ($P<0.01$) แต่ความแตกต่างของพันธุ์ไม่มีผลต่อความหนาของเนื้อเกี่ยวพันชั้นเพอริไมเซียมของกล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* ($P>0.05$)

2. ระบบการเลี้ยง

ความแตกต่างของระบบการเลี้ยงแพะมีผลทำให้กล้ามเนื้อของแพะมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นและเปอร์เซ็นต์โปรตีนแตกต่างกัน ($P<0.05$) โดยในกล้ามเนื้อสันนอก และกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* ของแพะที่เลี้ยงแบบประณีตนั้นมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูง แต่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำกว่ากล้ามเนื้อของแพะที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบกึ่งประณีต แต่ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า ในกล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* ($P>0.05$) สำหรับปริมาณคอลลาเจนพบว่าความแตกต่างของระบบการเลี้ยงมีผลทำให้ปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ในกล้ามเนื้อสันนอก กล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* และกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* ของแพะที่เลี้ยงแบบประณีตมีปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้สูงกว่ากล้ามเนื้อของแพะที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีต ($P<0.01$) และระบบการเลี้ยงทั้งสองระบบไม่มีผลต่อค่าสี ค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อน และค่าแรงตัดผ่านของกล้ามเนื้อสันนอก กล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* และกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* ($P>0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่า กล้ามเนื้อทั้งสามชนิดของแพะที่เลี้ยงแบบประณีตมีความหนาของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นเพอริไมเซียมต่ำกว่ากล้ามเนื้อของแพะที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบกึ่งประณีต ($P<0.01$)

3. อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยง

อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงมีผลต่อเปอร์เซ็นต์เถ้าของกล้ามเนื้อสันนอก และกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* โดยกล้ามเนื้อสันนอกของแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบประณีตมีเปอร์เซ็นต์เถ้าต่ำที่สุด ขณะที่กล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* ของแพะลูกผสมที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบประณีตมีเปอร์เซ็นต์เถ้าและมีปริมาณคอลลาเจนทั้งหมดต่ำที่สุด ($P<0.05$) สำหรับปริมาณคอเลสเตอรอล พบว่ากล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* ของแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบประณีตมีปริมาณคอเลสเตอรอลต่ำที่สุด ขณะที่กล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* ของแพะลูกผสมที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบประณีตมีปริมาณคอเลสเตอรอลต่ำที่สุด ($P<0.01$) ส่วนปริมาณกรดไขมัน พบว่าในกล้ามเนื้อสันนอก กล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* และกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* ของแพะพื้นเมืองและแพะลูกผสมที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบประณีตนั้นมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวต่ำ แต่มีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนและอัตราส่วนระหว่างกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนต่อกรดไขมันอิ่มตัวสูงกว่าแพะกลุ่มอื่น ($P<0.01$) นอกจากนี้ อิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยงมีผลทำให้ค่าแรงตัดผ่านในกล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* ของแพะมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยในกล้ามเนื้อสะโพก

B. femoris ของแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีต และแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตมีค่าแรงตัดผ่านสูงกว่ากล้ามเนื้อของแพะพื้นเมืองและแพะลูกผสมที่ได้จากการเลี้ยงแบบประณีต

จากผลการศึกษาอิทธิพลของพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีผลต่อคุณภาพของเนื้อแพะในด้านต่างๆ พบว่าในกล้ามเนื้อสันนอก กล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* และกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* ของแพะพื้นเมืองและแพะลูกผสมที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบประณีตนั้นมีแนวโน้มของค่าแรงตัดผ่านต่ำและมีความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อหลังการให้ความร้อนดี รวมทั้งมีปริมาณคอเลสเตอรอลต่ำ และมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนอยู่ในระดับค่อนข้างสูง จึงกล่าวได้ว่า เนื้อแพะเป็นเนื้อสัตว์คุณภาพดี และมีประโยชน์ต่อสุขภาพ เหมาะสมต่อการบริโภคและการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อแพะต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ในการเลี้ยงแพะเพื่อวัตถุประสงค์ด้านคุณภาพเนื้อ เพื่อให้ได้เนื้อแพะที่มีคุณภาพดี และมีประโยชน์ต่อผู้บริโภคนั้น ควรเลือกเลี้ยงแพะพื้นเมืองและแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน 50% x พื้นเมือง 50% ที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบประณีต
2. ควรศึกษาข้อมูลทางด้านวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ในกล้ามเนื้อของแพะพันธุ์อื่นๆ และศึกษาข้อมูลทางด้านวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ในเชิงลึกในด้านอื่นเพิ่มเติม ทั้งนี้เพื่อจะได้ข้อมูลมากพอสำหรับการพัฒนาการเลี้ยงแพะเนื้อของประเทศ และใช้เป็นข้อมูลสำหรับการพัฒนาอุตสาหกรรมอาหาร และอุตสาหกรรมเกษตรต่อไป
3. ควรศึกษาการประเมินด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกล้ามเนื้อแพะพื้นเมืองเปรียบเทียบกับแพะลูกผสมฯ สายเลือดต่างๆ
4. ควรทำการศึกษาและพัฒนาด้านผลิตภัณฑ์เนื้อแพะควบคู่ไปด้วย ทั้งนี้มีข้อมูลสำหรับการส่งเสริมและการพัฒนาการเลี้ยงแพะเนื้อและการแปรรูปเนื้อแพะในเชิงอุตสาหกรรมของประเทศไทยอย่างเป็นรูปธรรม

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2550. สถิติแพะในประเทศไทยรายภาค. สถิติข้อมูลปศุสัตว์ (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www.dld.go.th/ict/stat2550/book/html. [20 มีนาคม 2551].

คณิต กฤษนังกูร. 2537. เมธาบอลิซึมของลิปิดและหน้าที่ทางสรีรวิทยาในลิปิด ชีวเคมีเทคโนโลยีชีวภาพ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2538. คุณภาพเนื้อสัตว์กับการบริโภค. สัตว์เศรษฐกิจ. 12: 36-39.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540. การจัดการโรงฆ่าสัตว์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล, กันยา ตันติวิสุทธิกุล, รณชัย สิทธิไกรพงษ์, สายชล เลิศสุวรรณ และกิตติมา เมืองมุสิทธิ์. 2545. การพัฒนาการจัดระดับเกรดซากสุกรของประเทศไทย. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เจือ สุทธิวนิช. 2526. หลักและแนวทางการปรับปรุงพันธุ์แพะพื้นเมืองภาคใต้. สงขลา : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนพานิช.

ซารีนา สือแม. 2546. ผลของระดับโปรตีนในอาหารข้นต่อการกินได้ การย่อยได้และอัตราการเจริญเติบโตของแพะเพศเมียหลังหย่านมที่แทะเล็มในแปลงหญ้า. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2548. วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

นันทนา ช่วยชูวงศ์. 2545. เนื้อและผลิตภัณฑ์. นครศรีธรรมราช : คณะวิชาสัตวศาสตร์ วิทยาเขตนครศรีธรรมราช สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2541. โภชนศาสตร์สัตว์. เชียงใหม่ : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

บุญเสริม ชีวะอิสระกุล. 2546. การเลี้ยงดูและการจัดการแพะ. เชียงใหม่ : ภาควิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เมธา วรรณพัฒน์. 2533. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. กรุงเทพฯ : ฟันนี่พับบลิชชิ่ง.

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2536. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วินัย ประลมพ์กาญจน์. 2529. การศึกษาลักษณะทางซากของแพะ. ว. สงขลานครินทร์ 8: 105-109.

วินัย ประลมพ์กาญจน์. 2532. คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อแพะ. ว. สงขลานครินทร์. 11: 207-212.

วินัย ประลมพ์กาญจน์. 2542. การผลิตแพะเนื้อและแพะนมในเขตร้อน. นครศรีธรรมราช : ไทม์พริ้นติ้ง.

วสันต์ ใหญ่คำมา และสุวรรณี คำมี. 2546. ผลของระดับโปรตีนในอาหารข้นที่มีต่ออัตราการเจริญเติบโตของแพะเพศผู้ที่แทะเล็มในแปลงหญ้า. รายงานปัญหาพิเศษ. สงขลา : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ศิริชัย ศรีพงศ์พันธุ์. 2531. เอกสารคำสอนวิชา 515-423 การผลิตสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก. สงขลา : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สัญชัย จตุรสิทธา. 2543. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์. เชียงใหม่ : ธนบรรณการพิมพ์.

สัญชัย จตุรสิทธา. 2551. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์. เชียงใหม่ : ธนบรรณการพิมพ์.

สัญชัย จตุรสิทธา, พันทิพา พงษ์เพียจันทร์, บุญลือ เผือกผ่อง, นัยทัศน์ ภู่ศรันย์, ลักษมี วรชัย, ปัทมา ฤกษะเสน และยุวฉัตร วุฒิธรรมคณาพร. 2544. การปรับปรุงคุณภาพเนื้อสุกรและผลิตภัณฑ์โดยการเพิ่มสัดส่วน ω3 : ω6 ในสูตรอาหาร. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. เชียงใหม่ : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สัญชัย จตุรสิทธา, ศุภฤกษ์ สายทอง, อังคนา ผ่องแก้ว, ทัศนีย์ อภิชาติสรางกูร และอำนวย เลี้ยวธารากุล. 2546. คุณภาพซาก และเนื้อของไก่พื้นเมือง และสายพันธุ์ลูกผสม 4 สายพันธุ์. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. เชียงใหม่ : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สมเกียรติ สายธนู. 2528. ผลผลิตเนื้อจากแพะ. ว.สงขลานครินทร์ 7: 65-74.

สมเกียรติ สายธนู, พีรศักดิ์ สุทธิโยธิน และเสาวนิต คูประเสริฐ. 2544. การกระจายของประชากรแพะและลักษณะของแพะพันธุ์พื้นเมืองในภาคใต้. สงขลา : ศูนย์วิจัยและพัฒนาสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก ฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุรศักดิ์ คชภักดี, สมเกียรติ สายธนู, สุรพล ชลดำรงกุล, และวัชรี ด้วงแก้ว. 2544. สีขนและลักษณะรูปร่างแพะพันธุ์พื้นเมืองไทย และพันธุ์ลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียน ณ สถานีวิจัยคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา. สงขลา : ศูนย์วิจัยและพัฒนาสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก ฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สาธิต เขาไข่แก้ว. 2552. ผลของพันธุ์และระบบการเลี้ยงที่มีต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต ลักษณะซาก และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในแพะเพศผู้. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เอกชัย พฤกษ์อำไพ. 2546. คู่มือเลี้ยงแพะ. กรุงเทพฯ : เทพพิทักษ์การพิมพ์.

Abraham, W., Philip, H.L and Smith, E.L. 1973. Principles of Biochemistry. New York : McGraw Hill.

Addrizzo, J.R. 2002. Use of Goat Milk and Goat Meat as Therapeutic Aids in Cardiovascular Diseases. (Online). Available at : http://www.clemson.edu/agronomy/goat/handbook/. html. [accessed on 2 April 2004].

Anonymous. 2007. Structure of a Skeletal Muscle. (Online). Available at : http://www. Training. Seer.cancer.gov/html. [accessed on 10 July 2007].

Anous, M.R. and Mourad M. 2001. Some carcass characteristics of Alpine kids under intensive vesus semi-intensive system of production. Small Rumin. Res. 40: 193-196.

AOAC. 1999. Official Methods of Analysis. The 15th ed. Washington, D.C : Association of Official Analytical Chemists, Inc.

Banskalieva, V., Sahlu, T. and Goetsch, A.L. 2000. Fatty acid composition of goat muscles and fat depots : a review. Small Rumin. Res. 37: 255-268.

Bergman, I. and R. Loxley. 1963. Two improved and simplified methods for the spectrophotometric determination on hydroxyproline. Analytical Chem. 35: 1961-1965.

Beserra, F.J., Madruga, M.S., Leite, A.M., da Silva, E.M.C. and Maia, E.L. 2004. Effect of age at slaughter on chemical composition of meat from Moxoto goat and their crosses. Small Rumin. Res. 55: 177-181.

Bligh, E.D. and W.J. Dyer. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. J. Biochem. Physical. 37: 911-917.

Bosman, M.J.C., Simela, L., Webb, E.C and Scholtz, S.C. 2004. Meat quality of chevon from unimproved indigenous goats and its acceptability to South African consumers. IFT Annual Meeting, Las Vegas, U.S.A., 12-16 July 2004, pp. 76-78.

Buss, E.G. 1990. Genetic of growth and meat production in turkey. *In* Poultry Breeding and Genetics (ed. R.D. Crawford). pp. 645-673. New York : Elsevier Science Publishing Company Inc.

Casey, N.H. 1992. Goat Meat in Human Nutrition. (Online). Available at : http://www.nda.Agric.za/docs/AAPS/Articles/Goats/html. [accessed on 2 April 2007].

Dawson, P.L., Sheldon, B.W. and Miles, J.J. 1991. Effect of aseptic processing on the texture of chicken meat. Poultry Sci. 70: 2359-2367.

Devendra, C. and Burns, M. 1983. Goat Production in the Tropics. London : Commonwealth Agricultral Bureaux.

Dhanda, J.S., Taylor, D.G., and Murray P.J. 2003. Part 1. Growth, carcass and meat quality parameters of male goats : effects of genotype and liveweight at slaughter. J. Anim Sci. 16: 1842-1852.

Dorado, M., Martin Gomez, E.M., Jimenez-Colmenero, F. and Masoud, T.A. 1999. Cholesterol and fat contents of Spanish commercial pork cuts. Meat Sci. 51: 321-323.

Dransfield, E. 1994. Tenderness of meat, poultry and fish. *In* Quality Attributes and their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products (eds. A. M. Peason and T. R. Dutson). pp. 289-315. Oregon : Black Academic & Professional.

Edey, T.N. 1983. Tropical Sheep and Goat Production. Canberra : Australian International Vice-Chancellors Committee.

El, S. N. 1995. Evaluating protein quality of meats using collagen content. J. Food Chemistry. 53: 209-210.

Evan, D.G., Goodwin, T.L. and Andrews, L.D. 1976. Chemical composition, carcass yield, and tenderness of broilers as influenced by rearing methods and genetic strains. Poultry Sci. 55: 748-755.

Foegeding, E.A. and Lanier, T.C. 1996. Characteristic of edible muscle tissues. *In* Food Chemistry. The 3rd ed. New York : Marcel Dekker Inc.

Folch, J., Lees, M. and Stanley, G.H.S. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Bio. Chem. 226: 497-509.

Gaffar, M.A. and Biabani, S.Z. 1986. Effect of plane of nutrition on carcass characteristics, body composition and nutrient deposition in Osmanabadi goat. Indian. J. Anim. Nutr. 3: 173-178.

Husain, M.H., Murray, P.J. and Taylor, D.G. 2000. Meat quality of first and second cross capretto goat carcasses. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 13: 174-177.

Intarapichet, K., Pralomkarn, W. and Chainajariyawong , C. 1994. Influence of genotype and feeding on growth and sensory characteristics of goat meat. ASEAN Food J. 9: 151-155.

Johnson, D.D. and McGowan, C.H. 1998. Diet/ management effects on carcass attributes and meat quality of young goats. Small Rumin. Res. 28: 93-98.

Johnson, D.D., McGowan, C.H., Nurse, G. and Anous, M.R. 1995. Breed type and sex effects on carcass traits, composition and tenderness of young goats. Small Rumin. Res. 17: 57-63.

Jones, S.B., Carroll, R.J. and Cavanaugh, J.R. 1977. Structural changes in heated bovine muscle : A scanning electron microscope study. J. Food Sci. 42: 125-131.

Kadim, I.T., Mahgoub, O., Al-Kindi, A., Al-Marzooqi, W. and Al-Saqri, N.M. 2006. Effects of transportation at high ambient temperatures on physiological responses, carcass and meat quality characteristics of three breeds of Omani goats. Meat Sci. 73: 626-634.

Kadim, I.T., Mahgoub, O., Al-Ajmi, D.S., Al-Maqbaly, R.S., Al-Saqri, N.M. and Ritchie, A. 2003. An evaluation of the growth, carcass and meat quality characteristics of Omani goat breeds. Meat Sci. 66: 203-210.

Kannan, G., Gadiyaram, K.M., Galipalli, S., Carmichael, A., Kouakou, B., Pringle, T.D., McMillin, K. W and Gelaye, S. 2006. Meat quality in goat as influenced by dietary protein and energy levels and postmortem aging. Small Rumin. Res. 61: 45-52

Kosum, N., Alcicek, A., Taskin, T. and Onenc, A. 2003. Fattening performance and carcass characteristics of Saanen and Bornova male kids under an intensive management system. J. Anim. Sci. 48: 379-386.

Koyuncu, M., S., Duru, Uzum, Kara. and Ozis, S. 2006. Effect of castration on growth and carcass traits in hair goat kids under a semi-intensive system in the South-Marmara region of Turkey. Small Rumin. Res. 50: 83-88.

Lawrie, R.A. 1991. Meat Science. Oxford : Pergamon Press.

Lee, J.H., Kouakou, B. and Kannan, G. 2008. Chemical composition and quality characteristics of chevon from goats fed three different post-weaning diets. Small Rumin. Res. 75: 177-184.

Liu, A., Nishimura, T. and Takahashi, K. 1996. Relationship between structural properties of

intramuscular connective tissue and toughness of various chicken skeletal. Meat Sci. 43: 43-49.

Madruga, M.S., Narain, N., Souza, J.G. and Costa, R.G. 2001. Castration and slaughter age effects on fat components of "Mestico" goat meat. Small Rumin. Res. 42: 77-82.

Mahgoub, O., Kadim, I.T., AI-Saqry, N.M., and AI-Busaidi, R.M. 2004. Effects of body weight and sex on carcass tissue distribution in goats. Meat Sci. 68: 577-586.

Mahgoub, O., Khan, A.J., Al-Maqbaly, R.S., Al-Sabahi, J.N., Annamalai, K. and Al-Sakry, N.M. 2002. Fatty acid composition of muscle and fat tissues of Omani Jebel Akhdar goats of different sexes and weights. Meat Sci. 61: 381-387.

Miller, P. 1994. Quality characteristic. *In* Muscle Food (eds. D.M. Kinsman, A.W. Kotula and B.C. Breidenstein). New York : Chapman & Hall.

Miller, P. 2002. Consumer acceptance of goat meat. *In* Meat Goat Production Handbook. (Online). Available at : http://www.clemson edu/agronomy/goat handbook/health.html. [accessed on 2 April 2004].

Mourad, M., Gbanamou, G. and Balde, I.B. 2000. Carcass characteristics of West African dwarf goat under extensive system. Small Rumin. Res. 42: 83-86.

Naqpal, A.K., Singh. D., Prasad, V.S.S. and Jain, P.C. 1995. Effects of weaning age and feeding system on growth performance and carcass traits of male kids in three breeds in India. Small Rumin. Res. 17: 45-50.

NRC. 1981. Nutrient Requirements of Goats: Angora, Dairy and Meat Goat in Temperate and Tropical Countries. Washington, D.C : National Academy of Sciences.

Ozawa, S., Mitsuhashi, T., Mitsumoto, M., Matsumoto, S., Itoh, N., Itagaki, K., Kohno, Y. and Dohgo, T. 2000. The characteristics of muscle fiber types of *Longissimus thoracis* muscle and their influences on the quantity and quality of meat from Japanese black steers. Meat Sci. 54: 65-70.

Palka, K. and Daun, H. 1999. Changes in texture, cooking losses, and myofibrillar structure of bovine *m. semitendinosus* during heating. Meat Sci. 51: 237-243.

Park, Y.W., Kouassi, M.A. and Chin, K.B. 1991. Moisture, total fat and cholesterol in goat organ and muscle meat. J. Food Sci. 58: 245-253.

Pearson, A.M. and Young, R.B. 1989. Muscle and Meat Biochemistry. California : Academic Press, Inc.

Pond, W.G. and Maner, J.H. 1984. Swine Production and Nutrition. Westport, Connecticut : The AVI Publishing Company, Inc.

Pralomkarn, W. 1990. A Comparative Study of the Effect of Cross-breed of Goat on Live-weight Gain and Body Composition. Ph.D. Thesis. The University of Queensland.

Pralomkarn, W., Kochapakdee, S., Milton, J.T.B., Pattie, W.A. and Norton, B.W. 1990. Carcass characteristics of Thai native male goat. Thai J. Agric. Sci. 23: 5-18.

Pralomkarn, W., Kochapakdee, S., Intrapichet, K. and Choldumrongkul, S. 1994. Effect of supplementation and parasitic infection on productivity of Thai native and cross-bred female weaner goat II. Body composition and sensory characterisitics. Asian-Aust. J. Anim Sci. 7: 555-561.

Rajion, M.A., Alimon, A.R and Davis, M.P. 1993. Goat and sheep production. *In* The Animal Industry in Malaysia. pp. 57-67. Selangor : Faculty of Veterinary Medicine & Animal

Science, Universiti Pertanian Malaysia.

Rochdi, A., Foucat, L. and Renou, J. 2000. NMR and DSC studies during thermal denaturation of collagen. Food Chem. 69: 295-299.

Romans, J.R., Costello, W.J., Carlson, C.W., Greaser, M.L and Jones, K.W. 1994. The Meat We Eat. Illinois : Interstate Publishers.

Schönfeldt, H.C., Naude, R.T., Bok, W., van Heerden, S.M and Sowden, L. 1993. Cooking and juiciness-related quality characteristics of goat and sheep meat. Meat Sci. 34: 381-394.

Sen, A.R., Santra, A. and Karim, S.A. 2004. Carcass yield, composition and meat quality attributes of sheep and goat under semiarid conditions. Meat Sci. 66: 757-763.

Sheradin, R., Hoffman, L.C and Ferreira, A.V. 2003. Meat quality of boer kids and mutton Merino lambs. I commercial yields and chemical composition. J. Anim. Sci. 76: 63-71.

Simela, L. 2005. Meat Characteristics and Acceptability of Chevon from South African Indigenous Goats. Ph.D. Dissertation. University of Pretoria.

Simela, L., Webb, E.C. and Frylinck, L. 2004. Post-mortem metabolic status, pH and temperature of chevon from South African indigenous goats slaughtered under commercial conditions. J. Anim. Sci. 34: 204-207.

Smith, G.C., Pike, M.T and Carpenter, Z.L. 1974. Comparison of palatalibity of goat meat and meat from four other animal species. J. Food Sci. 39: 1145-1150.

Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. 1980. Principles and Procedures of Statistics : (A Biometrical Approach). The 2nd ed. New York : McGraw-Hill.

Swatland, H.J. 1994. Structure and Development of Meat Animals and Poultry. Pennsylvania : Technomic Publishing Company.

Swize, S.S., Harris, K.B., Savell, J.W. and Cross, H.R. 1992. Cholesterol content of lean and fat from beef, pork and lamb cuts. J. Food Comp. Anal. 5: 160-167.

Tshabalala, P.A., Strydom, P.E. Webb, E.C. and De Kock, H.L. 2003. Meat quality of designated South African indigenous goat and sheep breeds. Meat Sci. 65: 563-570.

Warriss, P.D. 2000. Meat Science : An Introductory Text. Oxon : CABI.

Wattanachant, S. 2003. Chemical Composition, Properties and Structure of Muscle Affecting Textural Characteristics of Meat from Thai Indigenous and Broiler. Ph.D. Dissertation. Prince of Songkla University.

Wattanachant, S., Benjakul, S. and Ledward, D.A. 2004. Compositions, color and texture of Thai indigenous and broiler chicken muscles. Poultry Sci. 83: 123-128.

Webb, E.C., Casey, N.H and Simela, L. 2005. Goat meat quality. Small Rumin. Res. 60: 153-166.

Werdi Pratiwi, N.M., Murray, P.J. and Taylor, D.G. 2006. Total cholesterol concentrations of the muscles in castrated Boer goats. Small Rumin. Res. 64: 77-81.

Wills, R.B.H and Greenfield, H. 1984. Laboratory Instruction Manual for Food Composition Studies. Kensington : Department of Food Science and Technology, The University of New South Wales.

Xiong, Y.L., Ho, C.T. and Shahidi, F. 1999. Quality characteristics of muscle foods. *In* : Quality Attributes of Muscle Foods. pp. 1-10. New York : Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Xiong Y.L., Cantor, A. H. Pescatore, A. J. Blanchard, S.P. and Straw, M.L. 1993. Variation in muscle chemical composition, pH and protein extractability among eight different broiler crosses. Poultry Sci. 72: 583-588.

Zochowaka, J., Lachowicz, K., Gajowiecki, L., Sobczak, M., Kotowicz, M. and Zych, A. 2005. Effects of carcass weight and muscle on texture, structure and myofibre characteristics of wild Boer meat. Meat Sci. 71: 244-248.

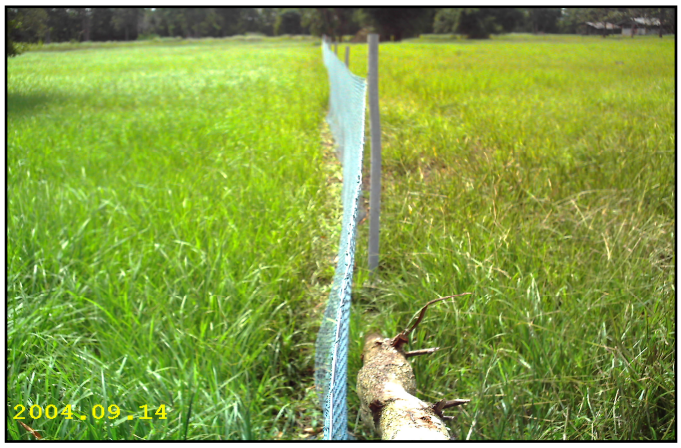
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

พันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะ

ภาพภาคผนวกที่ 1 แพะพื้นเมือง

ภาพภาคผนวกที่ 2 แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน 50% x พื้นเมือง 50%



ภาพภาคผนวกที่ 3 ลักษณะการแบ่งแปลงหญ้า

ภาพภาคผนวกที่ 4 ลักษณะการตัดปรับแปลงหญ้า

ภาพภาคผนวกที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมี

ภาพภาคผนวกที่ 6 ลักษณะโรงเรือนสำหรับเลี้ยงแพะแบบประณีต

ภาพภาคผนวกที่ 7 ลักษณะการเลี้ยงแพะแบบประณีต

ภาพภาคผนวกที่ 8 ลักษณะโรงเรือนสำหรับเลี้ยงแพะแบบกึ่งประณีต

ภาพภาคผนวกที่ 9 ลักษณะการเลี้ยงแพะแบบกึ่งประณีต

ภาพภาคผนวกที่ 10 แพะทดลองก่อนการฆ่า

ภาพภาคผนวกที่ 11 ลักษณะซากแพะหลังจากการชำแหละ

ภาคผนวก ข

วิธีการวัดความหนาเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นเพอริไมเซียม

โดยดำเนินการหาความหนาเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นเพอริไมเซียมตามวิธีของ Liu และคณะ (1996) ตามขั้นตอนดังนี้

1. ตัดชิ้นเนื้อให้มีขนาด 0.5x0.5x1 เซนติเมตร
2. นำชิ้นเนื้อเก็บในห้องเย็นที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส
3. นำไปตัดด้วยเครื่อง cryostat (ตัดหนา 10 ไมโครเมตร ที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส)
4. นำชิ้นเนื้อไปติดบนเพลท
5. แช่ในอะซิโตน (acetone) 60 นาที
6. แช่ใน picro-formalin fixative 10 นาที
7. ล้างออกด้วยเอทธานอล 90 เปอร์เซ็นต์ 1 นาที
8. ล้างด้วยน้ำเปล่า 10 นาที
9. นำไปย้อมสีด้วย Picro-Sirius Red
10. กำจัดน้ำออกโดยล้างด้วยเอทธานอลเข้มข้นอีกครั้ง
11. นำไปแช่ใน xylene
12. ปิดด้วยแผ่นแก้วประสานโดยเจลลาตินเจล (gelatin gel)
13. ถ่ายภาพ

ภาคผนวก ค

ชนิดและปริมาณกรดไขมันในกล้ามเนื้อแพะ

ตารางภาคผนวกที่ 1 ชนิดและปริมาณกรดไขมันในกล้ามเนื้อสันนอก กล้ามเนื้อสะโพก *B. femoris* และกล้ามเนื้อไหล่ *T. brachii* ของแพะ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

รายการ	แพะพื้นเมือง		แพะลูกผสม		ความแตกต่างทางสถิติ[1/]		
	แบบประณีต	แบบกึ่งประณีต	แบบประณีต	แบบกึ่งประณีต	พันธุ์	ระบบ	พันธุ์ x ระบบ
กล้ามเนื้อสันนอก							
กรดไขมันอิ่มตัว							
C14:0	1.16±0.00	1.50±0.02	1.49±0.01	1.73±0.01	*	*	*
C16:0	20.96±0.00	20.64±0.20	21.19±0.17	21.81±0.09	*	ns	*
C18:0	21.67±0.03	19.67±0.17	18.65±0.13	17.57±0.02	*	*	*
กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว							
C16:1	0.96±0.00	1.35±0.01	1.34±0.01	1.61±0.01	*	*	*
C18:1	38.46±0.18	45.85±0.24	44.72±0.03	47.46±0.02	*	*	*
กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน							
C18:2	12.24±0.12	8.32±0.30	9.75±0.05	7.13±0.10	*	*	*
C20:5	2.18±0.00	1.38±0.02	1.38±0.00	1.44±0.00	*	*	*
C22:6	2.03±0.34	0.96±0.02	1.14±0.00	0.96±0.07	*	*	*
Biceps femoris							
กรดไขมันอิ่มตัว							
C14:0	1.41±0.00	1.71±0.02	1.98±0.00	1.64±0.03	*	ns	*
C16:0	20.61±0.20	21.30±0.48	21.19±0.04	22.03±0.11	*	*	ns
C18:0	22.38±0.11	20.23±0.83	18.86±0.10	17.76±0.11	*	*	ns
กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว							
C16:1	1.07±0.01	1.44±0.00	1.54±0.01	1.70±0.00	*	*	*
C18:1	36.97±0.13	41.55±0.84	43.66±0.05	44.84±0.18	*	*	*
กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน							
C18:2	13.44±0.15	10.37±0.34	9.20±0.12	9.12±0.05	*	*	*
C20:5	2.03±0.05	1.74±0.06	1.74±0.01	1.70±0.01	*	*	*
C22:6	1.78±0.02	1.33±0.08	1.50±0.00	0.88±0.49	ns	*	ns

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

รายการ	แพะพื้นเมือง		แพะลูกผสม		ความแตกต่างทางสถิติ[1/]		
	แบบประณีต	แบบกึ่งประณีต	แบบประณีต	แบบกึ่งประณีต	พันธุ์	ระบบ	พันธุ์ x ระบบ
Triceps brachii							
กรดไขมันอิ่มตัว							
C14:0	1.47±0.00	1.64±0.02	1.86±0.03	1.75±0.04	*	ns	*
C16:0	20.43±0.04	20.05±0.20	20.34±0.07	21.05±0.22	ns	*	*
C18:0	22.50±0.10	19.95±0.21	18.96±0.11	17.91±0.04	*	*	*
กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว							
C16:1	0.93±0.01	1.28±0.00	1.35±0.00	1.47±0.01	*	*	*
C18:1	36.67±0.01	42.12±0.03	38.59±0.12	43.35±0.10	*	*	*
กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน							
C18:2	14.33±0.10	12.11±0.10	15.600.12	11.030.07	ns	*	*
C20:5	1.65±0.00	1.39±0.04	1.50±0.01	1.80±0.05	*	ns	*
C22:6	1.69±0.07	1.11±0.00	1.43±0.01	1.31±0.03	ns	*	*
Number of goat	6	6	6	6	-	-	-

หมายเหตุ : * แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05), ** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)
ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวเฉลิมขวัญ สุขเนียม

รหัสประจำตัวนักศึกษา 4842010

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (สัตวศาสตร์)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วข.นครศรีธรรมราช	2547

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

เฉลิมขวัญ สุขเนียม, ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ และ เสาวคนธ์ วัฒนจันทร์. 2550. ผลของพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อ. การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 7 ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เขตการศึกษาสุราษฎร์ธานี. 4-5 เมษายน 2550. หน้า 32-39.

เฉลิมขวัญ สุขเนียม, ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ และ เสาวคนธ์ วัฒนจันทร์. 2551. ผลของพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ปีที่ 28 ฉบับที่ 4 ประจำเดือนตุลาคม-ธันวาคม 2552.