บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

สมรรถภาพการผลิต (performance traits)

จากการทดลองสัดส่วนของอาหารหยาบ: อาหารข้นที่ระดับ 50:50 และ 70:30 กระบือที่ได้รับสัดส่วนของอาหารหยาบ: ข้นสูงใช้เวลาในการขุนนานกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารหยาบ: ข้นต่ำ อีกทั้ง มีค่าเฉลี่ยการกินได้ต่อวันและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารสูงกว่า แต่มีน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารหยาบ: ข้นต่ำ สอดคล้องกับการทดลองของ Steen and Kilpatrick (2000) ทดลองเพิ่มระดับอาหารข้นให้กับโค 4 ระดับคือ 0, 120, 240 และ 360 กรัมต่อกิโลกรัมของวัตถุแห้งที่กินได้ พบว่าการเพิ่มสัดส่วนอาหารข้น ทำให้ใช้ระยะเวลาในการขุนลดลงตามลำดับ มีอัตราการเพิ่มน้ำหนักเฉลี่ยต่อวันสูงขึ้น แต่การเพิ่มระดับอาหารข้นไม่มีผลต่อ ประสิทธิภาพในการกินอาหารและวัตถุแห้งที่กินได้ต่อวัน แต่ในการทดลองของ Marino *et al*. (2006) ซึ่งพบความแตกต่างเพียงอาหารข้นมีผลน้ำหนักตัวที่เพิ่มต่อวันเท่านั้น โดยสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารหยาบ (1.07 และ 0.94 กิโลกรัมต่อวัน)

คุณภาพซาก (carcass quality)

กระบือทดลอง 2 กลุ่มที่เลี้ยงด้วยระดับของอาหารหยาบและอาหารข้นที่แตกต่างกัน มีน้ำหนักเข้าฆ่าประมาณ 500-550 กิโลกรัม พบว่าอาหารไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ซาก เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง ความหนาไขมันสันหลัง ความยาวซากและพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน เช่นเดียวกับการทดลองในกระบือมูร่าห์ของ Sharma *et al*. (2005), และ Marino *et al.* (2006) ที่ศึกษาในโค polodian อีกทั้ง Gigli *et al*. (1993) และ French *et al*. (2000) รายงานว่าอัตราส่วนของอาหารหยาบต่ออาหารข้นนั้นไม่มีผลต่อการสะสมกล้ามเนื้อ การสะสมไขมันในซากโค อีกทั้ง Mahmoudzadeh *et al.* (2007) ศึกษาผลของการขุนกระบือที่มีอายุ 15 เดือนด้วยระดับของอาหารโปรตีนและพลังงานแตกต่างกัน 3 ระดับพบว่ากระบือไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ซาก แต่กระบือที่ได้รับอาหารพลังงานระดับกลางมีไขมันในช่องท้องสูงกว่าการทดลองอื่น แต่จากการศึกษาผลของสัดส่วนอาหารหยาบต่ออาหารข้นที่ 100 และ 70% ของ Dao Lann Nhi *et al.* (2004) ในกระบือที่มีน้ำหนัก 170-190

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กิโลกรัม พบว่าไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ซาก แต่กระบือที่ได้รับอาหารข้นในระดับสูงกว่าจะมีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงและไขมันสูงกว่ากระบือได้รับอาหารข้นต่ำ จากการทดลองของ Realini *et al*. (2004) พบว่าโคที่ขุนด้วยอาหารข้นเพียงอย่างเดียวมีน้ำหนักก่อนฆ่าที่มากกว่า อีกทั้งมีความหนาไขมันสันหลังและพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับโคที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า

กระบือตั้งแต่แรกเกิดจนอายุ 52 สัปดาห์ จะโตช้ากว่าโค ส่วนมากกระบือจะเจริญเติบโตช้าเมื่ออายุยังน้อย และเมื่ออายุประมาณ 20 สัปดาห์จะมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นต่อวันมากกว่า 0.6 กิโลกรัม กระบือที่อ้วนปานกลางจะมีเปอร์เซ็นต์ซากไม่เกิน 48 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากกระบือมีระบบทางเดินอาหาร กระดูก และหัวใหญ่ (ลักขณา, 2533) สำหรับการทดลองนี้กระบือมีเปอร์เซ็นต์ซากประมาณ 49-50% ซึ่งใกล้เคียงกับการทดลองของ Wanapat (1990) และ Dahlan (1996) โดยพบว่ากระบือมีเปอร์เซ็นต์ซากที่ 48.3 และ 50% ตามลำดับ แต่ในการเลี้ยงกระบือผสมพบว่ามีเปอร์เซ็นต์ซากที่สูงกว่าการทดลองนี้ (56.1%) (Zhengkang, 1996)

คุณภาพเนื้อ (meat quality)

ค่าความเป็นกรดด่าง (pH – value)

ค่าความเป็นกรดด่างของกล้ามเนื้อในขณะสัตว์กำลังตายนั้นจะมีค่าอยู่ระหว่าง 6.4-7.0 และเนื่องจากกล้ามเนื้อจะยังคงทำงานต่อไปอีกระยะเวลาหนึ่งภายหลังสัตว์ตาย ประกอบกับมีกรดแลคติคที่ถูกผลิตออกมาจากปฏิกิริยาไกลโคไลซีสเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จนกว่าปริมาณไกลโคเจนที่สะสมในกล้ามเนื้อหมดไป จึงทำให้ค่าความเป็นกรดด่างลดลงไปถึงประมาณ 5.2-5.4 (สัญชัย, 2547) และเมื่อค่าความเป็นกรดด่างลดลงจนถึงจุดที่ไม่ลดลงแล้วคือ 5.3-5.5 จะเรียกจุดนี้ว่า ultimate pH (pHu) (จุฑารัตน์, 2539)

จากการทดลองพบว่าค่า pH ของกล้ามเนื้อ LD และกล้ามเนื้อสะโพก (M. *Semimembranosus*; SM) ทั้งที่ 45 นาทีและ 24 ชั่วโมง หลังฆ่าพบว่า กล้ามเนื้อทั้งสองส่วนมีค่า pH ลดลงหลังการฆ่า 45 นาที ค่า pH 6.25 และ 6.61 (ระดับอาหารหยาบต่ออาหารข้นที่ 50:50 และ 70:30) เป็น 5.48 และ 5.81 ที่ 24 ชั่วโมงหลังฆ่า ตามลำดับ ซึ่งกล้ามเนื้อ LD จะมีค่า pH ต่ำกว่า เนื่องจากความแตกต่างระหว่างชนิดของกล้ามเนื้อมีผลต่อการลดลงของค่าความเป็นกรดด่างต่างกัน โดยกล้ามเนื้อที่ออกกำลังกายมาก จะมีการลดลงของกรดด่างในอัตราที่ช้ากว่า เนื่องจากมีเส้นใยชนิด red muscle fiber เป็นองค์ประกอบในกล้ามเนื้อมากกว่า white muscle fiber (Pearson and Young, 1989)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการทดลองพบว่าอาหารไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรดด่าง เช่นเดียวกับการทดลองของ Marino *et al*. (2006) ที่ศึกษาในโคพบว่าไม่มีความแตกต่างของ pH เนื่องจากอาหาร และกล้ามเนื้อ LD มีค่า pH สูงกว่ากล้ามเนื้ออื่นที่ 24 ชั่วโมงหลังฆ่า เช่นเดียวกับการทดลองของ Sekhon and Bawa (1996) ในกระบือลูกอายุน้อยพบว่า กล้ามเนื้อ LD มีค่า pH สูงกว่ากล้ามเนื้อ *Biceps femoris*, *Triceps brachii* และ M. *Semitendinosus*

ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (water holding capacity)

คุณสมบัติของโปรตีนในเนื้อที่สำคัญคือความสามารถในการพยายามให้น้ำอันเป็นองค์ประกอบหลักของกล้ามเนื้อยังคงอยู่ภายในกล้ามเนื้อ แม้ว่าจะมีแรงจากภายนอกมากระทำต่อเนื้อเช่น แรงตัด แรงกด แรงอัด หรือการใช้ความร้อนในการทำให้เนื้อสุก ทั้งนี้อาจทำให้โมเลกุลของน้ำสูญเสียออกไปบ้างเล็กน้อยเพราะโมเลกุลเหล่านั้นอยู่ในแบบอิสระ (ชัยณรงค์, 2529)

Honikel and Hamm (1999) รายงานว่า ปกติกล้ามเนื้อสัตว์ขณะมีชีวิตจะประกอบด้วยน้ำ 70-75% โดยที่น้ำทั้งหมดประมาณ 90% จะยึดติดกับโปรตีนภายในเซลล์ หลังจากสัตว์ตายแล้วการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและทางโครงสร้างที่เกิดขึ้นจะไปลดความสามารถในการอุ้มน้ำของโปรตีนในเนื้อลง ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อมีผลต่อปัจจัยหลายประการ เช่น ค่าความเป็นกรดด่าง ความเข้มข้นของไอออน คุณภาพเนื้อ การเก็บรักษาและวิธีที่กระทำต่อเนื้อซึ่งทำให้โครงสร้างเนื้อเยื่อเกิดการเปลี่ยนแปลง จากการทดลองอิทธิพลของอาหาร พบว่าค่า drip loss ในกลุ่มการทดลองที่ 2 สูงกว่ากลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เท่ากับ 3.31 และ 2.09% ตามลำดับ แต่ไม่พบความแตกต่างในกลุ่มการทดลองเนื่องจากอาหารในส่วนของค่า thawing loss, boiling loss และ grilling loss

ผลของค่าความสามารถในการอุ้มน้ำในแต่ละกล้ามเนื้อพบว่าไม่มีความแตกต่างกันในค่า drip loss ทั้ง 4 กล้ามเนื้อ ($p>0.05$) แต่ค่า thawing loss มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.001$) โดยมีค่าสูงสุดในกล้ามเนื้อ M. *semimembranosus* เท่ากับ 19.49% และกล้ามเนื้อ *Infraspinatus* M. *longissimus dorsi* และM. *Semitendinosus* ใกล้เคียงกัน คือ 8.27, 6.91 และ 6.48% ตามลำดับ ค่า boiling loss มีค่าสูงสุดในกล้ามเนื้อ IF รองลงมาคือ ST BC และ LD คือ 39.29, 34.51, 33.01 และ 30.91% ตามลำดับ ($p<0.01$) ค่า grilling loss ทดลองใน 3 กล้ามเนื้อ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีค่าสูงสุดในกล้ามเนื้อ IF เท่ากับ 43.17% และในกล้ามเนื้อ LD และ ST คือ 35.65 และ 35.97% ตามลำดับ ซึ่งจากการศึกษาของ Honikel and Hamm (1999) รายงานว่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อขึ้นอยู่กับชนิดของกล้ามเนื้อและชนิดสัตว์ โดยจากการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำเนื่องจากการเก็บรักษาเนื้อโคที่ระยะ 1-14 วัน พบว่ากล้ามเนื้อ ST มีค่าการสูญเสียสูงสุดและกล้ามเนื้อ *Supraspinatus* มีค่าต่ำสุด ในขณะที่กล้ามเนื้อ *Longissimus dorsi* และ *Psoas major* มีค่าการสูญเสียน้ำใกล้เคียงกัน

สีเนื้อ (meat color)

สีเนื้อเป็นปัจจัยสำคัญในการตัดสินใจคุณภาพเนื้อของผู้บริโภค (Cassens *et al*. 1988) ในเนื้อสัตว์สามารถเกิดออกซิเดชั่นของไมโอโกลบินขึ้นและนำไปสู่การเกิดกลิ่นหืนรวมทั้งรสชาติที่ผิดปกติได้ (Durand *et al*., 2005) ซึ่งเนื้อสัตว์ที่ประกอบไปด้วย PUFA ในปริมาณสูงอาจเกิดออกซิเดชั่นได้ง่ายกว่า ซึ่ง PUFA นั้นถูกสร้างมาจากอาหารประเภทหญ้าของอาหารหยาบ (Wood and Enser, 1997) จากการทดลองพบว่า ค่าความสว่าง (L*) ในกลุ่มการทดลองที่ 2 ที่ได้รับอาหารข้นในระดับต่ำกว่า มีค่าความสว่างสูงกว่ากระบือในกลุ่มที่ 1 (34.90 และ 33.13) ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.001$) แต่ไม่มีความแตกต่างของค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ($p>0.05$) แต่จากการทดลองของ Marino *et al*. (2006) ไม่พบความแตกต่างของค่า L* และ a* แต่โคที่ได้รับอาหารข้นระดับสูงจะค่า b* สูงกว่าโคได้รับอาหารข้นต่ำกว่า

จากการทดลองผลของกล้ามเนื้อพบว่า กล้ามเนื้อ ST มีความสว่างมากที่สุด รองลงมาคือกล้ามเนื้อ IF BC และ LD ตามลำดับ และกล้ามเนื้อ ST มีค่าสีแดงสูงที่สุด รองลงมาคือกล้ามเนื้อ IF BC และ LD ตามลำดับ สำหรับค่าสีเหลืองพบว่า ในกล้ามเนื้อ ST มีค่าสีเหลืองสูงที่สุด รองลงมาคือกล้ามเนื้อ IF BC และ LD ตามลำดับ ($p<0.001$) เช่นเดียวกับการทดลองของ Marino *et al*. (2006) พบว่ากล้ามเนื้อที่มี L* และ a * สูงสุดคือกล้ามเนื้อ ST โดยเปรียบเทียบใน 3 กล้ามเนื้อ คือ ST, SM และ LD แต่ในการศึกษาของ Torrescano *et al*. (2003) รายงานว่า ค่าสีเนื้อมีความแปรปรวนในแต่กล้ามเนื้อ เนื่องจากความแตกต่างขององค์ประกอบในกล้ามเนื้อและลักษณะการเกิดเมแทบอลิซึม โดยพบว่ากล้ามเนื้อ ST มีค่า L* สูงที่สุดแต่มีค่า a* ต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับกล้ามเนื้ออื่นๆ

Bidner *et al*. (1986) รายงานว่าสัตว์ที่ได้รับหยาบเป็นอาหารจะมีเนื้อแดงสีเข้มกว่าสัตว์ที่ได้รับธัญพืชเป็นอาหาร Bidner *et al*. (1986) อธิบายว่าเนื้อแดงที่เข้มกว่านั้นเนื่องจากมีความเข้มข้นของไมโอโกลบินสูง เนื่องจาก heam pigment myoglobin นั้นเป็นสาเหตุของการเกิดสีในเนื้อ โดย Varnam and Sutherland (1995) พบว่าการที่สัตว์ปล่อยเล็มหญ้านั้นมีการออกกำลังกายสูงกว่า จึงมีความเข้มข้นของไมโอโกลบินสูง แต่เมื่อได้ตัดหญ้ามาให้โคกินแบบขังคอก พบว่าไม่มีค่าสีแตกต่างจากโคที่ได้รับอาหารข้น อีกทั้ง Knight *et al*. (2003) รายงานว่าในอาหารข้นมี B-carotene ต่ำ ส่งผล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ต่อการลดลงของเม็ดสีในเนื้อสัตว์ได้ ซึ่งการเสริมสารชนิดนี้ลงไปในอาหารอาจไม่ส่งผลต่อสีเนื้อ แต่ขึ้นอยู่กับปริมาณ carotenoid pigmemtation prior ด้วย

ค่าแรงตัดผ่าน (shear force value) **การประเมินด้านการตรวจชิม** (panel score) **และปริมาณคอลลาเจน** (collagen content)

การประเมินค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ปริมาณคอลลาเจน และการประเมินด้านการตรวจชิม มีผลต่อความเหนียวความนุ่มในกล้ามเนื้อ จากการศึกษาของ Dransfield (1994) รายงานว่าสายพันธุ์ และชนิดของกล้ามเนื้อเป็นปัจจัยสำคัญต่อความนุ่มของเนื้อ

กระบือที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่มที่ 1 และ 2 ไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Sharma *et al.* (2005) ที่ทดลองให้อาหารหยาบต่ออาหารข้นกระบือใน 3 ระดับ (R:C; 60:40, 55:45 และ 50:50) แต่ Mckeith *et al.* (1985) ทดลองการใช้อาหารพลังงานสูงในการเลี้ยงโคพันธุ์แองกัส บราห์มัน และลูกผสมบราห์มันกับแองกัส พบว่าอาหารพลังงานสูง จะทำให้ความนุ่มของเนื้อเพิ่มขึ้นในโคทุกพันธุ์โดยใช้ระยะเวลาในการขุน 100 วัน แต่จากการทดลองพบว่ามีความแตกต่างกันเนื่องจากกล้ามเนื้อ โดยกล้ามเนื้อที่มีค่าแรงตัดผ่านสูงสุด คือกล้ามเนื้อ BC รองลงมา คือ ST, IF และ LD (66.02, 57.10, 54.28 และ 49.75 N) ตามลำดับ ($p<0.001$) ซึ่งผลการทดลองมีความแตกต่างจากการทดลองของ Shackelford *et al* (1995) ซึ่งพบว่า ในโคพันธุ์เฮียฟอร์ด แองกัส บราห์มัน มีค่าแตกต่างกันในกล้ามเนื้อแต่ละส่วน โดยกล้ามเนื้อ *Psoas major* และ *Infraspinatus* มีความนุ่มมากกว่ากล้ามเนื้อชนิดอื่น โดย Dransfield (1994) รายงานว่าชนิดกล้ามเนื้อมีอิทธิพลต่อคุณภาพของเนื้อโดยเฉพาะความนุ่ม

จากการศึกษา พบว่า การเลี้ยงกระบือด้วยอาหารกลุ่มที่ 2 มีคะแนนกลิ่นรสดีกว่าอาหารในกลุ่มที่ 1 (6.18 และ 5.71 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างในการเปรียบเทียบอาหารทั้ง 2 ระดับและการเปรียบเทียบชนิดของกล้ามเนื้อในด้านคะแนนความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำและการยอมรับโดยรวม ซึ่งในด้านความนุ่มมีผลแตกต่างจากการทดลองของ Acker and Cunningham (1991) ที่รายงานว่า เนื้อที่ได้จากโคที่ถูกเลี้ยงด้วยอาหารข้นในปริมาณสูงด้วยระยะเวลาสั้นจะทำให้เนื้อมีความนุ่ม นอกจากนี้พบว่าสัตว์ที่ได้รับอาหารพลังงานสูงและมีการสะสมไขมัน (marbling) ในกล้ามเนื้อระหว่างการเจริญเติบโตจนกระทั่งเจริญเติบโตเต็มที่แล้วจะมีความนุ่มเพิ่มขึ้น ซึ่ง Marino *et al.* (2006) รายงานว่าผลของการเกิดออกซิเดชั่นของกรดไขมันนำไปสู่การเกิดออกซิเดชั่นของ pigment ในเนื้อ ทำให้เกิดกลิ่นและรสหืน โดยจากการทดลองนั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเกิดออกซิเดชั่นในเนื้อไม่มีอิทธิพลเนื่องมาจากอาหารและกล้ามเนื้อ เช่นเดียวกับผลการทดลองของ Yang *et al*. (2002)

Muir et al. (1998) เปรียบเทียบโคที่ได้รับหญ้าและถั่วเป็นอาหาร พบว่า โคที่ได้รับถั่วเป็นอาหาร มีค่าความชุ่มฉ่ำในการตรวจชิมเพิ่มขึ้น แต่ Young and Kauffman (1978) พบว่าโคที่ได้รับหญ้านั้นมีคุณภาพในการบริโภคโดยรวมสูงกว่าโคที่ได้รับถั่วเป็นอาหาร ซึ่งความแตกต่างของรสชาติและการยอมรับในการบริโภคนั้นขึ้นกับชนิดของอาหารที่โคได้รับแล้วนำไปสะสมเป็นไขมันในเนื้อสัตว์นั่นเอง

เนื้อเยื่อเกี่ยวพันเป็นเนื้อเยื่อสีขาวประกอบด้วยโปรตีนคอลลาเจนเป็นส่วนใหญ่ ความร้อนชื้น (moist heat) จะทำให้เนื้อเยื่อเกี่ยวพันเปลี่ยนเป็นเจลาติน ซึ่งทำให้เนื้อนุ่มขึ้นแต่หากให้ความร้อนแห้ง (dry heat) จะทำให้เนื้อเหนียวขึ้น เนื่องจากเนื้อเยื่อเกี่ยวพันไม่สามารถเปลี่ยนเป็นเจลาตินได้ปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันสัมพันธ์กับการทำงานของกล้ามเนื้อและอายุของสัตว์ เช่นกล้ามเนื้อขาจะมีปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันมากกว่ากล้ามเนื้อสันนอก เนื่องจากกล้ามเนื้อมีการเคลื่อนไหวมากกว่า (Levie, 1970) ซึ่งในการทดลองนี้ศึกษาในกระบือมันซึ่งปลดจากการใช้งานแล้ว มีอายุมาก โดยที่สัตว์อายุน้อยภายในโมเลกุลคอลลาเจนนั้นจะมีพันธะที่เชื่อมโมเลกุลของคอลลาเจน (intermolecular crosslink) เข้าด้วยกันอยู่ต่ำ เนื้อจะมีความนุ่ม แต่เมื่อสัตว์ที่มีอายุมากขึ้นปริมาณ intermolecular crosslink จะสูงมากขึ้น (สัญชัย, 2543) จากการทดลองปริมาณคอลลาเจนที่ละลาย พบว่า ในกระบือกลุ่ม 2 สูงกว่ากลุ่มที่ 1 (0.39 และ 0.33 g/100g ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.001$) แต่ไม่พบความแตกต่างเนื่องจากชนิดของกล้ามเนื้อ ($p>0.05$) สำหรับปริมาณคอลลาเจนที่ไม่ละลาย พบว่า ไม่พบความแตกต่างเนื่องจากกลุ่มอาหารทดลองแต่เมื่อเปรียบเทียบชนิดกล้ามเนื้อพบว่า มีค่าต่ำสุดในกล้ามเนื้อ LD และ BC รองลงมาคือ ST และ IF พบมากที่สุด (1.35, 1.38, 1.89 และ 1.91 g/100g) ตามลำดับ ($p<0.001$)

องค์ประกอบทางเคมี (chemical composition)

องค์ประกอบทางเคมีประกอบด้วยเปอร์เซ็นต์ความชื้น โปรตีนและไขมัน จากผลการทดลองพบว่า อาหารมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้น โดย กลุ่มอาหารทดลองที่ 1 มีค่าสูงกว่ากลุ่ม 2 โดยเท่ากับ 73.94 และ 73.49% ตามลำดับ ($p<0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างของกลุ่มการทดลองของเปอร์เซ็นต์โปรตีนและไขมัน แต่ไม่พบความแตกต่างในการทดลองให้อาหารหยาบต่ออาหารข้นกระบือใน 3 ระดับ (R:C; 60:40, 55:45 และ 50:50) ของ Sharma *et al*. (2005) อีกทั้งในการทดลองของ Marino *et al*. (2006) รายงานว่าสัดส่วนของอาหารหยาบต่ออาหารข้นไม่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ และ French *et al*. (2000) พบว่าอาหารพลังงานสูงไม่มีอิทธิพลต่อองค์ประกอบทาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เคมี และจากการศึกษาในกระบือแม่น้ำที่เปรียบเทียบผลของการให้อาหารพลังงานสูงและต่ำ พบว่ากระบืออายุ 10-18 เดือนที่ได้รับพลังงานสูงจะมีปริมาณขององค์ประกอบทางเคมีในเนื้อเพิ่มขึ้น แต่ในกระบืออายุ 10-14 เดือนพบว่าการให้อาหารพลังงานต่ำมีผลต่อการเพิ่มปริมาณความชื้นแต่โปรตีนลดลง (Di Luccia *et al*., 1991)

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างอันเนื่องมาจากชนิดของกล้ามเนื้อพบว่ามีความแตกต่างของ เปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยมีค่าต่ำสุดในกล้ามเนื้อ LD เท่ากับ 73.02% สำหรับในกล้ามเนื้อ IF, ST และ BC มีค่าใกล้เคียงกันคือ 73.7, 73.89 และ 74.24% ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์โปรตีนมีค่าต่ำสุดในกล้ามเนื้อ IF เท่ากับ 22.63% ส่วนในกล้ามเนื้อ LD และ ST มีค่าใกล้เคียงกันคือ 23.44 และ 23.13% ตามลำดับและมีค่าสูงสุดในกล้ามเนื้อ SM เท่ากับ 24.14% เปอร์เซ็นต์ไขมัน พบว่ามีค่าสูงสุดในกล้ามเนื้อ LD คือ 2.61% และในกล้ามเนื้อ IF ST และ SM มีค่าใกล้เคียงกันที่ 2.00, 1.80 และ 1.68% ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองใกล้เคียงกับการทดลองของ Marino *et al.* (2006) ที่ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีในกล้ามเนื้อโค 3 ตำแหน่ง (ST, SM และ LD) พบว่าโปรตีนพบสูงสุดในกล้ามเนื้อ ST และ LD ขณะที่กล้ามเนื้อ LD พบว่ามีไขมันมากที่สุด แต่ในกล้ามเนื้อ ST พบว่ามีปริมาณไขมันต่ำสุด

ค่าการหืนของเนื้อ (TBAR values)

การวัดปริมาณของการเกิด oxidative deterioration ของไขมันในเนื้อ โดยปฏิกิริยานี้ทำให้เกิดอนุมูลอิสระขึ้น ซึ่งเกิดออกซิเดชั่นของเม็ดสีได้ด้วย ทำให้เกิดกลิ่นรสที่เปลี่ยนไป จากการทดลองพบว่าเนื้อในกลุ่มการทดลองที่ 2 มีค่าการหืนสูงกว่ากลุ่ม 1 ซึ่งสนับสนุนผลจากการทดลองของ Realini *et al*. (2004) พบว่าโคที่ได้รับอาหารข้นจะมีค่าการหืนสูงกว่าโคที่ได้รับพืชอาหารเนื่องจากการเกิดออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อนั่นเอง และ O'Sullivan *et al.* (2003) พบว่าโคที่ได้รับอาหารข้นแบบไม่จำกัดและฟางข้าวมีค่าการหืนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารแบบอื่น (high herbage, medium herbage plus 2.5 kg concentrate, high herbage plus 2.5 kg concentrate, low herbage plus 5 kg concentrate) ตลอดระยะเวลา 17 วัน แต่การทดลองของ Yang *et al.* (2002) นั้นพบว่าแตกต่างจากการทดลองครั้งนี้เนื่องจากโคที่ได้รับพืชอาหารกลับมีค่าการหืนที่สูงกว่า เนื่องจากเนื้อเยื่อไขมันจากพืชอาหารสัตว์นั้นประกอบด้วย n-3 PUFA ในปริมาณที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อเยื่อไขมันของสัตว์ที่ได้รับอาหารข้น แต่การเพิ่ม n-3 PUFA ก็นำไปสู่การเพิ่มอัตราการเกิดออกซิเดชั่นของไขมัน (Vatansever *et al*., 2000)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คอเรสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ (cholesterol and triglyceride content)

จากการทดลองของ Aurousseau *et al.* (2004) ทดลองเลี้ยงแกะโดยแกะที่เลี้ยงด้วยหญ้าสดส่งผลให้มี triglyceride (TG) ต่ำแต่มี phospholipids (PL) สูงกว่าแกะที่เลี้ยงด้วยอาหารข้น โดยปริมาณ TG นั้นมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามปริมาณอาหารข้นที่ได้รับ โดยมีความสัมพันธ์ต่อการสะสมไขมัน สอดคล้องกับการทดลอง พบว่า ปริมาณไตรกลีเซอไรด์ในเนื้อกระบือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกระบือที่ได้รับสัดส่วนอาหารหยาบ: อาหารข้นเท่ากับ 30:70 มีปริมาณไตรกลีเซอไรด์สูงกว่า กลุ่มที่ ได้รับสัดส่วนอาหารข้นต่ำ คือ 0.14 และ 0.11 g/100g สำหรับปริมาณคอเลสเตอรอลนั้นพบว่า กรดไขมันชนิด palmitic acid และ myristic acid เป็นกรดไขมันที่มีผลต่อการเพิ่มการสังเคราะห์ คอเลสเตอรอล จากการทดลองพบว่า ปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อกระบือที่ได้รับสัดส่วนอาหารข้นสูง มีปริมาณคอเลสเตอรอลสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับสัดส่วนอาหารข้นต่ำ อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เท่ากับ 25.78 และ 22.49 mg/100g meat ตามลำดับ แต่ไม่พบความแตกต่างของกรดไขมันชนิด palmitic acid และ myristic acid ซึ่งการบริโภคไขมันชนิดนี้เข้าไป มักเกิดการสะสมของ low density lipoproteins ทำให้เป็นสาเหตุของการเกิดโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือดได้ เช่นเดียวกับอัตราส่วน n-6/n-3 PUFA ที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของคอเลสเตอรอลได้เช่นกัน (Majdoub *et al*., 2001)

คุณภาพไขมัน (fat quality)

การลดสัดส่วนของหญ้าแห้งและอาหารข้น ในอาหารมีผลต่อการสะสมไขมันใน 3 ชนิด คือ ไขมันใต้ผิวหนัง ไขมันในช่องท้องและไขมันแทรก ซึ่งไขมันใต้ผิวหนังนั้นเป็นไขมันชนิดอิ่มตัว (Bas *et al*., 1997) จากการศึกษาผลของอาหารต่อองค์ประกอบของกรดไขมัน โดยเปรียบเทียบอาหารแบ่งออก 5 กลุ่ม คือ พืชสด อาหารหยาบและอาหารข้น นม อาหารสำเร็จรูป และถั่วอัลฟาฟ่า พบว่า อาหารที่มีพืชสดในปริมาณสูงจะไปกระตุ้นการทำงานของกระเพาะรูเมน ทำให้เกิด biohydrogenation ของกรดไขมัน (Kemp *et al*., 1981)

จากการทดลองต่างๆ พบว่า กระบือกลุ่มที่ 1 ไม่มีความแตกต่างของ SFA MUFA และ PUFA เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 2 ($p>0.05$) แต่พบความแตกต่างของ C15:1, C20:2 และ C21:0 โดยมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญ ($p< 0.05$) แต่ C22:6 n-3 และ C22:2 มีค่าต่ำกว่ากลุ่มการทดลองที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญ ($p< 0.05$)

ซึ่งปริมาณกรดไขมันจากการทดลองของ Demirel *et al*. (2006) ศึกษาผลของสัดส่วนอาหารหยาบต่ออาหารข้นใน 2 ระดับ (75:25 และ 25:75) พบว่าแกะที่ได้รับอาหารข้นในระดับสูง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พบว่ามีปริมาณของ C18:1 n-9 และ C18:2 n-6 สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับหญ้าแห้ง และยังพบปริมาณของ C18:0 และ C16:0 ในปริมาณที่สูงกว่าเล็กน้อย หากเปรียบเทียบอาหารข้นกับหญ้าแห้งพบว่าหญ้าแห้งนั้นมีผลต่อการเพิ่มปริมาณ EPA DPA DHA และ n-3 PUFA โดยระดับ linoleic acid สูง เนื่องจากกรดไขมันชนิดนี้พบอยู่ในองค์ประกอบของหญ้า แม้ว่าสัตว์จะได้รับ PUFA ในปริมาณสูง แต่ในการเกิด hydrogenation ในกระเพาะรูเมนมีผลทำให้เกิดกรดไขมันอิ่มตัวเพิ่มขึ้นและถูกนำไปสะสมยังกล้ามเนื้อ ซึ่งจากการทดลองของ Petrova *et al*. (1994) อธิบายการเกิด C18:0 ว่าเกิดจากปฏิกิริยา biohydrogenation ของหญ้าแห้งในรูเมน การย่อยของอาหารผ่านรูเมน สามารถเกิดได้อย่างรวดเร็ว จึงทำให้อาหารข้นลดการเกิด biohydrogenation ของ polyenoic fatty acid อีกทั้ง Marino *et al*. (2006) ทดลองผลของสัดส่วนอาหารหยาบต่ออาหารข้นที่ระดับ 60:40 และ 70:30 ในโค พบว่าโคที่ได้รับหญ้าในปริมาณสูงมีปริมาณของ linoleic acid arachidonic acid EPA DPA และ DHA สูงกว่าโคที่ได้รับอาหารข้นระดับสูง โดย French *et al*. (2000a) อธิบายว่าความสามารถในการหมักน้ำตาล เส้นใยที่ละลายได้ โดยน้ำหนักที่หมักได้จะเป็นตัวกระตุ้นที่สำคัญในการทำงานของแบคทีเรีย เพื่อเปลี่ยน linoleic acid ให้เป็น C18:trans ในรูเมน โดยพบว่ามีเพียง trans18:1 fatty acid เท่านั้นที่ถือว่าเป็นกรดไขมันคุณภาพดีสามารถช่วยลดการเกิดโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือดได้ แต่เมื่อแกะได้รับอาหารข้นเพิ่มขึ้นส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของ linoleic acid (C18:2n-6) และ arachidonic acid (C20:4n-6) อีกทั้ง Raes *et al*. (2004) รายงานว่าการเพิ่ม n-3 ในอาหารข้นไม่มีผลต่อสัดส่วนของ P:S ในกล้ามเนื้อ โคที่ได้รับอาหารหยาบจะมีสัดส่วนของ C18:0, C18:2, C18:3, C20:4, C20:5 และ C22:5 สูงกว่าโคที่ได้รับอาหารข้น เช่นเดียวกับการทดลองของ Melton *et al*. (1982) ที่พบว่าในโคที่ได้รับอาหารหยาบจะมีปริมาณของ stearic acid, linolenic acid และ arachidonic acid สูงกว่าโคที่ได้รับอาหารข้น แต่ในการทดลองครั้งนี้ไม่พบปริมาณของ steric acid และ arachidonic acid อีกทั้งไม่มีความแตกต่างของกรดไขมันทั้ง linolenic และ linoleic ด้วย แต่เมื่อเปรียบเทียบกับโคเฮียฟอร์ดที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้าและอาหารข้น (Realini *et al*., 2004) พบว่าโคที่เลี้ยงโดยปล่อยแปลงหญ้าจะมี กรดไขมันชนิด stearic acid, linoleic acid, linolenic acid, arachidonic, EPA, DPA และ CLA มากกว่ากระบือที่เลี้ยงด้วยอาหารข้น แต่ไม่พบความแตกต่างของ DHA สำหรับการผลิต CLA จากสัตว์เคี้ยวเอื้องนั้นมีความสัมพันธ์กับสัดส่วน n-3 และ n-6 PUFA ซึ่งถ้ามีสัดส่วนที่สูงจะทำให้พบ CLA มากกว่า โดยสัตว์ที่ได้รับหญ้าสดเป็นอาหารหลักนั้นจะพบ C18:3n-5 สูงจะพบ CLA มากกว่าสัตว์ที่ได้รับหญ้าแห้งเป็นอาหาร อีกทั้งหญ้าที่อายุน้อยยังพบว่ามีปริมาณ CLA สูงกว่าหญ้าที่มีอายุมาก (Lawless *et al*., 1996)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved