บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเลี้ยงโคนมในประเทศไทย

การพัฒนาการเลี้ยงโคนมของประเทศไทยในช่วงปี 2548-2552 ที่ผ่านมาปริมาณการเลี้ยงโคนมทั้งหมดภายในประเทศมีแนวโน้มลดลงร้อยละ 0.32 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553) การส่งเสริมการเลี้ยงโคนมแบบอาชีพหลักในปี 2544 ของภาครัฐถูกปรับเปลี่ยนสู่การเลี้ยงโคนมแบบเป็นอาชีพเสริม เนื่องจากสาเหตุปัญหาการนำเข้านมผง นมคืนรูปและผลิตภัณฑ์นมจากต่างประเทศ โดยการทำข้อตกลงเขตการค้าเสรีกับประเทศที่มีอุตสาหกรรมการผลิตน้ำนม และผลิตภัณฑ์นมขนาดใหญ่ เช่น ออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ ซึ่งประเทศดังกล่าวมีต้นทุนการผลิตน้ำนมต่ำและมีศักยภาพด้านเทคโนโลยีการผลิตเหนือกว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมไทย ส่งผลต่อปัญหาการปรับราคารับซื้อ และการจำกัดโควต้าน้ำนมจากสหกรณ์โคนมของบริษัทแปรรูปน้ำนมภายในประเทศอย่างต่อเนื่อง ประกอบกับปัญหาด้านวัตถุดิบอาหารสัตว์ และราคาผลพลอยได้ทางการเกษตรที่สามารถใช้เป็นอาหารสัตว์มีราคาสูงขึ้น ซึ่งโรงงานผลิตพลังงานทดแทนจากเอทานอลใช้ผลพลอยได้ทางการเกษตรเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต สาเหตุดังกล่าวส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตน้ำนมที่เพิ่มขึ้นจนทำให้เกษตรกรหลายรายประสบปัญหาขาดทุน และเลิกเลี้ยงโคนม ส่วนเกษตรกรบางรายแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยการปรับลดต้นทุนการผลิตด้านอาหารสัตว์ ด้วยการเลือกใช้อาหารหยาบคุณภาพต่ำ เช่น ฟางข้าว ซึ่งแม่โคนมส่วนใหญ่เป็นลูกผสมที่มีระดับสายเลือดโฮลสไตน์ 87.5 เปอร์เซ็นต์ (สินชัย เรืองไพบูลย์. 2549) ทำให้แม่โคไม่สามารถแสดงศักยภาพด้านปริมาณ และคุณภาพน้ำนมได้ตามที่พันธุกรรมกำหนด อีกทั้งการเลี้ยงโคนมลูกผสมที่มีระดับสายเลือดโฮลสไตน์มากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ และการเลี้ยงโคนมด้วยอาหารหยาบคุณภาพต่ำยังก่อให้เกิดปัญหาด้านระบบสืบพันธุ์ เช่น วงรอบการเป็นสัดผิดปกติ ปัญหาการผสมไม่ติดหลังคลอด ปัญหาด้านสุขภาพ (ดำรง และคณะ. 2551) และเป็นปัญหาต่อเนื่องในการที่เกษตรกรต้องแบกรับต้นทุนการผลิตจากแม่โคที่ไม่สามารถให้ผลผลิตกลุ่มดังกล่าว หากเกษตรกรไม่มีมาตรการในการจัดการฟาร์ม เช่น การจัดการผลิตโคสาวทดแทน การคัดทิ้งโคที่คุณภาพต่ำออกจากฝูง รวมถึงการจัดการด้านอาหารหยาบที่มีประสิทธิภาพ

2.2 การคัดแม่โคคุณภาพต่ำออกจากฝูงโคนม

สาเหตุหนึ่งที่ทำให้ต้นทุนการผลิตน้ำนมของเกษตรกรค่อนข้างสูง ได้แก่ ฟาร์มมีแม่โคที่ให้ผลผลิตต่ำ และแม่โคที่มีปัญหา เช่น แม่โคผสมไม่ติด แม่โคเป็นโรคเต้านมอักเสบ หากมีแม่โคเช่นนี้ในฟาร์มมากเท่าไรเกษตรกรมีภาระและมีปัญหาเพิ่มขึ้นเท่านั้น โดยต้นทุนในการผลิตน้ำนม

จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากเกษตรกรต้องเสียค่าใช้จ่ายในการดูแลแม่โคกลุ่มนี้โดยให้ผลตอบแทนที่ไม่คุ้มค่ากับการลงทุน แต่เนื่องจากผู้เลี้ยงโคนมภายในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อย มีโคนมไม่ถึง 20 ตัวต่อฟาร์ม หากคัดแม่โคกลุ่มนี้ออกจะเหลือแม่โคในฝูงน้อย ทำให้เกษตรกรจำเป็นต้องดูแลแม่โคที่มีปัญหาเหล่านี้ต่อไป การแบกรับภาระดังกล่าวไม่ส่งผลดีในเชิงธุรกิจ โดยพบว่าการหลีกเลี่ยงไม่คัดแม่โคนมออกจากฝูงส่งผลให้ต้นทุนการผลิตของแม่โคทั้งฟาร์มเพิ่มสูงขึ้น 20 เปอร์เซ็นต์ (Terry and James. 1998)

หากฟาร์มโคนมมีการจัดการคัดแม่โคทิ้งอย่างสม่ำเสมอ และมีการจัดการแม่โคที่มีปัญหาอย่างรวดเร็ว รวมถึงมีการนำแม่โคสาวเข้าทดแทนฝูง จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และเพิ่มผลตอบแทนด้านเศรษฐกิจให้แก่เกษตรกร อีกทั้งเป็นการพัฒนาด้านระบบสืบพันธุ์หรือพันธุกรรมสำหรับ ฟาร์มโคนมนั้นๆ ได้เป็นอย่างดี (Hadley *et al*. 2006) รายงานวิจัยพบว่าการคัดทิ้งแม่โคที่คุ้มค่าสำหรับฟาร์มโคนมควรมีค่าอยู่ระหว่าง 19-29 เปอร์เซ็นต์ (Rogers *et al*. 1988; Bauer. 1993; Stott. 1994; Jones. 2001) ส่วนประเทศสหรัฐอเมริกาการคัดทิ้งแม่โคนมอาจมีค่าสูงถึง 38 เปอร์เซ็นต์ ของแม่โคภายในฝูงในแต่ละปี (Quaiffe. 2002; Hadley *et al*. 2006)

โดยปกติแล้วรูปแบบการคัดแม่โคทิ้งจะเป็นใน 2 รูปแบบ คือ 1) การคัดแม่โคทิ้งโดยเจตนา (Voluntary) ซึ่งเป็นการคัดทิ้งโดยพิจารณาจาก ผลผลิตที่ต่ำ ความก้าวร้าวของแม่โค หรือการคัดแม่โคออกจากฟาร์มเพื่อไปขายให้อีกฟาร์มในขณะที่แม่โคยังสามารถให้ผลผลิตน้ำนมได้ 2) การคัดแม่โคทิ้งโดยอัตโนมัติ (Involuntary) พิจารณาจากสาเหตุด้านปัญหาสุขภาพ การบาดเจ็บ ปัญหาด้านระบบสืบพันธุ์ การเป็นโรคหรือ ปัญหาการตาย การคัดทิ้งแบบอัตโนมัติจะเป็นอันตรายในเชิงเศรษฐกิจของฟาร์ม เนื่องจากเป็นเหตุผลของการคัดทิ้งที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ในทางตรงกันข้ามหากการคัดทิ้งแม่โคเป็นการคัดทิ้งโดยเจตนา จะส่งผลให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการจัดการฟาร์ม (Seeger *et al*. 1998; Hadley *et al*. 2006)

ผลที่ได้รับจากการคัดแม่โคคุณภาพต่ำออกจากฝูงโคนมของเกษตรกรมีดังนี้

1) สามารถคัดทิ้งแม่โคที่ให้ผลผลิตต่ำไม่คุ้มทุน หรือมีปัญหาทางด้านสุขภาพ เป็นโรคพยาธิ หรือผสมไม่ติดออกจากฝูงโคนม เป็นการยกระดับการจัดการในเชิงธุรกิจการเกษตรของเกษตรกร

2) เกษตรกรสามารถลดภาระค่าใช้จ่ายในการดูแลแม่โคที่ให้ผลิตผลต่ำไม่คุ้มทุน หรือโคที่มีปัญหาทางด้านสุขภาพออกจากฝูง อันเป็นผลทำให้เกษตรกรได้ผลผลิตสูง ลดค่าใช้จ่าย ลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกรได้เป็นอย่างดี

3) เป็นการป้องกันและกำจัดโคที่เป็นโรค หรือมีปัญหาทางด้านสุขภาพไม่ให้ติดต่อกับโคตัวอื่นๆ ในฝูงโคนมของเกษตรกร และเป็นการตัดวงจรโรคพยาธิในระบบได้

4) สร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรจากการจำหน่ายแม่โคนมคัดทิ้ง

2.3 การผลิตเนื้อจากแม่โคนมคัดทิ้ง

แม่โคนมคัดทิ้งจากฟาร์มโคนมส่วนใหญ่ในประเทศแถบยุโรป และอเมริกา เกษตรกรมีวิธีการจัดการแม่โคนมคัดทิ้ง 3 ลักษณะด้วยกัน คือ

1) เกษตรกรจะขายแม่โคนมคัดทิ้งออกไปเพื่อให้ผลผลิตน้ำนมต่อในฟาร์มอื่นหรือขายเข้าโรงฆ่าสัตว์ (Rogers *et al*. 2004)

2) เกษตรกรจะทำการรักษาแม่โคตามอาการหรือ ยืดระยะเวลาการให้นมออกไป และทำการ rebreeding อีกครั้งหลังทำการผสมแม่โคครั้งแรกเป็นเวลา 18 หรือ 24 เดือน (Auldish *et al*. 2007)

3) เกษตรกรจะทำการขุนแม่โคนมเพื่อเพิ่มน้ำหนักซากในช่วงระยะเวลาหนึ่งก่อนขายเข้าสู่โรงฆ่าสัตว์ (Jurie *et al*. 2007)

ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วแม่โคคัดทิ้งจะถูกป้อนเข้าสู่โรงฆ่าสัตว์โดยไม่ผ่านการขุน และสามารถให้ประโยชน์ต่อเนื่องเพื่อการผลิตเนื้อได้เป็นอย่างดี และมีส่วนแบ่งในตลาดเนื้อโคค่อนข้างสูง โดยสามในสี่ส่วนของโคที่ใช้บริโภคในประเทศฝรั่งเศสเป็นโคเพศเมียคัดทิ้ง (20 เปอร์เซ็นต์ มาจากโคสาว และ 80 เปอร์เซ็นต์ มาจากแม่โคคัดทิ้ง) และส่วนใหญ่เป็นแม่โคนม (Dransfield *et al*. 2003) และในประเทศเดนมาร์ก เนื้อโคที่ขายภายในประเทศส่วนใหญ่เป็นเนื้อโคนมเพศเมียปลดระวาง (Vestergaard *et al*. 2007) Keane. (2003) และ Donovan *et al*. (2009) กล่าวว่าในประเทศไอร์แลนด์ แม่โคนมคัดทิ้งส่วนใหญ่จะถูกป้อนเข้าสู่ตลาดเนื้อโคในลักษณะเนื้อแม่โคนม

กระบวนการคัดแม่โคทิ้งอย่างพิถีพิถัน สร้างรายได้ให้แก่เจ้าของฟาร์มโคนม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงราคาน้ำนมตกต่ำ โควตาน้ำนมถูกจำกัด และในภาวะที่ต้นทุนในการผลิตน้ำนมเพิ่มสูง ผลจากการจำหน่ายแม่โคนมคัดทิ้งโดยไม่ผ่านการขุนก่อให้เกิดรายได้แก่เกษตรกรประมาณ 10-35 เปอร์เซ็นต์ ของรายได้ภายในฟาร์ม (Feuz. 1995; Sawyer *et al*. 2004) อย่างไรก็ตามเกษตรกรยังคงไม่ให้ความสำคัญมากนักเกี่ยวกับที่มาของรายได้แหล่งนี้ การสารวจราคาแม่โคนมคัดทิ้งที่ไม่ผ่านการขุนในประเทศไทยพบว่า โคนมเพศเมียคัดทิ้งสามารถจำหน่ายโคมีชีวิตได้เพียงกิโลกรัมละ 30-35 บาท เท่านั้น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551) ในขณะที่โคเนื้อมีชีวิตสามารถจำหน่ายได้เฉลี่ยกิโลกรัมละ 43.15 บาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554)

ปกติแล้วมูลค่าของซากโคในประเทศแถบยุโรป และอเมริกาจะขึ้นอยู่กับ 1) น้ำหนักและราคาต่อหน่วยกิโลกรัม และ 2) เกรดซากทางการค้าของโค (Quality Grade) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับคะแนนร่างกายของแม่โค (Body Condition Score; BCS) (Seegers *et al*. 1998) การขายแม่โคคัดทิ้งของเกษตรกรเข้าสู่กระบวนการฆ่าโดยไม่ผ่านการขุน ส่งผลต่อน้ำหนักและราคาเกรดซากต่อหน่วยน้ำหนักที่ต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแม่โคนมพันธุ์โฮลสไตล์ ฟรีเชี่ยน ที่มีผลผลิตน้ำนมที่สูงจะมีความผันแปรด้านน้ำหนักมีชีวิต และคะแนนร่างกาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะการให้นมของแม่โค (Garnsworthy *et al*. 1986) อายุ (Graham and Price. 1982; Pritchard and Berg. 1993) สถานะการให้

นม คะแนนร่างกาย และระดับการสะสมไขมัน โดยจะส่งผลต่อองค์ประกอบซาก คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อ โดยเฉพาะคุณภาพเนื้อด้านการบริโภค (Vestergaard *et al*. 2007)

ในไอร์แลนด์แม่โคนมจำนวนกว่า 342,000 ตัวต่อปี มีคุณสมบัติไม่เหมาะต่อการนำเข้าฆ่าเนื่องจากแม่โคมีน้ำหนักตัว และคะแนนร่างกายต่ำ (BCS<5) (Sawyer *et al*. 2004; Minchin *et al*. 2009) แม่โคถูกส่งเข้าโรงฆ่าสัตว์หลังจากสิ้นสุดระยะการให้นมโดยไม่ผ่านการขุน ซึ่งหากเปรียบเทียบกับราคาขายซากของแม่โคนมที่ไม่ผ่านการขุนจะมีมูลค่าต่ำกว่าซากโคแม่โคนมที่ผ่านการขุนแล้วประมาณ 8-24 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการยกระดับมูลค่าของซากจากแม่โคคัดทิ้งด้วยการขุนจึงเป็นสิ่งที่เจ้าของฟาร์มโคนมควรกระทำ (Feuz. 1995)

การขุนแม่โคนมสามารถปฏิบัติได้ในระหว่างการให้นมของแม่โค โดยสามารถปรับปรุงคุณภาพซากของแม่โคได้ จากการที่แม่โคจะสามารถเปลี่ยนอาหารไปเพื่อให้ผลผลิตในด้านเนื้อและนมไปพร้อมๆกัน (Vestergaard *et al*. 2007) มีรายงานจากผลการวิจัยพบว่าการขุนแม่โคคัดทิ้งด้วยอาหารข้นพลังงานสูงจะช่วยเพิ่มน้ำหนักมีชีวิต และปรับปรุงคุณภาพซากให้แก่แม่โคคัดทิ้งได้ (Swingle *et al*. 1979; Matulis *et al*. 1987; Cranwell *et al*. 1996; Sawyer *et al*. 2004; Vestergaard *et al*. 2007; Minchin *et al*. 2008; Donovan *et al*. 2009) อีกทั้งสามารถพัฒนาการขยายขนาดของซากแม่โค (Wooten *et al*. 1979; Jones. 1983; Matulis *et al*. 1987; Vestergaard *et al*. 2007; Minchin *et al*. 2008; Donovan *et al*. 2009) และเพิ่มคะแนนร่างกาย (BCS) ให้อยู่ในระดับ 6 จากระดับคะแนนร่างกาย 1-9 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่คุ้มค่าต่อการขุนแม่โคคัดทิ้ง (Feuz. 1995; Sawyer *et al*. 2004)

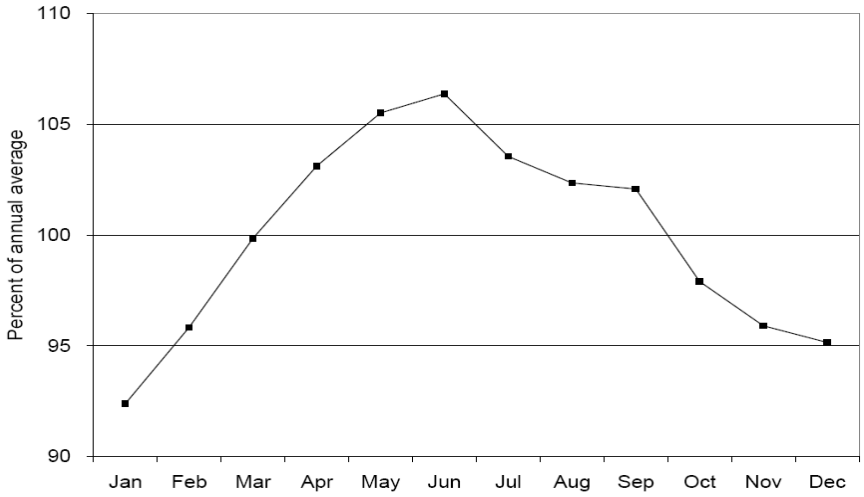
นอกจากนี้การเลี้ยงแม่โคนมขุนด้วยอาหารพลังงานสูงยังสามารถปรับปรุงคุณลักษณะของสีเนื้อ เพิ่มปริมาณและการกระจายตัวของไขมันแทรก ลดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ปรับปรุงและเพิ่มปริมาณคอลลาเจนที่ละลายน้ำได้ และ/หรือปรับปรุงด้านความนุ่มของเนื้อโคโดยการชิมได้ดีกว่าการขุนแม่โคนมโดยใช้อาหารที่มีระดับพลังงานเพียงพอต่อการดำรงชีพ (Bowling *et al*. 1977; Matulis *et al*. 1987 ; Miller *et al*. 1987; Cranwell *et al*. 1996; Sawyer *et al*. 2004; Vestergaard *et al*. 2007; Minchin *et al*. 2008; Donovan *et al*. 2009)

2.4 ความเป็นไปได้ด้านการตลาดของการผลิตแม่โคนมขุน

นอกเหนือจากปัจจัยในการตัดสินคัดทิ้งแม่โคที่เกี่ยวเนื่องกับตัวแม่โคแล้ว สิ่งที่เกษตรกรควรพิจารณาควบคู่กับการคัดทิ้ง และการจำหน่ายแม่โคคัดทิ้งด้วย (Feuz. 1995) คือ 1) ราคาแม่โคคัดทิ้งในแต่ละฤดูกาล 2) ราคาที่แตกต่างระหว่างเกรดของซากโคคัดทิ้ง และ 3) ต้นทุนการผลิตในการขุนแม่โคคัดทิ้ง อย่างไรก็ตามเกษตรกรมักจำหน่ายแม่โคคัดทิ้งในช่วงที่โคมีชีวิตในตลาดโคเนื้อมีราคาตกต่ำ อีกทั้งแม่โคมีคะแนนความสมบูรณ์ของร่างกายไม่เหมาะสม จึงไม่สามารถเพิ่มรายได้จากการจำหน่ายโคคัดทิ้งให้แก่เกษตรกรได้เท่าที่ควร (Wright. 2005)

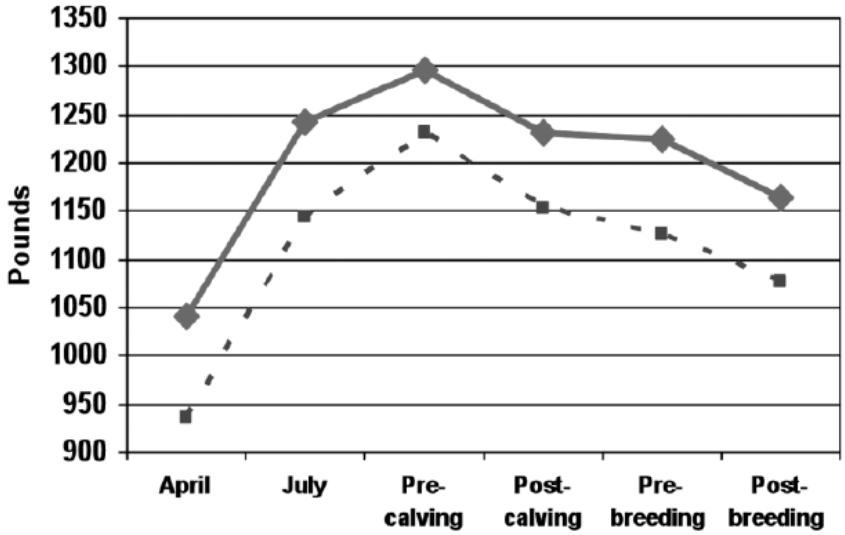
แม่โคคัดทิ้งมีราคาขึ้นลงตามฤดูกาล ในประเทศสหรัฐอเมริกาแม่โคคัดทิ้งจะมีมูลค่าสูงที่สุด ในช่วงท้ายฤดูใบไม้ผลิก่อนเข้าสู่ฤดูร้อน และมีมูลค่าต่ำที่สุดในช่วงท้ายของฤดูฝนก่อนเข้าฤดูหนาว(ภาพที่ 2.1) โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้แก่ น้ำหนักตัวของแม่โค ความต้องการขายแม่โคของเกษตรกร และความต้องการซื้อของตลาดเป็นตัวกำหนด โดยช่วงฤดูใบไม้ผลิเป็นช่วงที่แม่โคอยู่ในคอกภายในฟาร์ม แม่โคมีการอุ้มท้อง หรืออยู่ในระยะให้นมลูก เป็นช่วงที่เกษตรกรไม่มีการคัดทิ้งแม่โค หรือมีความต้องการขายแม่โคต่ำ แม่โคจึงมีราคาสูง ในทางตรงกันข้าม ช่วงท้ายฤดูฝนและก่อนเข้าฤดูหนาวเป็นช่วงที่แม่โคกำลังหย่านมและเลี้ยงลูก แม่โคจะผอม น้ำหนักตัวต่ำ (ภาพที่ 2.2) เกษตรกรจะเริ่มมีการคัดทิ้งแม่โค โดยแม่โคคัดทิ้งส่วนใหญ่จะถูกจำหน่ายออกสู่ตลาดในช่วงนี้ทำให้แม่โคมีราคาถูก และไม่สามารถสร้างรายได้ให้เกษตรกรได้ดีเท่าที่ควร (Wright. 2005)

ในทางตรงกันข้ามหากเกษตรกรทำการเก็บรวบรวม และเริ่มขุนแม่โคคัดทิ้งในช่วงเวลาที่แม่โคมีราคาตกต่ำโดยใช้เวลา 4-5 เดือนในช่วงฤดูหนาว เพื่อรอจำหน่ายแม่โคที่ผ่านการขุนแล้วในช่วงก่อนเข้าฤดูร้อน ซึ่งเป็นช่วงที่โคมีราคาสูงสุดในรอบปี ซึ่งนอกจากจะส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้จากการจำหน่ายแม่โคที่เพิ่มขึ้นแล้ว ยังสามารถเพิ่มน้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซาก และเกรดซากของแม่โคคัดทิ้ง อันจะทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มสูงขึ้นอีกทางหนึ่ง นอกจากนี้ในช่วงที่โคมีชีวิตในตลาดมีราคาสูง เกษตรกรบางรายอาจมีการคัดแม่โคออกจากฟาร์ม ในรูปแบบการคัดทิ้งโดยอัตโนมัติ หรือมีเหตุต้องคัดออกโดยด่วน เช่น ปัญหาด้านการบาดเจ็บ ปัญหาด้านระบบสืบพันธุ์ ซึ่งแม่โคคัดทิ้งที่ออกจากฟาร์มด้วยเหตุผลดังกล่าวมีราคาถูก และเป็นโอกาสที่ดีสำหรับ เกษตรกรที่ต้องการเก็บรวบรวมแม่โคคัดทิ้งเพื่อทำการเลี้ยงขุน และรอจำหน่ายแม่โคในช่วงที่ราคาโคในตลาดมีมูลค่าสูงสุดในปีต่อไป อย่างไรก็ตามยังมีปัจจัยที่ควรพิจารณาควบคู่กันไปด้วย ได้แก่ เกรดคุณภาพของแม่โคคัดทิ้งขุน และต้นทุนการผลิตด้านวัตถุดิบอาหารสัตว์ (Feuz. 1995)



ภาพที่ 2.1 แสดงราคามีชีวิตของแม่โคคัดทิ้งเฉลี่ยในปี 2000-2003 โดยเป็นราคาเฉลี่ยของแม่โคที่มีเกรดคุณภาพซากระดับ Commercial, Utility-Breaker, Utility-Boner, Cutter and Canner ตามมาตรฐาน USDA

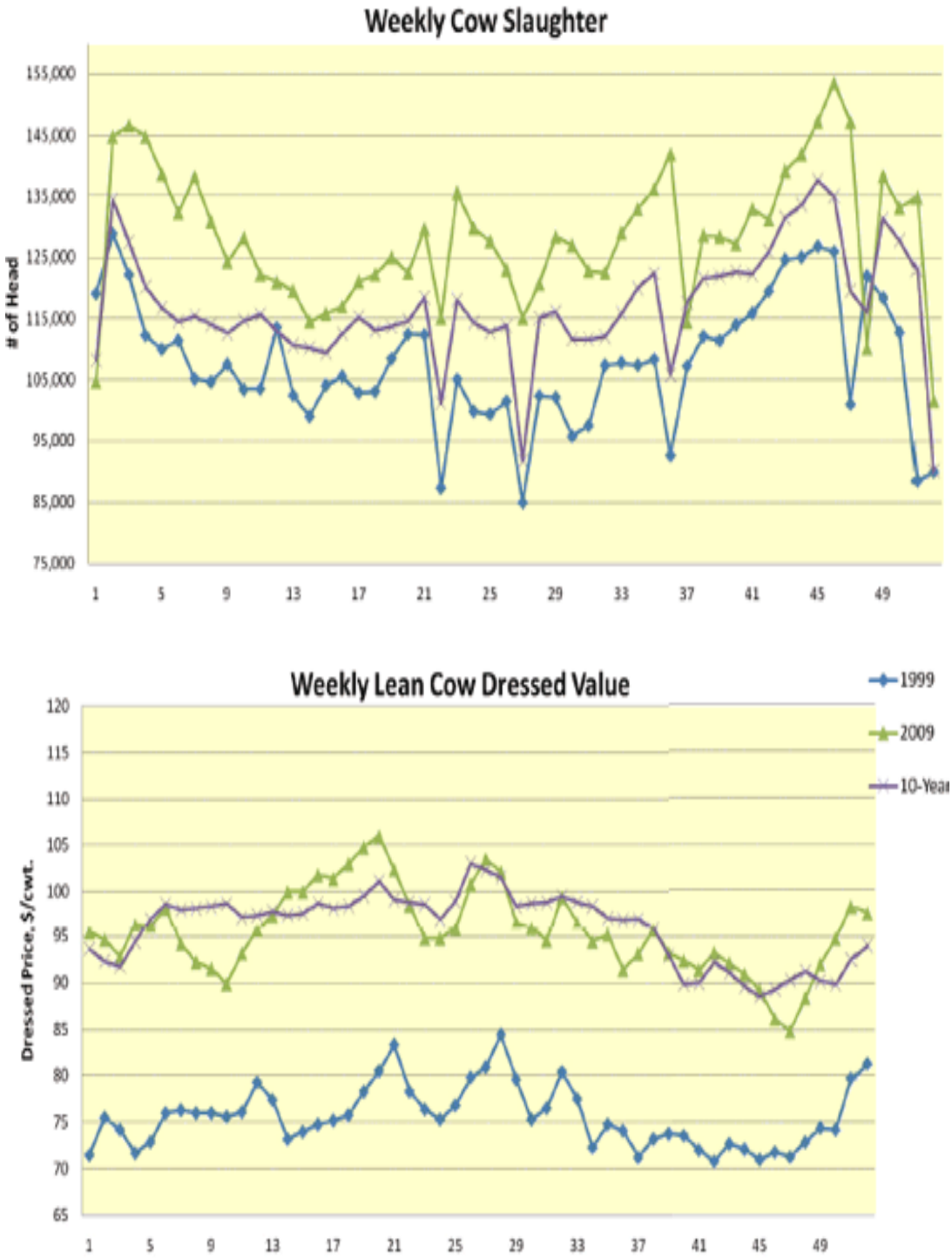
ที่มา: Wright (2005)



ภาพที่ 2.2 แสดงน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของแม่โค

ที่มา: Peel and Doye (2008)

ช่องว่างในการสร้างรายได้ดังกล่าวส่งผลให้ในปี 2010 มีการเพิ่มการใช้ประโยชน์จากแม่โค คัดทิ้ง โดยมีบริษัทที่จัดการเกี่ยวกับการขุนแม่โคคัดทิ้ง ทั้งการจำหน่าย และการเก็บรวบรวมแม่โค คัดทิ้งในฤดูกาลต่างๆ เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับแม่โคคัดทิ้ง (Harris *et al*. 2010) (ภาพที่ 2.3)



ภาพที่ 2.3 แสดงปริมาณและมูลค่าของเนื้อแดงจากแม่โคที่ถูกป้อนเข้าสู่ตลาดเนื้อโคเป็นรายสัปดาห์และฤดูกาล

ที่มา: Harris *et al*. (2010)

จากยอดตัวเลขการนำเข้าเนื้อโคคุณภาพแช่แข็งจากต่างประเทศของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2554) ในช่วงปีที่ผ่านมาพบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 6.94 เปอร์เซ็นต์ (ปี 2549 – 2553) โดย

ในปี 2553 มีปริมาณ 2.74 พันตัน สูงกว่าปี 2552 ซึ่งมีปริมาณ 2.02 พันตัน สะท้อนให้เห็นถึงความต้องการบริโภคเนื้อโคคุณภาพสูงจากผู้บริโภคในประเทศ ซึ่งมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 0.20 ต่อปี (จากปี 2549 – 2553) จากอิทธิพลด้านวัฒนธรรมการบริโภคเนื้อโคของต่างประเทศ เช่น เกาหลีและญี่ปุ่น ส่งผลให้ปริมาณโคลูกผสมสายเลือดยุโรปมีปริมาณลดลงอย่างรวดเร็ว ประกอบกับแม่โคพื้นฐานที่ถูกใช้เพื่อผลิตโคลูกผสมเทียมมีปริมาณลดลงอย่างมากในช่วงปลายปี 2552 ถึงปลายปี 2553 จากการจำหน่ายแม่โคของเกษตรกรเข้าสู่โรงฆ่าสัตว์ เนื่องจากขาดแคลนโคเพศผู้ซึ่งก่อนหน้าได้ถูกจำหน่ายให้กับประเทศเพื่อนบ้านอย่างเวียดนาม โดยในปี 2552 และ 2553 ประเทศไทยส่งออกโคมีชีวิต 216,671 และ 292,704 ตัว ตามลำดับ เพิ่มขึ้นจากปี 2551 ซึ่งมีปริมาณการส่งออกเพียง 93,986 ตัว (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554) และจากอุตสาหกรรมการผลิตเนื้อโคในประเทศ ปี 2550 พบว่า ประเทศไทยมีโคนมปลดระวางและแม่โคนมคัดทิ้งที่ถูกป้อนเข้าสู่ตลาดเนื้อโค จำนวน 20,000 ตัว จากการฆ่าโคมีชีวิตทั้งสิ้น 1,345,200 ตัว โดยแม่โคนมปลดระวางและแม่โคนมคัดทิ้งโดยไม่ผ่านการขุน สามารถให้ผลผลิตเป็นเนื้อโค 2,560 ตัน หรือคิดเทียบเป็น 1.70 เปอร์เซ็นต์ ของอุตสาหกรรมการผลิตเนื้อโคในประเทศ ในขณะที่การผลิตเนื้อโคคุณภาพสูงมีปริมาณ 8,000 ตัวต่อปี ผลิตเนื้อได้ 2,080 ตันหรือคิดเทียบเป็น 1.38 เปอร์เซ็นต์ (บรรจง เลิศวิทยานุรักษ์. 2550) ดังนั้นหากมีการขุนแม่โคนมคัดทิ้งในฟาร์มโคนมมาตรฐานของเกษตรกร ผ่านโรงฆ่าที่มีระบบการฆ่าและกระบวนการชำแหละที่ได้มาตรฐาน และมีจุดจำหน่ายเนื้อจากแม่โคนมคัดทิ้งที่ถูกสุขอนามัย อาจส่งผลให้เนื้อจากแม่โคนมคัดทิ้งมีคุณภาพเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับเนื้อโคขุนคุณภาพที่ผลิตได้ภายในประเทศ และอาจมีโอกาสเข้าไปมีส่วนแบ่งหรือสามารถทดแทนในตลาดเนื้อโคคุณภาพในอนาคตได้ (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2552)

2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิต

การเจริญเติบโต หมายถึง กระบวนการปกติที่สัตว์ขยายขนาดของร่างกาย โดยเป็นการเพิ่มขยายของเนื้อเยื่อโครงร่าง ได้แก่ เนื้อเยื่อกระดูกและกล้ามเนื้อเป็นส่วนใหญ่ แต่ถ้าเมื่อใดที่การเจริญเติบโตเป็นการเพิ่มน้ำหนักของเนื้อเยื่อไขมัน (Adipose Tissue) ในอัตราส่วนที่เร็วกว่าการเพิ่มน้ำหนักของกล้ามเนื้อแล้วจะเรียกว่าเป็นการสะสมไขมันหรือการขุน ซึ่งการสะสมไขมันดังกล่าวจะเกิดขึ้นภายหลังจากที่การเจริญเติบโตเปลี่ยนแปลงของกระดูกได้สิ้นสุดลง และการเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อถึงจุดสูงสุดแล้ว (จุฑารัตน์ เศรฐกุล. 2539)

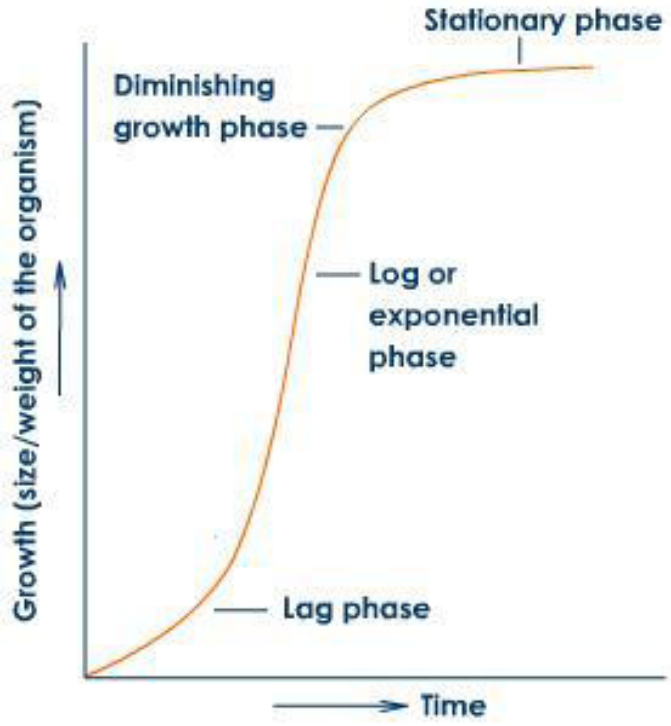
การขยายขนาดของเนื้อเยื่อที่มีอยู่เดิมตามธรรมชาติให้มีขนาดใหญ่มากขึ้นซึ่งจะสามารถดำเนินไปโดยกระบวนการ 3 ชนิด คือ

1) Hypertrophy หมายถึง การขยายขนาดของเซลล์ที่มีอยู่แล้วนั้นให้มีขนาดใหญ่ขึ้นภายในตัวของเซลล์เอง

2) Hyperplasia หมายถึง การทวีคูณหรือการเพิ่มจำนวนเซลล์ใหม่เข้าไปในเนื้อเยื่อ

3) Accretionary Growth หมายถึง การขยายตัวที่เนื่องมาจากการเพิ่มขนาดโดยพวก non-cellular structural material

ช่วงต้นของการเจริญเติบโตจะเป็นไปอย่างช้าๆ แล้วจึงเปลี่ยนเป็นอัตราที่เร็วกว่าเป็นอย่างมาก ดังเห็นได้จากเส้นกราฟการเจริญเติบโต ซึ่งเส้นกราฟจะพุ่งขึ้นสูงในช่วงระยะเวลาอันสั้น ช่วงเวลานี้ร่างกายของสัตว์จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดเช่น รูปร่างสูงใหญ่ขึ้น น้ำหนักตัวเพิ่มมากขึ้นและปริมาณกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น เป็นต้น แต่พอพ้นจากระยะนี้ก็เป็นช่วงปลายของกราฟซึ่งแสดงให้เห็นว่าอัตราการเจริญเติบโตได้ลดลงจนเกือบจะเรียกว่าคงที่ กล่าวคือ อัตราการเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อ กระดูกและอวัยวะสำคัญจะเริ่มลดต่ำลง ในขณะเดียวกันก็จะเป็นเวลาที่ไขมันเริ่มสะสมในอัตราความเร็วที่เพิ่มมากขึ้น และในที่สุดจะถึงจุดหนึ่งของการเจริญเติบโตที่เรียกว่า mature size ซึ่งเป็นเวลาที่เกิดการหยุดการเจริญเติบโตในร่างกายของสัตว์นั่นเอง ในขณะเดียวกันนั้นถ้าสถานะทางการกินอาหารของสัตว์ยังคงเป็นอยู่เหมือนที่เคยเป็นมาในช่วงก่อนๆ แล้ว การสะสมของไขมันก็จะเป็นไปในอัตราที่เร็วมากขึ้น (ภาพที่ 2.4)



ภาพที่ 2.4 แสดงเส้นกราฟการเจริญเติบโต

ที่มา: ดัดแปลงจาก ชัยณรงค์ คันธพนิต (2529)

ระยะ Embryonic และ Phetal phase นั้น น้ำหนักกล้ามเนื้อที่เพิ่มมากขึ้นเนื่องมาจากกระบวนการ hyperplasia มากกว่าเหตุผลอื่น ส่วนในระยะเวลาใกล้คลอดนั้นการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อจะเนื่องมาจากการขยายขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Hypertrophy) มากกว่าเหตุผลอื่น

(Wegner *et al*. 2000) ส่วนใหญ่ของการขยายขนาดของกล้ามเนื้อจะเกิดขึ้นตั้งแต่ระยะหลังคลอดเป็นต้นไป เมื่อสัตว์โตไปเรื่อยๆจนใกล้จะถึงเป็นหนุ่มสาว การขยายตัวดังกล่าวจะลดน้อยลงไปเรื่อยๆเช่นกัน และอาจกล่าวได้ว่าสัตว์จะมีการเปลี่ยนแปลงในกล้ามเนื้อขณะเติบโตโดย Hyperplasia และ Hypertrophy (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529)

2.5.1 พันธุกรรม

การเจริญเติบโตที่แตกต่างกันของโคแต่ละสายพันธุ์ถูกกำหนดโดยพันธุกรรม ซึ่งมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตในสัตว์ตั้งแต่เริ่มเป็นตัวอ่อน โดยมีผลต่ออัตราการแบ่งเซลล์ภายหลังการปฏิสนธิ (Hyperplasia) ดังตัวอย่างในโค 2 กลุ่มที่ถูกปรับปรุงและพัฒนาพันธุกรรมโดยมนุษย์เพื่อวัตถุประสงค์ในการให้ประโยชน์ที่แตกต่างกันคือ กลุ่มโคให้เนื้อ (Accretion Type) และกลุ่มโคให้นม (Secretion Type) โดยกลุ่มโคให้เนื้อมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนโภชนะจากอาหารไปเพื่อการสังเคราะห์โปรตีนโดยการขยายขนาดกล้ามเนื้อสูง เช่น โคเนื้อพันธุ์ชาโรเลส์ ในทางตรงกันข้ามกลุ่มโคให้นม เช่น โคนมพันธุ์โฮลสไตน์ มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนโภชนะจากอาหารไปเพื่อการสังเคราะห์น้ำนมเป็นหลัก (Bellman *et al*. 2004b) โดยพบว่าโคทั้ง 2 Metabolic Type มีการเจริญเติบโตที่ได้รับอิทธิพลจากพันธุกรรมแตกต่างกันทั้งในกระบวนการ hyperplasia และ Hypertrophy พบว่าโคในกลุ่ม Secretion Type มีจำนวนเซลล์เส้นใยกล้ามเนื้อที่ถูกกำหนดมาตั้งแต่แรกเกิด (Hyperplasia) ต่ำกว่าโคกลุ่ม Accretion Type จากความแตกต่างด้านอัตราการแบ่งเซลล์เส้นใยกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นภายหลังการปฏิสนธิของโคกลุ่ม Accretion Type ที่มีค่าสูงกว่า (Maltin *et al*. 2001) ทำให้โคพันธุ์ ชาโรเลส์ มีน้ำหนักแรกเกิดสูงกว่าโคพันธุ์โฮลสไตน์ ฟรีเชี่ยน 20 เปอร์เซ็นต์ (55.3 และ 42.7 กก.; $p<0.001$) (Bellman *et al*. 2004a) นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณกล้ามเนื้อทั้งหมดในซากของโคในกลุ่ม Accretion Type มีค่าสูงกว่ากลุ่มโคให้นมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (225 และ 190 กก.; $p<0.01$) ขณะที่เส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด Slow Oxidative, Fast Oxidative Glycolytic และ Fast Glycolytic ของโคทั้ง 2 กลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) (Jurie *et al*. 2007) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Maltin *et al*. (2001) ที่พบว่ากล้ามเนื้อสันนอกของโคเนื้อพันธุ์ชาโรเลส์ มีปริมาณเส้นใยกล้ามเนื้อ และมีพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสูงกว่าโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ ($p<0.05$) โดยเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อทุกชนิดของโคทั้ง 2 กลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกัน โคเนื้อพันธุ์เบลเยี่ยมบูล (โคกล้ามเนื้อคู่) มีจำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อที่ถูกกำหนดตั้งแต่แรกเกิดสูงกว่าโคพันธุ์แองกัส และ โคพันธุ์โฮลสไตน์ ฟรีเชี่ยน ถึง 2 เท่า ทำให้โคพันธุ์เบลเยี่ยมบูลมีน้ำหนักแรกเกิด อัตราการเจริญเติบโต และมีน้ำหนักกล้ามเนื้อสูงกว่าโคพันธุ์อื่น (Wegner *et al*. 2000)

การเติบโตในลักษณะการขยายขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ หรือ Hypertrophy ซึ่งมีบทบาทด้านการเจริญเติบโตในระยะหลังคลอดเป็นส่วนใหญ่ (Wegner *et al*. 2000) โดยการขยายขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อเพื่อการเจริญเติบโตนั้นเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนโภชนะจากอาหารไปเป็น

โปรตีนเพื่อการขยายขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อซึ่งพบว่า โคในกลุ่ม Accretion Type มีประสิทธิภาพในด้านการเปลี่ยนโภชนะจากอาหารไปเป็นโปรตีนเพื่อการขยายขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อสูงกว่าโคในกลุ่ม Secretion Type ทำให้โคกลุ่ม Accretion Type มีอัตราการเติบโตอันเนื่องมาจากการขยายขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อในช่วงอายุตั้งแต่แรกเกิดถึง 18 เดือน (น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง) สูงกว่าโคในกลุ่ม Secretion Type (1.3 และ 1.1 กก./วัน; $p<0.01$) โดยมีปริมาณโปรตีนที่เพิ่มขึ้นทั้งหมดสูงกว่าโคในกลุ่ม Secretion Type (57.7 และ 39.3 กก. ตามลำดับ ; $p<0.01$) และพบว่าโคเนื้อพันธุ์ชาโรเลส์ มีความต้องการพลังงานเพื่อเพิ่มน้ำหนักโปรตีน 1 กิโลกรัมต่ำกว่าโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ (63.7 และ 89.7 เมกะจูลต่อกก.; $p<0.01$) (Bellman *et al*. 2004b) เช่นเดียวกับ Pfuhl *et al*. (2007) ที่พบว่าโคพันธุ์ชาโรเลส์ ใช้พลังงานเพื่อเพิ่มน้ำหนักโปรตีน 1 กิโลกรัมในซากอุ่น ต่ำกว่าโคพันธุ์เยอรมันโฮลสไตน์ (65.89 และ 82.29 เมกะจูลต่อกก.; $p<0.001$) โดยโคทั้ง 2 กลุ่มมีปริมาณการกินและมีโภชนะที่ได้รับจากอาหารไม่แตกต่างกัน ($p>0.001$) ทั้งนี้เนื่องจากโคในกลุ่ม Secretion Type เช่น โคนมพันธุ์โฮลสไตน์ มีการเปลี่ยนโภชนะที่ได้รับไปเพื่อการกักเก็บไว้ในรูปของไขมันเป็นส่วนใหญ่ (Sprinkle *et al*. 1998; Bellman *et al*. 2004b) โดยพบว่าโคนมพันธุ์เยอรมันโฮลสไตน์มีปริมาณไขมันในซากทั้งหมด (ปริมาณไขมันในซาก ปริมาณไขมันใต้ผิวหนัง และปริมาณไขมันแทรก) ($p<0.05$) (Bellman *et al*., 2004b) รวมถึงไขมันภายในร่างกาย ได้แก่ ไขมันลำไส้ ไขมันช่องท้อง และไขมันหุ้มไตสูงกว่าโคเนื้อพันธุ์ชาโรเลส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.001$) ซึ่งแม่โคนมจะมีการนำไขมันกลับมาหมุนเวียนใช้ใหม่ ในช่วงระยะการให้น้ำนม และพบว่าไขมันคือแหล่งพลังงานชดเชยหรือทดแทนในระยะแม่โคมีการเผาผลาญพลังงานอย่างหนักในช่วงก่อนระยะให้นม (Forrest. 1997) โดยแม่โคนมจะมีการสะสมไขมันเพื่อรักษาระดับความสมดุลทางพลังงานในร่างกายให้คงที่ในระยะให้นมของแม่โค (Segert *et al*. 1996) สอดคล้องกับการที่โคนมมีน้ำหนักของตับและตับอ่อนสูงกว่าโคเนื้อ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการนำไขมันที่สะสมในร่างกายกลับมาหมุนเวียนเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่ดีกว่าในโคเนื้อ (Pfuhl *et al*. 2007) และโคพันธุ์โฮลสไตน์มีความสามารถในการกักเก็บไขมันเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานได้สูงกว่าโคเนื้อ (Segert *et al*. 1996; Baldwin *et al*. 2004) การใช้ไขมันเป็นแหล่งพลังงานทดแทนในโคนมส่งผลให้โคนมมีพลังงานต่อ 1 หน่วยไขมันสูงกว่าโคเนื้อพันธุ์ชาโรเลส์ ($p=0.646$) (Pfuhl *et al*. 2007)

2.5.2 ฮอร์โมน

Bellman *et al*. (2004a) ทำการคัดเลือกโค 2 กลุ่ม Metabolic Type จากโค 2 สายพันธุ์ คือโคเนื้อพันธุ์ชาโรเลส์ และโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ ซึ่งมีความแตกต่างกันในด้านความสามารถการเปลี่ยนโภชนะจากอาหารไปเป็นการขยายขนาดกล้ามเนื้อ หรือการสะสมไขมันในร่างกาย พบว่าโคพันธุ์ชาโรเลส์ มีความถี่ในการหลั่ง Growth Hormone สูงกว่า ($p=0.011$) และมีระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนอินซูลิน และ IGF-1 ในพลาสมาต่ำกว่าโคนมพันธุ์โฮลสไตน์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

($p<0.0001$ และ $p=0.004$ ตามลำดับ) ความแตกต่างดังกล่าวสนับสนุนต่อการเพิ่มกระบวนการ Lipolytic สนับสนุนการนำโภชนะที่ได้รับจากอาหารไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนในกล้ามเนื้อ (Clinquart *et al*. 1995) สนับสนุนการใช้กลูโคสโดยเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ และเพิ่ม Glycolytic Muscle Energy Metabolism (Hocquette *et al*. 1998) ลดการทำหน้าที่ของอินซูลิน เช่น ต่อต้านกระบวนการกักเก็บกลูโคส (Glucose Uptake) ที่เนื้อเยื่อไขมัน (Boisclair *et al*. 1994; Dunshea *et al*. 1995) มีบทบาทในการเพิ่มกระบวนการเผาผลาญไขมัน (Fat Metabolism) ลดอินซูลินที่เป็นอิสระจากกระบวนการ Lipogenesis จากอิทธิพลของ Growth Hormone และมีความเป็นไปได้ว่า Growth hormone จะทำหน้าที่ตรงข้ามกับฮอร์โมนอินซูลินในการนำโภชนะเพื่อการสังเคราะห์ไขมันไปสู่การสังเคราะห์โปรตีน (Carro *et al*. 1998) พัฒนาประสิทธิภาพในการกักเก็บไนโตรเจน (Nitrogen Retention) เพื่อการพัฒนาการสะสมกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็ว โดยระดับความเข้มข้นที่ต่ำของฮอร์โมนอินซูลินนั้น มีบทบาทในการต่อต้านกระบวนการ Protein Breakdown (Lobey. 1998) และลดอัตราการเกิด Protein Degradation ในกล้ามเนื้อ อันเป็นผลจากการปรับปรุงและคัดเลือกพันธุกรรมสำหรับโคที่เหมาะต่อการให้เนื้อ (Boisclair *et al*. 1994) โดยมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว (Bellman *et al*. 2004a) นอกจากนี้ความถี่ในการหลั่ง Growth Hormone ของโคเนื้อที่สูงกว่าโคนมมีผลต่อการเจริญเติบโต และลักษณะซากของโคทั้ง 2 กลุ่มที่แตกต่างกัน เนื่องจาก Growth Hormone มี Half-Live ที่สั้น ดังนั้นโคเนื้อที่มีความถี่ในการขับหลั่ง Growth Hormone สูงจึงทำให้ประสิทธิภาพการทำหน้าที่ของฮอร์โมนสูงกว่า แม้ว่าโคนมจะมีปริมาณการขับหลั่ง Growth Hormone แต่ละครั้งมากกว่าก็ตาม ($p = 0.026$) (Bellman *et al*. 2004a) ในทางตรงกันข้ามโคนมพันธุ์โฮลสไตน์มีความถี่ในการหลั่ง Growth Hormone ต่ำกว่า และมีระดับความเข้มข้นของฮอร์โมน IGF-1 และอินซูลิน ในพลาสมาสูงกว่าโคเนื้อพันธุ์ชาโรเลส์ โดยโคที่ถูกพัฒนาและปรับปรุงสายพันธุ์เพื่อให้ผลผลิตน้ำนมนั้น ความถี่ในการหลั่ง Growth Hormone ที่ต่ำส่งผลในทางบวกต่อปริมาณผลผลิต (Klindt. 1988) อีกทั้งความเข้มข้นของฮอร์โมน IGF-1 ที่สูงมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับปริมาณไขมันนม (Grochowska *et al*. 2001) ความเข้มข้นของอินซูลินในโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ที่สูงมีผลต่อการเพิ่มความสามารถในการกักเก็บโภชนะที่ได้รับจากอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลูโคส และอะซิเตทที่เนื่อเยื่อไขมันรอบนอก (Tissue Peripheral) (Prior and Smith. 1982; Brockmann and Laarveld. 1986) และไขมันภายในร่างกาย (Fat Depot) และส่งผลต่อการกระตุ้นให้เกิดการรวบรวมกลูโคสเข้าสู่ Body Tissue (Hart. 1983) โดยความเข้มข้นของอินซูลินในพลาสมาที่สูงในโคนมพันธุ์โฮลสไตน์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับปริมาณไขมันซากที่สูง (Grigsby and Trenkle. 1986; Verde and Trenkle. 1987; Istasse *et al*. 1990) และพบว่าโคนมพันธุ์โฮลสไตน์มีความเข้มข้นของฮอร์โมนกลูคากอนสูงกว่าโคพันธุ์ชาโรเลส์ 1.5 เท่า ($p<0.0017$) ซึ่งอิทธิพลของฮอร์โมนกลูคากอนมีผลต่อการเพิ่มอัตรา Gluconeogenesis เพื่อใช้แลคเตทเป็นแหล่งพลังงานอีกทางหนึ่ง (Heitman *et al*. 1971)

2.5.3 ระยะการเจริญเติบโตเต็มวัย

ความแตกต่างด้านระยะการเจริญเติบโตเต็มวัยเป็นผลให้โคเนื้อพันธุ์ชาโรเลส์ (Late Maturity) มีอัตราการเจริญเติบโต และมีอัตราการการเพิ่มน้ำหนักซากสูงกว่าโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน (Early Maturity) (980 กับ 827 กรัม/วัน; $p<0.05$ และ 554 กับ 415 กรัม/วัน ตามลำดับ ; $p<0.001$) โดยมีปริมาณการกินในรูป DM และ NE (16.0 กรัม/กก.มีชีวิต และ 17.5 UFV*1000/กก.มีชีวิต) ต่ำกว่าโคตอนพันธุ์โฮลสไตน์ ฟรีเชี่ยน (17.5 กรัม/กก.มีชีวิต และ 19.6 UFV*1000/กก.มีชีวิต) ($p<0.001$) โดยโคเนื้อพันธุ์ชาโรเลส์มีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่าโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน (80.0 และ 67.7 g of live wt gain/UFV intake) ($P<0.01$) และมีพลังงานที่หลงเหลือจากการสร้างกล้ามเนื้อ (Residual Feed Intake) ต่ำกว่า (-0.25 และ 0.82 UFV/วัน; $p<0.001$) โดยโคทั้ง 2 กลุ่ม มีอายุตามวันจริง ระยะเวลาในการขุน และได้รับอาหารไม่แตกต่างกัน (Clarke *et al*. 2009) ขณะที่โคเนื้อพันธุ์ชาโรเลส์ มีอัตราการเจริญเติบโต และมีอัตราการเพิ่มน้ำหนักซากสูงขึ้นตามระยะเวลาในการขุน ด้านคุณภาพซากเมื่อทำการขุนโคทั้ง 2 กลุ่มที่มีอายุไม่แตกต่างกัน (9-12 ปี) เป็นระยะเวลา 0 77 128 และ182 วัน พบว่าเมื่อระยะเวลาในการขุนเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์การสะสมไขมันทั้งหมดในซากของโคทั้ง 2 กลุ่มเพิ่มสูงขึ้นเป็นเส้นตรง ($p<0.05$) โดยโคกลุ่มโตเต็มวัยช้า มีเปอร์เซ็นต์ไขมันทั้งหมดในซากเพิ่มขึ้นจากวันที่เริ่มขุนถึงวันที่ 182 ของการขุน (สิ้นสุดการทดลอง) อย่างช้าๆ จาก 10.3-15.6 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$) และมีแนวโน้มการสะสมไขมันในซากเพิ่มขึ้นอย่างคงที่ภายหลังจากวันที่ 182 ของการขุน ขณะที่เปอร์เซ็นต์ของไขมันซากในโคกลุ่มโตเต็มวัยเร็ว มีเปอร์เซ็นต์ไขมันทั้งหมดในซากเพิ่มขึ้นจากวันที่เริ่มขุนถึงวันที่ 182 ของการขุนอย่างรวดเร็ว โดยเพิ่มขึ้นจาก 13.5 เปอร์เซ็นต์ เป็น 34.9 เปอร์เซ็นต์ และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายหลังวันที่ 182 ของการขุน ด้านเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงจากการตัดแต่งพบว่า โคกลุ่มโตเต็มวัยเร็วมีปริมาณเนื้อแดงสูงกว่าโคกลุ่มโตเต็มวัยช้า 40-50 เปอร์เซ็นต์ ในทุกระยะของการขุน เมื่อโคทั้ง 2 กลุ่มได้รับอาหารชนิดเดียวกันตลอดการทดลอง (Wheeler *et al*. 1989) ทั้งนี้เนื่องจากโคนมพันธุ์โฮลสไตน์มีอายุเมื่อโตเต็มวัยต่ำกว่าโคเนื้อพันธุ์ชาโรเลส์ จึงส่งผลให้โคนมมีการนำโภชนะไปใช้ในสังเคราะห์ไขมันเมื่อถึงระยะโตเต็มวัยเร็วกว่าโคเนื้อ หรือมีสัดส่วนของการสังเคราะห์โปรตีนต่อการสังเคราะห์ไขมันในระหว่างการเติบโตที่ลดลงเร็วกว่าโคเนื้อ ในขณะที่โคเนื้อพันธุ์ชาโรเลส์ยังคงมีการสังเคราะห์เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อสูง และมีการสังเคราะห์เนื้อเยื่อไขมันในระดับต่ำ เนื่องจากโคยังคงอยู่ในช่วงของการเจริญเติบโต ดังนั้นโคนมซึ่งถึงระยะการสะสมไขมันเร็วกว่าโคเนื้อ จึงมีการเพิ่มน้ำหนักตัว และมีประสิทธิภาพการใช้อาหารจะต่ำกว่าโคเนื้อ เนื่องจากการเปลี่ยนโภชนะจากอาหารไปเพื่อการสังเคราะห์ไขมันมีต้นทุนทางพลังงานที่สูงกว่าการสังเคราะห์โปรตีน (Madamba. 1965; Demigne *et al*. 1988)

2.5.4 สภาพแวดล้อม

เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมในประเทศไทยส่วนใหญ่นิยมปรับปรุงโคนมอินเดียที่มีอยู่เดิม โดยการเพิ่มระดับสายเลือดของโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ ฟรีเชี่ยน ให้ใกล้เคียงกับโคนมพันธุ์แท้ เนื่องจากโคนมโฮลสไตน์ ฟรีเชี่ยนพันธุ์แท้ มีการให้ผลผลิตน้ำนมที่สูงกว่า ปัจจุบันโคนมลูกผสมในประเทศไทยส่วนใหญ่มีระดับสายเลือดของโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ ฟรีเชี่ยนมากกว่า 87.5 เปอร์เซ็นต์ (สินชัย เรืองไพบูลย์. 2549) โดยโคนมที่มีระดับสายเลือดโฮลสไตลน์ ฟรีเชี่ยนสูงกว่าหรือเท่ากับ 87.5 เปอร์เซ็นต์ จะสามารถให้ผลผลิตน้ำนมจริงตลอดระยะการให้นมเฉลี่ยสูงกว่าโคนมลูกผสมที่มีระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ในลำดับ ของระยะการให้นมที่ 1 ($p<0.05$) อีกทั้งยังมีจำนวนลำดับ ของระยะการให้นมยาวนานกว่าโคที่มีระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน 50 เปอร์เซ็นต์ ทั้งในลำดับ ของระยะการให้นมครั้งที่ 1 และในทุกลำดับ ของระยะการให้นม (พรทิพย์ ตันติวงศ์. 2529)

เมื่อปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของแม่โคนมมีอิทธิพลมาจากปัจจัยหลัก 2 ประการ คือ

1) พันธุกรรม ซึ่งแม่โคส่วนใหญ่มีระดับสายเลือดใกล้เคียงกับโคนมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนพันธุ์แท้

2) สภาพแวดล้อม ทั้งในด้านการจัดการฟาร์มโคนม และสภาพภูมิอากาศ เมื่อระดับสายเลือดของโคนมพันธุ์ยุโรปมีค่าสูง ส่งผลให้เกษตรกรเจ้าของฟาร์มโคนมต้องเอาใจใส่การจัดการด้านสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับระดับสายเลือดของแม่โคนมที่ได้รับการยกระดับสายเลือด เพื่อให้แม่โคนมได้แสดงออกถึงสมรรถภาพการผลิตทั้งในด้านอัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร และการให้ผลผลิตได้สูงสุดตามพันธุกรรมกำหนด

2.5.5 ระดับโภชนะในอาหาร

พลังงานและโปรตีนเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต การที่สัตว์ได้รับพลังงานและโปรตีนในสูตรอาหารที่เหมาะสมตามความต้องการของร่างกายในแต่ละระยะการเจริญเติบโต จะทำให้สัตว์มีสมรรถภาพการผลิตได้สูงสุดตามศักยภาพที่ถูกกำหนดโดยพันธุกรรม

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับศักยภาพในการสะสมโปรตีนในตัวสัตว์ที่ถูกควบคุมโดยพันธุกรรมและการตอบสนองต่อปริมาณโปรตีนที่สัตว์ได้รับจากอาหาร เพื่อไปใช้ในการสร้างโปรตีน และไขมันในร่างกายที่พอสรุปได้ดังนี้ (จุฑารัตน์ เศษรฐกุล. 2539)

1) เมื่อสัตว์ได้รับอาหารที่มีความสมดุลย์ของโภชนะทุกอย่างตรงตามความต้องการของร่างกายแล้ว การสะสมโปรตีนหรือการสร้างกล้ามเนื้อจมีโอกาสที่จะถึงศักยภาพตามที่ยีนส์กำหนด

2) ความสามารถในการสะสมโปรตีนในตัวสัตว์ ซึ่งถูกควบคุมโดยยีนส์นี้ ไม่สามารถจะทำให้เพิ่มขึ้นมากไปกว่าพันธุกรรมด้วยการเพิ่มโปรตีนในสูตรอาหาร

3) ถ้าหากว่าพลังงานที่สัตว์ได้รับจากอาหารพอเพียงต่อการดำรงชีพและการสร้างโปรตีนในร่างกายแล้ว การเพิ่มปริมาณการกินอาหารของสัตว์มากขึ้นไปอีก จะทำให้เกิดการสะสมไขมันตามส่วนต่างๆของร่างกาย

แม่โคนมคัดทิ้งที่ได้รับพลังงานจากอาหารระดับที่แตกต่างกันมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของแม่โคที่แตกต่างกัน Minchin *et al*. (2009) ทำการทดลองเพื่อศึกษาสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อของแม่โคนมคัดทิ้ง ด้วยการให้อาหารทดลองที่มีระดับพลังงานในสูตรอาหารที่แตกต่างกัน (10.4 11.4 13.1 และ 14.9 UFL/วัน; $p<0.05$) พบว่าแม่โคมีอัตราการเจริญเติบโต 0.71 0.91 1.14 และ 1.15 กก./วัน ตามลำดับ ($p<0.05$) โดยแม่โคที่ได้รับพลังงานจากอาหารสูงจะได้รับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้มากกว่าความต้องการพลังงานเพื่อการดำรงชีพโดยมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าแม่โคที่ได้รับพลังงานจากอาหารต่ำ และใช้ระยะเวลาในการขุนสั้นกว่าอย่างมีนัยสำคัญ (121.5 108.1 95.2 และ 83.5 วัน; $p<0.001$) เมื่อแม่โคมีคะแนนร่างกายในระยะสิ้นสุดการขุนเท่ากัน (Minchin *et al*. 2009) การได้รับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้มากกว่าความต้องการพลังงานเพื่อการดำรงชีพในโคที่ได้รับพลังงานจากอาหารสูงยังแสดงออกในด้านปริมาณไขมันหุ้มซาก และคะแนนไขมันแทรก จากการทดลองของ Wooten *et al*. (1979) พบว่าในแม่โคคัดทิ้งที่มีอายุระหว่าง 4-10 ปี ซึ่งได้รับพลังงานจากสูตรอาหารสูงกว่า (สัดส่วนอาหารข้น 80 เปอร์เซ็นต์) มีความหนาไขมันสันหลัง (0.85 ซม.) และมีคะแนนไขมันแทรก (10.0) สูง กว่าแม่โคกลุ่มที่ได้รับพลังงานจากสูตรอาหารต่ำกว่า (สัดส่วนอาหารข้น 40 เปอร์เซ็นต์) (0.79 ซม. และ 7.8 คะแนน ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยแม่โคคัดทิ้งทั้ง 2 กลุ่มใช้ระยะเวลาในการขุนเท่ากัน และได้รับอาหารข้น อาหารหยาบชนิดเดียวกันตลอดการทดลอง สอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ Juniper *et al*. (2006) ที่กล่าวว่าการเพิ่มระดับพลังงานในสูตรอาหาร (Energy Intake) จากระดับที่โคได้รับปกติสามารถเพิ่มน้ำหนักมีชีวิตได้ โดยมีแนวโน้มในด้านการเพิ่มไขมันซาก (Purchas and Lloyd. 1974) นอกจากนั้นแล้วรายงานของ Pearce and Unsworth (1976) และ Comerford *et al*. (1991) ชี้ให้เห็นว่าการที่โคนมขุนได้รับพลังงานสูง (Net Energy และ Metabolize Energy) ทำให้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นต่อปริมาณอาหารที่กินเพื่อการดำรงชีพ (Residual Gain/Feed; kg/kg) มีค่าสูงกว่าโคที่ได้รับพลังงานที่ต่ำกว่า ($p<0.05$) อีกทั้งโคที่ได้รับพลังงานสูง มีความต้องการกินอาหารเพื่อการดำรงชีพ (Residual ME Intake; Mcal) ที่ต่ำกว่าโคที่ได้รับพลังงานต่ำ ($p<0.05$)

2.6 การวัดเกรดซากโค

การวัดเกรดซากโค มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะสามารถแบ่งแยกเกรดซากโคออกเป็นเกรดต่างๆตามคุณภาพด้านการบริโภค และปริมาณผลผลิตกล้ามเนื้อ โดยมีเป้าหมายเพื่อก่อให้เกิดความยุติธรรมระหว่างเกษตรกร พ่อค้าคนกลาง และผู้บริโภค ตลอดจนเป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรสามารถ

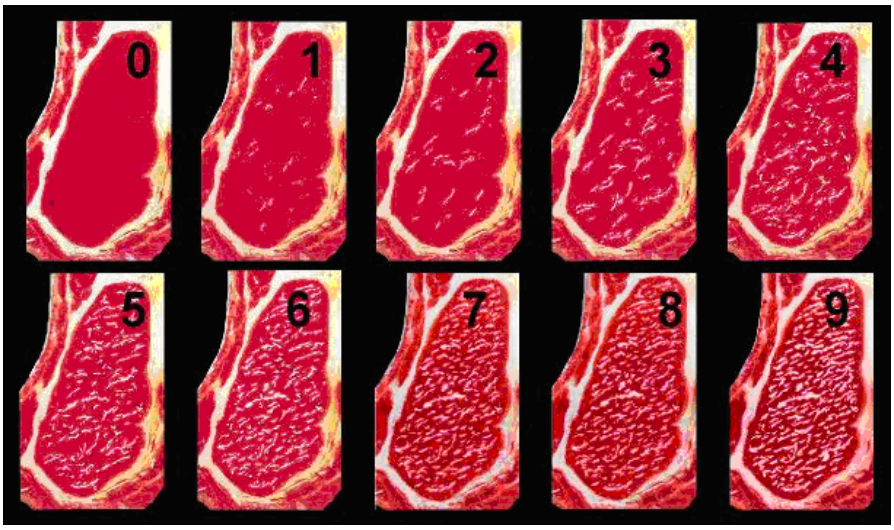
พัฒนาการผลิตโคให้เนื้อให้ได้คุณภาพ และมาตรฐานตรงตามความต้องการของผู้บริโภค การกำหนดเกรดซากโคของกระทรวงเกษตรของสหรัฐอเมริกา (U.S. Department of Agriculture หรือ USDA) จำแนกเกรดซากโคเป็น 2 ประเภท คือ เกรดคุณภาพซาก (Quality Grade) และเกรดผลผลิตซาก (Yield Grade) (Hale *et al*. 1998)

2.6.1 เกรดคุณภาพซาก (Quality Grade)

เกรดคุณภาพซากแบ่งออกเป็น 8 เกรด เรียงตามลำดับ จากคุณภาพสูงไปต่ำ ได้แก่ 1) Prime 2) Choice 3) Select หรือ Good 4) Standard 5) Commercial 6) Utility 7) Cutter และ 8) Canner เกรดคุณภาพซากขึ้นอยู่กับปัจจัยที่มีผลต่อความน่ารับประทานของเนื้อ (ความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำและกลิ่นของเนื้อ) ซึ่งมีปัจจัยสนับสนุนได้แก่ อายุของซาก ความแน่น ผิวสัมผัส สีของเนื้อแดง การกระจายตัว และปริมาณของไขมันแทรก โดยมีปัจจัยที่ควบคุมลักษณะดังกล่าวซึ่งถูกใช้เป็นเกณฑ์ในการจัดเกรดคุณภาพซากโค 2 ปัจจัยหลักด้วยกันคือ 1) ระดับไขมันแทรก (Degree of Marbling) และ 2) ระดับการพัฒนาอย่างเต็มวัย (Degree of Maturity)

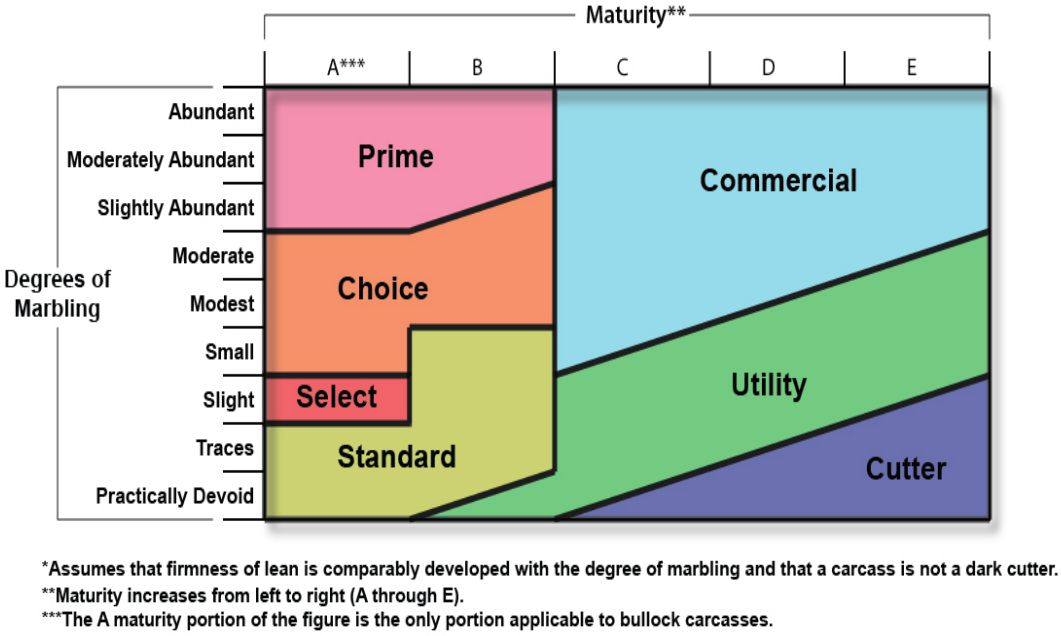
2.6.1.1 ระดับไขมันแทรก (Degree of Marbling)

ไขมันแทรก หรือ Intramuscular fat ประเมินจากปริมาณและการกระจายตัวของไขมันบริเวณพื้นผิวของกล้ามเนื้อสันนอกตอนกลางระหว่างซี่โครงที่ 12 และ 13 โดยระดับของไขมันแทรกใช้เป็นปัจจัยแรกในการประเมินคุณภาพซาก โดยใช้การเปรียบเทียบภาพหน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอกที่มีไขมันแทรกระดับต่างๆ ซึ่งกระทรวงเกษตรและสหรัฐอเมริกา (USDA) จำแนกไขมันแทรกออกเป็น 10 ระดับ แสดงดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 แสดงระดับคะแนนไขมันแทรกกำหนดตามกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา
ที่มา: ยอดชาย ทองไชยนันท์ และมณฑิชา พุทซาคา (2545)

ระดับไขมันแทรก 10 ระดับ ดังกล่าวได้แก่ 1) Abundant 2) Moderately Abundant 3) Slightly Abundant 4) Moderate 5) Modest 6) Small 7) Slight 8) Traces 9) Practically Devoid 10) Devoid แต่ละระดับของคะแนนไขมันแทรกจะถูกแบ่งออกเป็น 100 หน่วยย่อย โดยมีการเพิ่มขึ้นของคะแนนครั้งละ 10 คะแนน ทำให้สามารถให้คะแนนไขมันแทรกได้ละเอียดขึ้น เช่น Small10 , Slight90 และเมื่อนำระดับไขมันแทรกมาพิจารณาร่วมกับกลุ่มอายุโคจะได้คุณภาพซากเกรดต่างๆ (ภาพที่ 2.6) แต่ทั้งนี้ซากนั้นจะต้องมีคุณสมบัติพื้นฐานด้านความแน่นของเนื้อซึ่งแตกต่างกับความมีอายุมากหรือน้อย และจะต้องไม่มีสีคล้ำซึ่งเกิดจากความเครียดของโคก่อนฆ่า



ภาพที่ 2.6 แสดงคุณภาพเกรดซากของ USDA กำหนดตามระดับไขมันแทรกกลุ่มอายุ และเกรดคุณภาพซาก

ที่มา: Montana Beef Quality Assurance (1997)

การวัดระดับไขมันแทรกเป็นอีกวิธีในการประเมินคุณภาพเนื้อ โดยไขมันแทรกจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับความแน่น สี และผิวสัมผัสของเนื้อ โดยกล้ามเนื้อสันนอกตอนกลางบริเวณซี่โครงซี่ที่ 12 และ13 ที่ดีจะมีปริมาณและการกระจายตัวของไขมันแทรกที่สูง และละเอียด เนื้อที่มีความแน่นและเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีความละเอียดสูงจะทำให้การกระจายตัวของไขมันแทรกมีความสม่ำเสมอ นอกจากนี้สีของกล้ามเนื้อสันนอกตอนกลางที่ดีจะมีสีแดงคล้ายผลเชอร์รี่ และมีความสว่าง ซึ่งสามารถบ่งบอกได้ว่าเป็นสีของเนื้อขณะที่สัตว์อยู่ในระดับการพัฒนาอย่างเต็มวัย โดยลักษณะของสีเนื้อจะมีความเข้ม และผิวสัมผัสจะมีลักษณะหยาบขึ้นเมื่ออายุของโคสูงขึ้น

2.6.1.2 ระดับการพัฒนาอย่างเต็มวัย (Degree of Maturity)

การเกรดคุณภาพซากโดยการใช้ระดับการพัฒนาอย่างเต็มวัย หรืออายุทางสรีรวิทยา (Physiological Age) เป็นเกณฑ์ เนื่องจากการที่ไม่สามารถทราบอายุตามวันจริง (Chronological Age) ของโคได้แน่นอน โดยใช้ดัชนีชี้วัดดังนี้ 1) ลักษณะของกระดูก 2) การมีอยู่ของกระดูกอ่อน 3) สีและผิวสัมผัสของกล้ามเนื้อสันนอกตอนกลาง โดยมีข้อมูลทางทฤษฎีที่ใช้ร่วมพิจารณา คือ กระดูกอ่อนจะเจริญเปลี่ยนแปลงเป็นกระดูกแข็ง สีของกล้ามเนื้อจะเข้ม และผิวสัมผัสจะหยาบขึ้นเมื่อโคมีอายุมากขึ้น โดยให้ความสำคัญกับกระดูกอ่อน และกระดูกแข็งมากกว่าสี และผิวสัมผัสของเนื้อ เนื่องจากสี และผิวสัมผัสของเนื้อที่ปรากฏขึ้นอาจเป็นผลจากปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อภายหลังสัตว์ตายได้ การเกรดคุณภาพซากโดยการใช้อายุเมื่อถึงระดับการพัฒนาอย่างเต็มวัยเป็นเกณฑ์ สามารถจำแนกอายุโคจากน้อยไปมาก ได้แก่ A B C D และ E (ยอดชาย ทองไชยนันท์ และมณฑิชา พุทซาคา. 2545) การจำแนกกลุ่มอายุโคจากซากพิจารณาจาก 1) กระดูกสันหลังก้นกบ (Sacral Vertebrae) ซึ่งมี 5 ชิ้น 2) กระดูกส่วนหลัง ส่วนเอว (Lumbar Vertebrae) ซึ่งมี 6 ชิ้น 3) กระดูกสันหลังส่วนอก (Thoracic Vertebrae) เป็นสันหลังที่มีกระดูกซี่โครงเชื่อมอยู่ซึ่งมี 13 ชิ้น และ 4) กระดูกซี่โครง (Ribs) ตามลักษณะปรากฏ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

การสะสมของกระดูกอ่อนจะเริ่มจากกระดูกก้นกบไปยังกระดูกเอว และอกตามลำดับ เมื่อโคมีอายุมากขึ้น กระดูกอ่อน (Cartilage) ที่หุ้มอยู่รอบข้อกระดูกจะเริ่มมีเลือดมาสะสม และค่อยๆเปลี่ยนเป็นกระดูกแข็ง แต่การเปลี่ยนแปลงนี้ขึ้นอยู่กับการให้อาหาร และการเติบโตของโค

ตารางที่ 2.1 จำแนกระดับการพัฒนาอย่างเต็มวัยตามลักษณะกระดูกของกระทรวงเกษตรประเทศสหรัฐอเมริกา (USDA)

กลุ่มอายุ	กระดูกก้นกบ	กระดูกเอว	กระดูกอก	กระดูกซี่โครง	อายุ
A	แยกกันเห็นได้ชัด	ยังไม่เป็นกระดูกแข็ง		ค่อนข้างแบน สีแดงเป็นรู พรุนและนุ่ม	9 เดือน
A+/B-	เชื่อมติดกันอย่างสมบูรณ์	เกือบจะเป็นกระดูกแข็ง	กระดูกอ่อนเป็นกระดูกแข็ง 10%	ค่อนข้างกว้างและแบน มีสีแดง และนุ่มเล็กน้อย	30 เดือน
B+/C-	เชื่อมติดกันอย่างสมบูรณ์	ยังไม่สะสมเป็นกระดูกแข็งทั้งหมด	กระดูกอ่อนเป็นกระดูกแข็ง 30%	มีสีแดงเจือจางและแข็ง	42 เดือน
C+/D-	เชื่อมติดกันอย่างสมบูรณ์	เป็นกระดูกแข็งอย่างสมบูรณ์	เห็นกระดูกอ่อนอยู่ (70%)	กว้างและแบนปานกลาง มีสีขาวมาก แข็ง	72 เดือน
D+/E-	เชื่อมติดกันอย่างสมบูรณ์	เป็นกระดูกแข็งอย่างสมบูรณ์	เห็นกระดูกอ่อนได้ยาก (90%)	กว้างและแบน มีสีขาว ไมมีรูพรุน แข็งมาก	96 เดือน

ที่มา : ดัดแปลงจาก ยอดชาย ทองไชยนันท์ และมณฑิชา พุทซาคา (2545) และ Hale *et al*. (1998)

เกรดซากสูงสุด 4 ลำดับ มาจากโคกลุ่มอายุ A และ B เท่านั้น เกรดคอมเมอเชียลจะมาจากกลุ่ม C D และ E ส่วนเกรดอื่นที่เหลืออาจมาจากโคกลุ่มใดก็ได้ (ยอดชาย ทองไชยนันท์ และมณฑิชา พุทซาคา. 2545.)

ในส่วนของการประเมินอายุจริง การเจริญของกระดูกอ่อนเป็นกระดูกแข็งจะเริ่มตั้งแต่โคมีอายุ 30 เดือน โดยประเมินอายุจริงจากกระดูกอกเมื่อเปอร์เซ็นต์ของกระดูกอ่อนเปลี่ยนเป็นกระดูกแข็งเพิ่มขึ้นจาก 10 35 70 และ 90 เปอร์เซ็นต์ โดยมีอายุซากเมื่อเต็มวัยเป็น B C D และ E ตามลำดับ

การเกรดซากโคโดยการใช้ระดับการพัฒนาอย่างเต็มวัย เป็นเกณฑ์นอกจากการพิจารณาจากกระดูกจริง กระดูกอ่อน และกระดูกซี่โครงแล้ว จะต้องพิจารณาจากสีของเนื้อ และความละเอียดของเส้นใยกล้ามเนื้อควบคู่กัน ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 หลักในการพิจรณาอายุตามระดับการพัฒนาอย่างเต็มวัยของเนื้อแดง (Lean maturity)

กลุ่มอายุ	ลักษณะสีของเนื้อแดง	ลักษณะผิวสัมผัส
A	สีแดงสว่างคล้ายผลเชอรี่	ละเอียดมาก
B	สีแดงสว่างคล้ายผลเชอรี่-สีแดงคล้ำเล็กน้อย	ละเอียด
C	สีแดงสว่างปานกลาง-สีแดงคล้ำปานกลาง	ละเอียดปานกลาง
D	สีแดงคล้ำปานกลาง-สีแดงเข้ม	หยาบเล็กน้อย

ที่มา: ดัดแปลงจาก Hale *et al*. (1998)

2.6.2 เกรดผลผลิต (Yield Grade)

เกรดผลผลิตประเมินจากปริมาณเนื้อ (Cutability) ถอดกระดูก (Boneless) และมีการตัดแต่งนำไขมันมันที่ปกคลุมชิ้นส่วนออก (Closely Trimmed) จากชิ้นส่วนที่มีมูลค่าสูง ได้แก่ Chuck Rib Loin Round เกรดผลผลิตถูกแบ่งออกเป็น 5 เกรด ตามเปอร์เซ็นของเนื้อแดงที่มีมูลค่าสูงจากซากโค Yield Grade 1 - Yield Grade 5 (ตารางที่ 2.3)

ตารางที่ 2.3 ระดับเกรดผลผลิตซากตามเปอร์เซ็นต์ของชิ้นส่วนเนื้อที่มีมูลค่าสูงจากซากโค

เกรดผลผลิต	เปอร์เซ็นของเนื้อแดงที่มีมูลค่าสูง
1	>52.3
2	52.3-50.1
3	50.0-47.8
4	47.7-45.5
5	<45.5

ที่มา : ดัดแปลงจาก Hale *et al*. (1998)

นอกจากนั้นแล้วการเกรดผลผลิตสามารถทำการประเมินเบื้องต้นก่อนการตัดแต่งซากโคได้ โดยพิจารณาจาก (Hale *et al.* 1998)

1) ปริมาณของ External Fat ของกล้ามเนื้อสันนอกตอนกลางบริเวณซี่โครงซี่ที่ 12 มีหน่วยเป็นนิ้ว

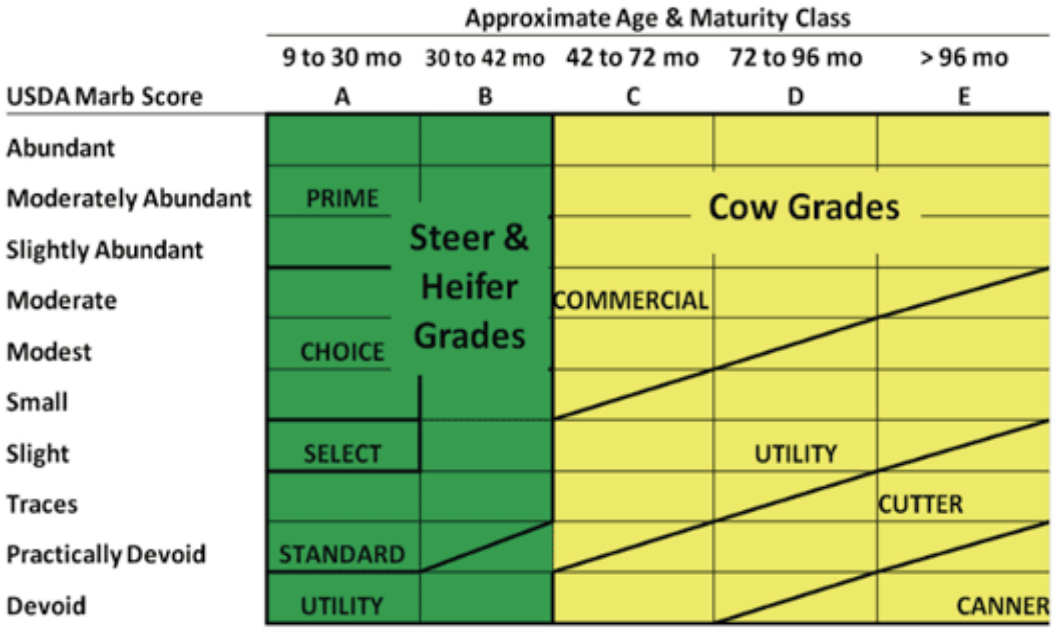
2) น้ำหนักซากร้อน มีหน่วยเป็นปอนด์

3) ปริมาณของไขมันหุ้มไต ไขมันช่องท้อง และไขมันหัวใจ (Kidney Pelvic Heart fat; KPH Fat) มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก ปกติแล้วมีค่าอยู่ระหว่าง 2-4 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักซากร้อน

4) พื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อสันนอกตอนกลางมีหน่วยเป็นตารางนิ้ว บริเวณซี่โครงซี่ที่ 12 (ซากเสี้ยวหน้า)

2.6.3 เกรดซากของแม่โค

เนื่องจากข้อกำหนดด้านอายุตามวันจริง และระดับการพัฒนาอย่างเต็มวัย (Degree of Maturity) เป็นปัจจัยหลัก ที่ส่งผลทำให้เกรดซากจากแม่โคคัดทิ้งขาดคุณสมบัติที่จะจัดอยู่ในเกรดซาก 4 เกรดแรกตาม USDA Beef Quality Grade (มากกว่า 85 เปอร์เซ็นต์) เนื่องจากแม่โคคัดทิ้งส่วนใหญ่มีอายุมากกว่า 42 เดือน จึงถูกจัดอยู่ในเกรดซาก 4 เกรดท้าย (Commercial Utility Cutter และCanner) (ภาพที่ 2.7) โดยเกรดผลผลิตซาก องค์ประกอบซาก ปริมาณผลผลิตเนื้อแดงไม่มีผลต่อลักษณะการจำหน่ายของเนื้อแม่โค ดังนั้นการเกรดซากโคแบบ USDA จึงเพิ่มเกรดคุณภาพซากสำหรับ แม่โคโดยเฉพาะ



ภาพที่ 2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับไขมันแทรก และอายุเมื่อสมบูรณ์วัยต่อ การแบ่งเกรดซากตาม USDA ของแม่โค

ที่มา: Harris *et al*. (2010)

การประเมินเกรดคุณภาพซากแม่โคเพื่อการตลาดขึ้นอยู่กับคะแนนร่างกายของแม่โค (การประเมินระดับการสะสมไขมันของโคขณะมีชีวิต หรือ Body Condition Score; BCS) และวัตถุประสงค์ของผู้ซื้อ โดยแบ่งออกเป็น 4 ระดับด้วยกัน คือ (Peel and Doye. 2008)

1) Breakers (or Breaking Utility) เป็นแม่โคที่มีคะแนนร่างกาย 7 หรือมากกว่า เกรดผลผลิตซากอยู่ในระดับ 2-4 ผลผลิตเนื้อแดงประมาณ 75-80 เปอร์เซ็นต์

2) Boners (or Boning Utility) เป็นแม่โคที่มีคะแนนร่างกาย 5-7 และมีผลผลิตเนื้อแดงประมาณ 80-85 เปอร์เซ็นต์

3) Lean เป็นแม่โคที่มีคะแนนร่างกาย 1-4 และมีผลผลิตเนื้อแดงประมาณ 85-90 เปอร์เซ็นต์

4) Light เป็นแม่โคที่มีผลผลิตเนื้อแดง 75-90 เปอร์เซ็นต์ มีความแปรปรวนสูง เนื่องจากแม่โคมีขนาดมีและน้ำหนักตัวไม่มาก กล้ามเนื้อน้อย และ/หรือผอมมาก

ตารางที่ 2.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนร่างกาย เกรดคุณภาพ เปอร์เซ็นต์ซาก เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง และระดับตลาดของซากแม่โค

Marketing Class	Red Meat Yield Percentage	Dressing Percentage	Approximate carcass Quality Grade	Body Condition Score
Breaker	75 - 80	High	Commercial	8 - 9
		Average	Commercial	8
		Low	Commercial/Utility	7 - 8
Boner	80 - 85	High	Utility	6 - 7
		Average	Utility	6
		Low	Utility	5.5 - 6
Lean	85 - 90	High	Utility/Cutter	4.5 - 5.5
		Average	Cutter	4 - 4.5
		Low	Cutter	3 - 4
Light	75 - 90	High	Cutter	2 - 3
	Average	Cutter/Canner	2	
	Low	Canner	1 - 2	

ที่มา: Peel and Doye. 2008

2.7 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพซาก

2.7.1 คะแนนร่างกาย

เนื่องจากมูลค่าของซากโคขึ้นอยู่กับ น้ำหนัก และราคาต่อหน่วยกิโลกรัม และเกรดคุณภาพซาก (Quality Grade) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับคะแนนร่างกายของโค (BCS) โดยเฉพาะแม่โค (Seegers *et al.* 1998; Peel and Doye. 2008) ดังนั้นการประเมินมูลค่าของแม่โคคัดทิ้งในขณะมีชีวิตโดยการวิเคราะห์จากระดับการสะสมไขมันภายนอก (External Fatness) ด้วยคะแนนร่างกาย (BCS) นับว่าเป็นวิธีที่ดีในการใช้เป็นแนวทางให้กับเกษตรกรเพื่อประเมินมูลค่าของแม่โคทั้งในด้านปริมาณผลผลิต ผลพลอยได้ และเกรดซากทางการค้า (US. Quality Grade) ของแม่โคว่าเกษตรกรควรจะขายแม่โคในขณะที่มีคะแนนร่างกายเท่าไรเพื่อความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจสูงสุด โดยมีการจัดแบ่งระดับคะแนนร่างกายของโคเนื้อออกเป็น 9 ระดับ (1= Extremely Thin; 3=Thin; 5=Moderate; 7=Moderately Fat; 9=Extremely Fat) แสดงดังในตารางที่ 2.5 (Eversole *et al*. 2000)

ตารางที่ 2.5 แสดงลักษณะสังเกตในการให้คะแนนความสมบูรณ์ของร่างกายแม่โค

	Body Condition Scores								
Reference Point	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Physically weak	yes	no	no	no	no	no	no	no	no
Muscle atrophy	yes	yes	slight	no	no	no	no	no	no
Outline of spine visible	yes	yes	yes	slight	no	no	no	no	no
Outline of ribs visible	all	all	all	3-5	1-2	0	0	0	0
Outline of hip bones visible	yes	yes	yes	yes	yes	yes	slight	no	no
Fat in brisket and flanks	no	no	no	no	no	some	full	full	extreme
Fat udder & patchy fat around tail head	no	no	no	no	no	no	slight	yes	extreme

ที่มา: Eversole *et al*. (2000)

คะแนนร่างกายของแม่โคมีความสัมพันธ์ในทางบวกเป็นเส้นตรงกับน้ำหนักมีชีวิต หนักซากร้อน เปอร์เซ็นต์ซาก ความหนาไขมันสันหลัง พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก เกรดผลผลิตซาก (p=0.0001) (Apple *et al.* 1999b) เปอร์เซ็นต์ไขมันหุ้มไต ไขมันช่องท้องและไขมันหุ้มหัวใจ คะแนนไขมันแทรก สัดส่วนเนื้อแดงต่อกระดูก (p=0.0001) โดยคะแนนร่างกายของแม่โคมีความความสัมพันธ์ในทางลบกับสัดส่วนของปริมาณเนื้อแดงต่อปริมาณไขมัน (p=0.0001) (Apple *et al.*

1999a) ในขณะที่แม่โคทุกระดับคะแนนร่างกายมีคะแนนของสีเนื้อ (Color Score) คะแนนผิวสัมผัส (Texture Score) และคะแนนความแน่นของเนื้อ (Firmness Score) ใกล้เคียงกัน ($p>0.05$) โดยคะแนนของสี และคะแนนความแน่นของเนื้อมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อคะแนนร่างกายของแม่โคเพิ่มขึ้น ($p=0.0055$ และ $p=0.0139$ ตามลำดับ) ด้านเกรดคุณภาพซากพบว่ามีความสัมพันธ์ในทางบวกกับคะแนนร่างกายที่เพิ่มขึ้น ($p=0.0023$) ด้านเปอร์เซ็นต์ของซากแม่โคที่จัดอยู่ในเกรดคุณภาพระดับ US. Utility หรือเหนือกว่ามีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0 33.30 63.60 43.30 73.30 100.00 และ 100.00 เปอร์เซ็นต์ เมื่อแม่โคมีคะแนนร่างกาย 2 3 4 5 6 7 และ 8 ตามลำดับ (Apple *et al.* 1999a)

จากรายงานการวิจัยพบว่าแม่โคที่มีระดับการสะสมไขมัน หรือคะแนนร่างกายสูง (ระดับ 7 และ 8) มีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจสูงสุดในด้านการจำหน่ายแม่โคที่ผ่านการขุน โดย 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเกรดซากทางการค้าที่ดี (Utility หรือเกรดที่เหนือกว่า) มีมูลค่ารวม (Gross Value) และ มูลค่าสุทธิ (Net Value) สูงที่สุด จากการจำหน่ายซากและผลพลอยได้จากกระบวนการฆ่า แต่ซากจากแม่โคคะแนนร่างกายระดับ 7 และ8 มีผลผลิตเนื้อแดงต่ำที่สุดในระดับคะแนนร่างกายแม่โคทั้งหมด ($p<0.05$) โดยมีสัดส่วนของ Subprimal cut จากกล้ามเนื้อบริเวณไหล่ (Chuck) และสะโพก (Round) ต่ำกว่าชิ้นส่วนบริเวณเดียวกันในแม่โคที่มีคะแนนร่างกายระดับอื่น ($p<0.05$) (Apple *et al.* 1999a) นอกจากนี้แม่โคที่มีคะแนนร่างกายระดับ 7 และ 8 มีความหนาไขมันสันหลังสูงที่สุด (14.80 และ 27.30 มม.) โดยมีความหนาสูงกว่าความต้องการตลาดซึ่งต้องการความหนาไขมันสันหลังเพียง 6.40 มม. ทำให้ต้องตัดแต่งนำไขมันที่ปกคลุมส่วน Subprimal ออกมากที่สุด (13.24 และ18.58 เปอร์เซ็นต์) และสิ้นเปลืองต้นทุนการผลิตด้านแรงงานมากที่สุดด้วยเช่นกัน ในขณะที่ซากแม่โคจากคะแนนร่างกายต่ำ (ระดับ2 และ3) มีมูลค่าผลพลอยได้จากกระบวนการฆ่าสูงที่สุด ($p<0.05$) แต่มีมูลค่าสุทธิ และมูลค่าขณะมีชีวิตต่ำที่สุด ในระดับคะแนนร่างกายแม่โคทั้งหมด ($p<0.05$)

การจำหน่ายแม่โคคัดทิ้งที่มีคะแนนร่างกายระดับ 6 ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่คุ้มค่ากับเกษตรกร เนื่องจากแม่โคคะแนนร่างกายระดับ 6 มีเกรดซากอยู่ในระดับ US. Utility 73.30 เปอร์เซ็นต์ สิ้นเปลืองแรงงานในการตัดแต่งต่ำ เพราะมีสัดส่วนของไขมันที่ต้องตัดแต่งออกจาก Subprimal น้อยที่สุดเนื่องจากมีความหนาไขมันสันหลังระดับ 8.40 มม. ใกล้เคียงกับความต้องการของตลาด (6.40 มม.) ด้านมูลค่าผลผลิตรวม (Gross Value) ในระดับ US. utility ของแม่โคที่มีคะแนนร่างกายระดับ 6 มีมูลค่าไม่แตกต่างจากแม่โคที่มีคะแนนร่างกายระดับ 7 (563.19 และ 611.94 USD ตามลำดับ ; $p>0.05$) และมีมูลค่าขณะมีชีวิตไม่แตกต่างจากแม่โคที่มีคะแนนร่างกายระดับ 7 และ8 (91.51 90.84 และ89.58 USD/100 Kg; $p>0.05$) (Apple *et al.* 1999b) การขุนแม่โคคัดทิ้งทั่วไปที่คะแนนร่างกายต่ำกว่าระดับ 5 ให้มีคะแนนร่างกายระดับ 6 จึงให้ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจกับเกษตรกรสูง โดยมีความเสี่ยงกับการลงทุนด้านราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์ต่ำเมื่อเทียบกับการขุนแม่โคคัดทิ้งให้มีคะแนนร่างกายระดับ 7 และ 8 ที่ต้องใช้ระยะเวลาในการขุนนานกว่า ขณะที่

ราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์ซึ่งเป็นต้นทุนการผลิต 60-70 เปอร์เซ็นต์ มีการปรับตัวขึ้นลงตลอดเวลา (ดำรง และคณะ. 2551)

2.7.2 พันธุกรรม

ผลจากอัตราการเติบโตที่แตกต่างกันอันเนื่องมาจากอิทธิพลด้านพันธุกรรม แสดงออกในด้านองค์ประกอบ และคุณภาพซาก ความสามารถในการเปลี่ยนโภชนะจากอาหารไปเป็นโปรตีนเพื่อการขยายขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อที่สูงกว่า ($p<0.05$) (Bellman *et al.* 2004a) การมีจำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อที่ถูกกำหนดตั้งแต่แรกเกิดสูงกว่า ($p<0.05$) (Maltin *et al*. 2001) และการได้รับการสนับสนุนจากอิทธิพลของ Growth Hormone (Bellman *et al.* 2004a) ส่งผลให้โคเนื้อพันธุ์ชาโรเลส์ (Accretion Type) มีน้ำหนักซาก เปอร์เซ็นต์ซาก เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง เปอร์เซ็นต์กล้ามเนื้อที่มีมูลค่าสูง และพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อสันนอกสูงกว่าโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ ฟรีเชี่ยน (Secretion Type) เมื่อโคทั้ง 2 กลุ่ม มีอายุ ระยะเวลาการขุน และการจัดการระหว่างการทดลองไม่แตกต่างกัน (Forrest. 1977; Keane. 1994; Bellman *et al.* 2004a,b; Pfuhl *et al.* 2007) โคนมพันธุ์โฮลสไตน์มีแนวโน้มการสะสมไขมันร่างกาย และไขมันในช่องท้อง (Internal Fat Depot) สูง ทำให้โคพันธุ์โฮลสไตน์ มีเปอร์เซ็นต์ซาก ปริมาณไขมันรวมจากซาก ไขมันใต้ผิวหนัง ปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสันนอก และมีไขมันจากอวัยวะภายในรวมในซากสูงกว่าโคพันธุ์ชาโรเลส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Forrest. 1977; Dolezal *et al.* 1993; Bellman *et al.* 2004a,b; Jurie *et al.* 2007; Pfuhl *et al.* 2007) สอดคล้องกับ Sprinkle *et al.* (1998) ที่กล่าวว่า โคโฮลสไตน์มีความสามารถในการสังเคราะห์โภชนะจากอาหารเพื่อกักเก็บไว้รูปของไขมัน และใช้เป็นพลังงานทดแทนในระยะที่ร่างกายมีอัตราการเผาผลาญพลังงานสูง เช่น ในระยะการให้นมของแม่โค

โดยทั่วไปงานวิจัยเปรียบเทียบคุณภาพซากของโคนม และโคเนื้อจะไม่เปรียบเทียบด้านเกรดคุณภาพ และผลผลิตซาก เนื่องจากแม่โคนมที่ถูกคัดทิ้งส่วนใหญ่เป็นแม่โคที่มีอายุมาก เมื่อทำการเกรดซากแม่โคนมจะถูกจัดอยู่ในเกรดซาก 4 ลำดับ ท้ายของ USDA หรือเป็นเกรดซากของแม่โคโดยเฉพาะเนื่องจากมีข้อจำกัดด้านอายุของแม่โค แต่ในการเปรียบเทียบคุณภาพซากระหว่างแม่โคเนื้อคัดทิ้งขุน และแม่โคนมคัดทิ้งขุน พบว่าแม่โคนมคัดทิ้งมีเกรดผลผลิตซาก และมีความสดใสของสีกล้ามเนื้อสันนอกต่ำกว่าแม่โคเนื้ออย่างมีนัยสำคัญ (2.70 และ3.60; 3.80 และ 4.70 ตามลำดับ ; $p<0.05$) แต่แม่โคนมมีคะแนนการสะสมไขมันแทรก (Moderate) สูงกว่าแม่โคเนื้อ (Modest) (608 และ509; $p<0.05$) และมีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงจากซากสูงกว่าแม่โคเนื้อขุน (76.70 และ 71.40 เปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (Stelzleni *et al*. 2007)

2.7.3 ระยะเวลาในการขุน

อิทธิพลด้านระยะเวลาในการขุนไม่ได้เป็นปัจจัยที่กำหนดคุณภาพซากโดยตรง แต่ยังต้องพิจารณาร่วมกับ อายุ และน้ำหนักเข้าฆ่าของแม่โคที่เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการขุนเพิ่มขึ้น การเพิ่มระยะเวลาการขุนมีความสัมพันธ์โดยตรงกับอายุ และน้ำหนักตัวของโคเมื่อเข้าฆ่า โดยอายุ

และน้ำหนักตัวของโคที่สูงขึ้น ทำให้อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารของโคลดต่ำลง จากรายงานการวิจัยของ Kirkland *et al.* (2006) พบว่าเมื่อระยะเวลาในการขุน (0 42 62 104 152 และ 189 วัน) และน้ำหนักตัวของโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ ฟรีเชี่ยนเพิ่มมากขึ้น (300 350 400 450 500 และ 550 กก.) ประสิทธิภาพการใช้อาหารของโคมีแนวโน้มลดต่ำลงในลักษณะเป็นเส้นตรง (6.73 7.89 7.99 8.74 9.34 และ 9.74 กก.วัตถุแห้ง/ กก.น้ำหนักตัว ตามลำดับ ; $p<0.01$) ในขณะที่อัตราการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัว และอัตราการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักซาก (กก./วัน) มีค่าเพิ่มสูงขึ้นจากวันที่ 42 กับวันที่ 62 ของการขุน (1.27 กับ 1.39 และ 0.65 กับ 0.75 กก./วัน) และมีแนวโน้มลดลง ($p>0.01$) ในวันที่ 104 152 189 ของการขุน (1.36 1.31 1.33 และ 0.73 0.71 0.72 กก./วัน) เนื่องจากแม่โคคัดทิ้งซึ่งส่วนใหญ่เป็นแม่โคที่มีอายุมาก แม่โคอยู่ในระยะโตเต็มวัยหรือพ้นระยะโตเต็มวัย เป็นที่ยอมรับว่าปกติกราฟเส้นการเจริญเติบโตเป็นลักษณะของ Sigmoid Flexture กระทั่งสัตว์ถึงระยะโตเต็มวัยที่จะมีค่าสูงสุดและเป็นจุดเปลี่ยนแปลงที่การเจริญเติบโตด้านการเพิ่มจำนวนและ/หรือการขยายขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อจะมีค่าคงที่ เมื่อสัตว์ถึงวัยสมบูรณ์พันธุ์ (Puberty) (Kirkland *et al*. 2006) โดยมีสัดส่วนของกล้ามเนื้อ และกระดูกในองค์ประกอบซากลดลงเมื่อระยะเวลาในการขุนเพิ่มขึ้น จากการทดลองของ Vestergaard *et al*. (2007) พบว่าการขุนแม่โคนมที่มีอายุมากกว่า 2 ปี เป็นเวลา 0 63 และ 124 มีผลให้เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง และเปอร์เซ็นต์กระดูกของแม่โคลดลง (62.1 59.9 และ55.4 เปอร์เซ็นต์) และ (25.8 22.0 และ18.9 เปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่พื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อสันนอกยังคงเพิ่มขึ้น (49.5 55.0 และ 61.2 ตร.ซม.) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังนั้นน้ำหนักตัวหรือน้ำหนักซากที่เพิ่มขึ้นของแม่โคระหว่างการขุนส่วนใหญ่จึงเป็นการเพิ่มขึ้นของปริมาณไขมันในองค์ประกอบซากโดยเฉลี่ย 41-63 เปอร์เซ็นต์ของการเพิ่มน้ำหนักตัว (Jesse *et al*. 1976; Swingle *et al*. 1979) ดังแสดงได้จากปริมาณไขมันจากซากที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้งในด้านคะแนนร่างกาย (2.7 3.6 และ4.2) ปริมาณไขมันรวมจากไขมันหุ้มไต หัวใจ และช่องท้อง (5.3 8.3 และ14.5 กก.) เปอร์เซ็นต์ไขมันที่ตัดแต่งออกจากซาก (4.2 5.7 และ6.9 เปอร์เซ็นต์) ความหนาไขมันใต้ผิวหนัง (3.7 5.3 และ9.8 มม.) เปอร์เซ็นต์ไขมันแทรก (2.6 3.7 และ5.5 เปอร์เซ็นต์) และเปอร์เซ็นต์ไขมันรวมจากซาก (12.1 18.1 และ 25.6 เปอร์เซ็นต์)

จากวัฒนธรรมการบริโภคเนื้อโคของคนอเมริกันที่นิยมบริโภคเนื้อโคที่มีไขมันสีขาวและหลีกเลี่ยงการบริโภคไขมันที่มีสีเหลือง ทำให้การเกรดคุณภาพซากของ USDA ได้กำหนดลักษณะสีของไขมันในการตัดสินคุณภาพซาก (Dunne *et al*. 2004) การเพิ่มระยะเวลาในการขุนของแม่โคคัดทิ้งสามารถปรับปรุงสีของไขมันในซากแม่โคนมให้มีสีขาวเพิ่มขึ้นได้ (Schnell *et al*. 1997) จากการทดลองของ Stelzleni *et al*. (2008) พบว่าการขุนแม่โคคัดทิ้งเป็นเวลา 0 42 และ 84 วัน ทำให้สีเหลืองของไขมันมีค่าลดลง (27.92 24.64 และ22.7 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) นอกจากนี้การขุนแม่โคคัดทิ้งเป็นระยะเวลา 84 วัน ส่งผลให้เนื้อโคมีความแน่นเพิ่มขึ้น

(2.4) สูงกว่าเนื้อจากแม่โคที่ไม่ผ่านการขุน (3.8) ($p<0.05$) โดยระยะเวลาในการขุนแม่โคไม่มีผลต่อคะแนนผิวสัมผัสของเนื้อแม่โค ($p>0.05$) ด้านค่าความสว่าง (L*) ของกล้ามเนื้อสันนอกพบว่าเมื่อขุนแม่โคเป็นระยะเวลา 60 วัน ทำให้สีของเนื้อมีความสว่างสูงกว่าเนื้อแม่โคนมที่ไม่ผ่านการขุน (33.9 และ 32.6) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (Vestergaard *et al*. 2007)

เหตุผลในการคัดทิ้งแม่โคที่ต่างกันส่งผลให้อายุ น้ำหนักตัว สมรรถภาพการผลิตและลักษณะซากของแม่โคคัดทิ้งมีความแปรปรวนสูง อย่างไรก็ตามพบว่าแม่โคที่ผ่านการขุนสามารถเพิ่มเกรดคุณภาพซากได้ จากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก ปริมาณไขมันแทรก สีขาวของเนื้อเยื่อไขมัน ความสว่างของเนื้อแดงจากการเพิ่มระยะเวลาในการขุนแม่โคคัดทิ้งด้วยอาหารข้น รายงานการวิจัยของ Pritchard and Burg (1993) พบว่าการขุนแม่โคคัดทิ้งเป็นระยะเวลา 60-100 วัน ด้วยอาหารข้นพลังงานสูงสามารถยกระดับเกรดคุณภาพซากแม่โคคัดทิ้งได้ 1-2 เกรด (Cutter to Utility or Commercial) ในขณะที่เกรดผลผลิตซาก (Yield Grade) มีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาในการขุนนานขึ้น เนื่องจากปริมาณไขมันในองค์ประกอบซากที่เพิ่มขึ้น (Matulis *et al*. 1987) ซึ่งอาจทำให้แม่โคมีมูลค่าต่ำลงได้ ดังนั้นจึงควรขุนแม่โคด้วยอาหารที่มีความหนาแน่นทางพลังงานสูง และควรเริ่มขุนแม่โคเมื่อแม่โคมีคะแนนร่างกายระดับ 5 (Wright *et al*. 1995) โดยสิ้นสุดการขุนเมื่อแม่โคมีคะแนนร่างกายระดับ 6 (Apple *et al*. 1999) ซึ่งจะทำให้ระยะเวลาในการขุนสั้นลง ส่งผลดีต่อสมรรถภาพการผลิตทั้งด้านอัตราการเพิ่มน้ำหนักตัว ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ปริมาณผลผลิต และคุณภาพซาก (Swingle *et al*. 1979) นอกจากนั้นแล้วยังเป็นการเพิ่มผลตอบแทนทางเศรษฐกิจให้แก่เกษตรกรอีกด้วย

2.7.4 อายุ

ความแตกต่างด้านอายุของแม่โคภายหลังการคัดทิ้งด้วยสาเหตุที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพ และองค์ประกอบของซากโดยรวม Sawyer *et al*. (2004) พบความแตกต่างด้านสมรรถภาพการผลิตที่มีผลต่อคุณภาพซากแม่โคคัดทิ้ง จากการจำแนกแม่โคคัดทิ้งออกเป็นกลุ่มตามอายุของแม่โค Young (อายุ 3-4 ปี) LowMid (5-6 ปี) HighMid (7-8 ปี) และAged (อายุ 9 ปีหรือมากกว่า) โดยทำการขุนแม่โคด้วยอาหารข้นเป็นระยะเวลา 56 วันเท่ากันพบว่า แม่โคมีปริมาณการกินได้ และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารลดลงเป็นเส้นตรงเมื่ออายุของแม่โคเพิ่มขึ้น (12.08 11.84 10.74 10.07 กก./วัน และ 0.162 0.144 0.123 0.099 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) ส่งผลให้แม่โคมีอัตราการเจริญเติบโตลดต่ำลงเมื่ออายุของแม่โคเพิ่มขึ้น (1.95 1.69 1.32 และ 0.99 กก./วัน ตามลำดับ ; $p<0.01$) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแม่โคนมคัดทิ้งพันธุ์โฮลสไตน์ (Pritchard and Burg. 1993)

อายุที่มากขึ้นของแม่โคทำให้น้ำหนักซากร้อนของแม่โคลดต่ำลง (329.8 328.4 311.7 และ287.9) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) เช่นเดียวกับความหนาไขมันสันหลัง (1.25 1.00 0.78 และ0.69; $p<0.01$) และมีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ซากที่ลดลงเมื่ออายุของแม่โคเพิ่มขึ้น

(p>0.03) ในขณะที่อายุเมื่อเริ่มเข้าขุนไม่มีอิทธิพลต่อพื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก (p=0.62) และเปอร์เซ็นต์ไขมันหุ้มไต ไขมันช่องท้อง และไขมันหัวใจในซาก (p=0.41)

จากปัจจัยดังกล่าวส่งผลให้การประเมินเกรดผลผลิตซาก (Yield Grade) มีค่าลดลงเมื่ออายุแม่โคที่เข้าขุนเพิ่มขึ้น (3.23 2.68 2.52 และ 2.37; p=0.02) คะแนนระดับไขมันแทรกมีค่าสูงสุดในแม่โคคัดทิ้งกลุ่มอายุ HighMid (3.65) ซึ่งมีค่าสูงกว่าโคในกลุ่ม Young (3.18) LowMid (3.47) และ Aged (3.04) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.13) ด้านการประเมินระดับการพัฒนาอย่างเต็มวัยของเนื้อแดงพบว่า ระดับการพัฒนาอย่างเต็มวัยของเนื้อแดงมีค่าสูงขึ้นเมื่ออายุของแม่โคที่เข้าขุนสูงขึ้น (2.17 2.20 2.36 และ2.57; p=0.06) ด้านคะแนนสีของเนื้อพบว่าสีเนื้อของแม่โคคล้ำขึ้นเมื่ออายุของแม่โคเพิ่มขึ้น (4.72 4.61 4.89 และ5.44; p = 0.11) โดยแม่โคกลุ่มอายุ Aged มีค่าสีเหลืองของเนื้อเยื่อไขมันสูงที่สุด (5.33) (p=0.02) ในขณะที่รายงานการวิจัยของ Jones (1983) พบว่าแม่โคอายุน้อย (ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 5 ปี) และแม่โคอายุมาก (อายุมากกว่า 5 ปี) ที่ผ่านการขุนเป็นระยะเวลา 68 วันเท่ากันพบว่า แม่โคทั้ง 2 กลุ่มมีน้ำหนักซาก ความหนาไขมันสันหลัง คะแนนไขมันแทรก ปริมาณกระดูก กล้ามเนื้อ ไขมัน รวมถึงปริมาณไขมันใต้ผิวหนัง ไขมันระหว่างกล้ามเนื้อ และไขมันช่องท้องไม่แตกต่างกันทางสถิติ(p>0.05) อาจสรุปเพื่อเป็นแนวทางได้ว่า การขุนแม่โคคัดทิ้งอายุน้อย (ต่ำกว่า 5 ปี) จะมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจมากกว่า เนื่องจากแม่โคอายุมากมีต้นทุนเมื่อเริ่มต้นขุน (มูลค่าขณะมีชีวิต) สูงกว่าแม่โคอายุน้อย จากน้ำหนักตัวที่ต่ำกว่าในช่วงเริ่มขุน อีกทั้งมีการตอบสนองต่ออาหารด้านประสิทธิภาพการเจริญเติบโต การเปลี่ยนอาหารที่สูงกว่า (Sawyer *et al*. 2004; Vestergaard *et al*. 2007; Minchin *et al*. 2009) ในขณะที่การขยายขนาดของเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อและไขมัน รวมถึงองค์ประกอบซาก ปริมาณเนื้อแดงรวม น้ำหนักเนื้อแดงที่ได้จากการตัดแต่งไขมัน และกระดูกจากซากแม่โคทั้ง 2 กลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อใช้ระยะเวลาในการขุน 68 วันเท่ากัน (Jones. 1983) แม้ว่าแม่โคอายุมากจะมีต้นทุนการผลิตด้านอาหารต่ำกว่าเนื่องจากมีปริมาณการกินได้น้อยกว่าก็ตาม ซึ่งต้นทุนด้านอาหารในการขุนโคนมคัดทิ้งมีสัดส่วนเพียง 25 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ต้นทุนหลักคือ มูลค่าการมีชีวิตของแม่โคเมื่อเริ่มขุน (Sawyer *et al*. 2004) นอกจากนั้นแล้วแม่โคนมที่อายุมากจะถูกตัดคะแนนเมื่อเกรดคุณภาพซากอันเนื่องมาจากความสมบูรณ์วัยด้านความสมบูรณ์ของกระดูก สีของเนื้อแดง และสีของไขมันส่งผลให้แม่โคกลุ่มดังกล่าวมีระดับเกรดคุณภาพซากอยู่ในเกณฑ์ต่ำ (Commercial Utility Canner และ Cutter) (Wright *et al*. 1995) ถึงแม้แม่โคจะมีคะแนนไขมันแทรกอยู่ในระดับสูงก็ตาม

2.7.5 อาหาร

รายงานการวิจัยส่วนใหญ่พบว่าอิทธิพลของระดับการเสริมอาหารข้นหรือการเพิ่มพลังงานในสูตรอาหารมีผลต่อความแตกต่างด้านองค์ประกอบซากของแม่โคนมคัดทิ้ง จากรายงานการวิจัยของ Keane and Drennan. (2009) ที่ศึกษาลักษณะซากของโคพันธุ์โฮสไตน์ฟรีเชี่ยน ที่ได้รับอิทธิพลจากการเสริมอาหารข้นที่ต่างกัน 2 ระดับ คือ 1.25 กก. (L) และ 5.0 กก./วัน (H) เป็น

ระยะเวลา 113 วัน เท่ากัน พบว่าโคกลุ่ม L มีน้ำหนักซาก (319 กก) ต่ำกว่าโคกลุ่ม H (334 กก.) ($p<0.01$) และมีสัดส่วนไขมันช่องท้องจากซาก (26.3 กรัม/ กก.น้ำหนักซาก) ต่ำกว่ากลุ่ม H (29.3 กรัม/ กก.น้ำหนักซาก) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับการทดลองของ Stelzleni *et al*. (2007) การเสริมอาหารในระดับพลังงานที่สูงกว่าระดับพลังงานที่เพียงพอต่อการดำรงชีพของแม่โคนมคัดทิ้ง ส่งผลให้แม่โคที่ได้รับระดับพลังงานสูงมีน้ำหนักซาก พื้นที่หน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก คะแนนไขมันแทรก ปริมาณไขมันรวมจากซากสูงกว่าแม่โคนมที่ได้รับระดับพลังงานเพียงเพื่อการดำรงชีพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และได้สีของไขมันในซากที่มีความขาวมากกว่า ($p<0.05$) ตรงข้ามกับปริมาณเนื้อแดงจากซากที่พบว่าแม่โคที่ได้รับการเสริมระดับพลังงานที่สูงกว่าระดับพลังงานที่เพียงพอต่อการดำรงชีพมีค่าต่ำกว่าแม่โคที่ได้รับระดับพลังงานเพียงเพื่อการดำรงชีพ (76.7 และ 80.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ; $p<0.05$) ในขณะที่แม่โคนมทั้ง 2 กลุ่ม มี เกรดผลผลิตซาก ระดับการพัฒนาอย่างเต็มวัย ของกระดูก ระดับการพัฒนาอย่างเต็มวัยของเนื้อแดง สีของเนื้อแดง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)