# บทที่ 2

# ตรวจเอกสาร

**การผลิตเนื้อลูกโคนมขุน** (veal calf)

ลูกโคนมขุนหรือลูกโควัยอ่อนเป็นลูกโคนมที่ขุนด้วยนมผงและเสริมอาหารข้นเพียงเล็กน้อย อายุ 3 – 4 เดือน น้ำหนัก 100 – 140 ก.ก. โดยไม่ให้โคมีโอกาสได้กินหญ้าเลย โดยคัดเลือกลูกโคที่มีสุขภาพสมบูรณ์ หลังจากกินนมน้ำเหลืองได้ 3 วัน แล้วจึงนำมาขุนด้วยนม (เกษตรและพิเชษฐ์, 2531) ซึ่งมีระบบการเลี้ยงลูกโคอยู่ 4 ระบบใหญ่ ๆ คือ

1. เลี้ยงด้วยนมสด (whole milk)

การเลี้ยงลูกโคด้วยวิธีนี้ต้องลงทุนค่านมสดสูง แต่ลูกโคมีการเจริญเติบโตดีจะต้องให้น้ำนมในอัตรา 8 – 10% ต่อน้ำหนักตัว การเลี้ยงลูกโคโดยใช้น้ำนมสดล้วน จะสามารถหย่านมได้เร็ว คือ สามารถหย่านมได้เมื่ออายุ 5 – 8 สัปดาห์ โดยต้องไม่ใช้น้ำนมจากเต้านมอักเสบให้ลูกโคกิน

2. เลี้ยงด้วยอาหารแทนนม (milk replacer)

อาหารแทนนม คืออาหารที่ถูกผสมขึ้นเพื่อใช้เลี้ยงลูกโคแทนนมสดเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกับนมสดมาก มีเนื้อนม (total solid) 70 – 80% มีไขมันประมาณ 10 – 20% อาหารแทนนมที่มีไขมันสูงจะช่วยลดโอกาสในการเกิดท้องร่วงและพลังงานในไขมันจะช่วยให้ลูกโคนมเจริญเติบโตดีอีกด้วย โดยทั่วไปจะมีการเติมวิตามินเอและดีลงไปในอาหารแทนนม วัตถุดิบที่ใช้สำหรับผสมอาหารแทนนม เช่น หางนมผง แป้งข้าวโอ๊ต แป้งถั่วเหลือง ปลาป่นอย่างดี ฯลฯ

3. เลี้ยงลูกโคโดยใช้นมสดอย่างจำกัดร่วมกับการให้อาหารลูกโคอ่อน

การเลี้ยงวิธีนี้ผู้เลี้ยงจะต้องให้นมสดแก่ลูกโคเป็นเวลา 28 – 35 วัน เมื่อลูกโคมีอายุได้ 7 วัน ก็เริ่มให้อาหารลูกโคอ่อน (calf starter) เพื่อให้ลูกโคหัดกิน เมื่อลูกโคกินอาหารลูกโคอ่อนได้มากขึ้นให้ค่อย ๆ ลดจำนวนนมสดลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งหยุดให้นมสดเมื่อลูกโคกินอาหารลูกโคอ่อนได้ประมาณ 0.45 ก.ก. และเมื่อลูกโคมีอายุ 4 เดือน ควรกินอาหารลูกโคอ่อนได้ไม่ต่ำกว่าวันละ 1.80 ก.ก. จากนั้นก็หยุดให้อาหารลูกโคอ่อนโดยให้ลูกโคกินอย่างอิสระ

อาหารลูกโคอ่อน (calf starter) เป็นอาหารผสมที่มีคุณค่าทางอาหารสูงประกอบด้วยโภชนะต่าง ๆ อย่างเพียงพอ ควรมีโปรตีนประมาณ 16 – 20% เยื่อใย 6 – 8% และมีโภชนะย่อยได้รวม (total digestible nutrient; TDN) ไม่ต่ำกว่า 72% มีไวตามินเอ ไวตามินดี และสารปฏิชีวนะประกอบอย่างเพียงพอ อาหารลูกโคอ่อนต้องเป็นอาหารที่ย่อยได้ง่ายและน่ากิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. การเลี้ยงลูกโคด้วยโคแม่เลี้ยง (nurse cows)

เป็นวิธีการเลี้ยงลูกโคที่ง่ายและเหมาะสำหรับฟาร์มขนาดใหญ่ที่มีแม่โค ซึ่งมีปัญหาทางด้านการให้นมจนไม่สามารถให้นมได้เต็มที่ เช่น ให้นมน้อย เต้านมเสียบางเต้า อายุมาก โคเหล่านี้หากไม่จำหน่ายก็สามารถใช้เป็นโคแม่เลี้ยง (foster mother) ได้ดี หากยังสามารถให้นมได้ การเลี้ยงลูกโคโดยวิธีนี้จะต้องการแรงงานและการดูแลรักษาน้อย ก่อนนำลูกโคมาเลี้ยงกับโคแม่เลี้ยงต้องให้ลูกโคได้รับนมน้ำเหลืองอย่างเต็มที่เสียก่อน (ตรีพล และคณะ, 2527)

**การใช้โปรตีนจากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนในอาหารแทนนม**

ถั่วเหลือง เป็นพืชตระกูลถั่ว ประกอบด้วยเปลือก 8% ใบอ่อน 2% ใบเลี้ยง 90% ประมาณ 2 ใน 3 ของใบเลี้ยง ประกอบด้วยน้ำมัน โปรตีน และแป้งเล็กน้อย มีน้ำมันอยู่ในองค์ประกอบเล็ก ๆ ที่เรียกว่า spherosome และโปรตีนจะอยู่รอบ ๆ spherosome มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 – 20 ไมครอน เรียกว่า aleurone grain (สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, 2527)

โปรตีนที่สกัดได้จากถั่วเหลืองแบ่งได้เป็น 3 ประเภท

1. แป้งถั่วเหลืองและโปรตีนที่เป็นเกล็ด (grit and flour)
2. โปรตีนเข้มข้น (protein concentrate)
3. โปรตีนสกัด (protein isolate)

แป้งถั่วเหลืองโดยทั่ว ๆ ไป แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

- แป้งถั่วเหลืองที่มีไขมันเต็ม (full fat soy flour)

ประกอบด้วย ไขมันธรรมชาติจากถั่วเหลือง ซึ่งมีประมาณ 20% และมีโปรตีนประมาณ 40 – 45%

- แป้งถั่วเหลืองที่มีไขมันต่ำ (low fat soy flour)

เป็นผลิตภัณฑ์เช่นเดียวกับแป้งถั่วเหลืองที่มีไขมันเต็ม ต่างกันที่ไขมันถูกแยกออกไป ซึ่งบางชนิดจะมีปริมาณไขมันเพียง 1% หรือบางชนิดมีไขมัน 5 – 7% แต่ปริมาณโปรตีนจะสูงกว่า คือ มีโปรตีนอยู่ในระหว่าง 47 – 54% และเป็นโปรตีนที่ย่อยได้ง่าย (พันทิพา, 2539)

ปัจจุบันอาหารแทนนม (milk replacer) เช่น หางนมผง (skim milk) หรือหางเนย (whey) มีราคาค่อนข้างสูง แต่แป้งถั่วเหลืองเป็นโปรตีนจากพืชที่มีโปรตีนสูง คุณภาพดีและค่อนข้างถูก ดังนั้นจึงได้มีการนำโปรตีนจากถั่วเหลืองมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารแทนนม เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิตลูกโค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การใช้โปรตีนจากถั่วเหลืองเป็นโปรตีนทดแทนในนมเทียมสำหรับลูกโคนั้น พบว่าลูกโคมีการย่อยได้ต่ำกว่าลูกโคที่ได้รับนมสดหรือนมเทียมที่มีโปรตีนจากนม แต่ก็จะมีการย่อยได้สูงขึ้นเมื่อลูกโคมีอายุมากขึ้น และในแป้งถั่วเหลืองยังมี trypsin inhibitor ซึ่งมีผลให้ลูกโคมีการแพ้ทำให้ villi ของลำไส้ผิดปกติ (Dowson *et al.*, 1988 ) โดย villi จะมีลักษณะสั้นทู่ คดม้วน ทำให้ลดพื้นที่ในการดูดซึม เมื่อเปรียบเทียบกับ villi ปกติที่มีลักษณะกลมยาวและจะเรียวขึ้นเมื่อลูกโคได้รับนมสด (Seegraber and Morill, 1982)

Akinyele and Harshbarger (1983) ศึกษาเปรียบเทียบการย่อยได้ของนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากหางนม (skim milk) เปรียบเทียบกับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลืองได้แก่ โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น (soy protein concentrate) และ ถั่วเหลืองไขมันเต็ม (full fat soy flour) พบว่านมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากหางนม (skim milk) มีการย่อยได้ดีที่สุด โดยมีการย่อยได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน และไขมันเท่ากับ 92.0, 90.1 และ 88.9% ตามลำดับ และการย่อยได้ของโปรตีนที่ได้ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Terosky *et al.* (1997) พบว่า dry skim milk มีการย่อยได้ของโปรตีนเท่ากับ 85.54% และ whey protein concentrate เท่ากับ 87.93% รองลงมาคือ ถั่วเหลืองไขมันเต็ม (full fat soy flour) มีการย่อยได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน และไขมันเท่ากับ 71.0, 61.3 และ 53.2% ตามลำดับ และโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น (soy protein concentrate) มีการย่อยได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน และไขมันเท่ากับ 70.0, 56.6 และ 55.0% ตามลำดับ และ Seegraber and Morril (1979) รายงานว่านมสดมีการย่อยและดูดซึมได้สูงกว่าโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นและแป้งถั่วเหลือง โดยศึกษาประเมินค่าการดูดซึมได้ที่ลำไส้เล็กจากการใช้ xylose absorption test พบว่านมสด โปรตีนถั่วเหลืองและแป้งถั่วเหลืองมีค่าการดูดซึมได้เท่ากับ 12.4, 4.2 และ 4.2 ตามลำดับ นอกจากชนิดของนมที่มีผลต่อการย่อยได้ของลูกโคพบว่าน้ำหนักแรกคลอดของลูกโค ฤดูกาล กระบวนการผลิตที่แตกต่างกันหรืออายุที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการย่อยได้ของลูกโคด้วยเช่นกัน

สอดคล้องกับ Lalles *et al.* (1995) รายงานว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากหางนม (skim milk) มีการย่อยได้ของโปรตีน และไขมันสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับ hydrolyzed soy protein isolate และ heated soy flour และพบว่า hydrolyzed soy protein isolate มีแนวโน้มการย่อยได้ทั้งโปรตีนและไขมันสูงกว่า heated soy flour เช่นเดียวกับ Campos and Huber (1983) รายงานว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากนมจะมีน้ำหนักเพิ่มสูงกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น 20% มีการย่อยได้ของวัตถุแห้งและโปรตีนสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ และ N - retention สูงกว่า 10% แต่การกินได้ของวัตถุแห้งและโปรตีนไม่แตกต่างกัน ($P>0.10$) และพบว่าน้ำหนักเพิ่ม ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และ N - retention ของลูกโคทั้ง 2 กลุ่มจะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เพิ่มขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้นและอาการท้องร่วงในลูกโคที่ได้รับโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้น

Kanjanapruthipong (1998) เปรียบเทียบการย่อยได้ของวัตถุแห้ง ไนโตรเจนและกรดอะมิโนของลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากหางนม (skim milk) และนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบ (43%) พบว่านมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากหางนม มีการย่อยได้ปรากฏของวัตถุแห้ง ไนโตรเจน และกรดอะมิโนสูงกว่านมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) และนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบ เมื่อมีการเสริมด้วยกรดอะมิโนไลซีนและเมทไทโอนีนจะมีการย่อยได้ของกรดอะมิโนไลซีน เมทไทโอนีน และทรีโอนีนสูงกว่านมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบที่ไม่ได้เสริมไลซีนและเมทไทโอนีน เช่นเดียวกับ Khorasani *et al.* (1998) รายงานว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากหางนม การย่อยได้ของวัตถุแห้ง โปรตีนและกรดอะมิโนสูงกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มี isolate soy protein 50 และ 100% และพบว่านมเทียมที่มี isolate soy protein จะมีอัตราการไหลผ่านที่ลำไส้เล็กส่วน ileal สูงกว่านมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากหางนม ทำให้มีการดูดซึมได้ต่ำกว่า และ isolate soy protein มีกรดอะมิโนจำพวกซัลเฟอร์อะมิโนแอซิด (S - amino acid) ต่ำ ทำให้มี N - retention ต่ำ ดังนั้นจึงควรเสริมกรดอะมิโนจำพวกซัลเฟอร์อะมิโนแอซิด เช่น เมทไทโอนีน เพื่อปรับปรุงการนำไปใช้ประโยชน์ได้ต่อไป สอดคล้องกับ Bush *et al.* (1992) รายงานว่า ลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากแป้งดิบมีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ ไนโตรเจน ไขมัน และแร่ธาตุที่ลำไส้เล็กบริเวณ ileal ต่ำกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากหางนม ($P<0.01$) แต่เมื่อวัดค่าการย่อยได้จากการเก็บมูลมาวิเคราะห์ พบว่าลูกโคทั้ง 2 กลุ่มการทดลองมีค่าการย่อยได้มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

สอดคล้องกับ Silva and Huber (1986) รายงานว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากโปรตีนนมมีการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (organic matter) วัตถุแห้ง (dry matter) โปรตีนโดยรวม (crude protein) และไขมัน (nitrogen free extract) สูงกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจาก modified soybean protein และ heated soybean flour อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยเฉพาะการย่อยได้ของโปรตีน พบว่านมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากโปรตีนนมมีค่าสูงกว่า modified soybean protein และ heated soybean flour 13 และ 22% ตามลำดับ และ N - retention มีแนวโน้มสูงกว่า ซึ่ง Erickson *et al.* (1989) รายงานว่าการใช้โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นที่ผ่านการ treated ด้วยกรดเปรียบเทียบกับที่ไม่ผ่านการ treated ด้วยกรดเป็นนมเทียมในการเลี้ยงลูกโค โดยลูกโคจะได้รับนมเทียม 10% ของน้ำหนักตัวต่อวัน พบว่าลูกโคทั้ง 2 กลุ่มมีการกินได้ของวัตถุแห้ง ไขมันและไนโตรเจนรวมทั้งการย่อยได้ของวัตถุแห้ง ไขมันและไนโตรเจนใกล้เคียงกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แต่ลูกโคในกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นที่ผ่านการ treated ด้วยกรดเกลือ (HCl) มีปริมาณ N - retention และประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่าลูกโคในกลุ่มที่ได้รับนมเทียมใช้โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นที่ไม่ผ่านการ treated เนื่องจากกรดสามารถลดการทำงานของ trypsin inhibitor ได้

นอกจากนั้นยังพบว่าการใช้แป้งถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนในนมสำหรับลูกโค ทำให้มีสมรรถภาพการผลิตต่ำ เนื่องจากแป้งถั่วเหลืองมีการย่อยได้ต่ำกว่า casein ซึ่งเป็นโปรตีนในนม โดยโปรตีนถั่วเหลืองเป็นโปรตีนที่ไม่มี nonphosphorylate protein (ไม่มี phosphopeptides) หรือมีปริมาณต่ำและจากการที่มีปริมาณของฟอสเฟตสูงนี้ ฟอสเฟตจะไปจับกับแคลเซียมที่ลำไส้เล็กทำให้แคลเซียมเกิดเป็น insoluble Ca- phosphate ที่ละลายไม่ได้ ดังนั้นปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ใช้ได้ลดลงและตะกอนของ Ca- phosphate จะจับกับ glycine - conjugated dihydroxy bile acid ทำให้กรดน้ำดีใช้ประโยชน์ได้ลดลง ซึ่งกรดน้ำดีจะมีการดูดซึมกลับได้ลดลง มีการขับออกในมูลสูง และลดคุณสมบัติในการรวมตัวกันเป็น micelles ซึ่งเป็นสาเหตุให้การดูดซึมไขมันและคอลเลสเตอรอลลดลง (ดังแผนภาพที่ 1)

Xu *et al.* (1997) รายงานว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนถั่วเหลืองจะมีการย่อยได้ปรากฏของวัตถุแห้ง ไขมันทั้งหมด ฟอสฟอรัส และแคลเซียมต่ำกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากนมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) และพบว่าปริมาณกรดน้ำดีในมูลของลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนถั่วเหลืองสูงกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากนมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.001$) นอกจากนั้นการย่อยและดูดซึมได้ของไขมันยังขึ้นอยู่กับลักษณะความยาวของโซ่ (chain) ของไขมัน เช่น ไขมันที่มีความยาวของโซ่ไขมันเป็นแบบ medium และ short chain free fatty acid จะดูดซึมได้โดยไม่ต้องอาศัยกรดน้ำดี ส่วนไขมันที่เป็น long chain free fatty acid จะมีการย่อยและดูดซึมยากกว่า โดยจากการทดลองของ Xu *et al.* (1999) เช่นเดียวกันได้ศึกษาการย่อยและดูดซึมนมเทียมที่มีแหล่งไขมันแตกต่างกัน คือ นมเทียมที่มีไขมันจากสัตว์ (tallow) ซึ่งเป็นไขมันที่มีไขมันประเภท saturated medium chain อยู่สูง เปรียบเทียบกับนมเทียมที่มีไขมันจากมะพร้าว ซึ่งมีไขมันประเภท saturated long chain พบว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีไขมันจากมะพร้าวมีการย่อยและดูดซึมได้ดีกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีไขมันจากสัตว์ (tallow)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

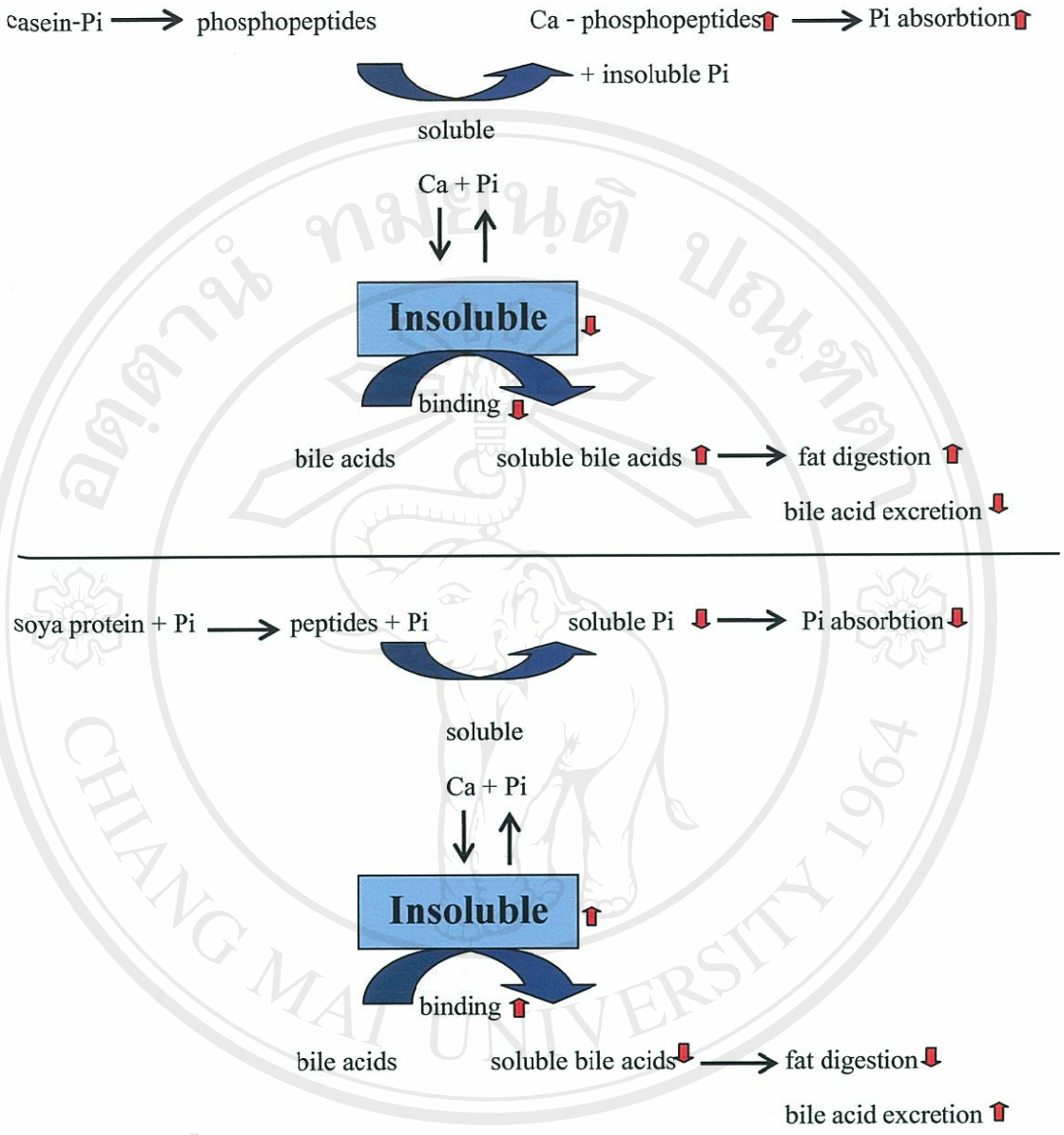


**Figure 1.** Proposed interaction between the feeding of *iso* - phosphoric diets containing either casein or soya protein and the calcium phosphate sediment in the lumen of small intestine. The increases and decreases, as indicated by vertical arrow, highlight the difference between the two feeding conditions. (Xu *et al.*, 1997)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**สมรรถภาพการผลิตลูกโค** (production performance)

**ผลของอาหารที่มีอิทธิพลต่อสมรรถภาพการผลิต**

สัญชัย (2544) ได้ศึกษาสมรรถภาพการผลิตลูกโคที่เลี้ยงด้วยน้ำนมสด อาหารแทนนม และอาหารแทนนมที่ทดแทนโปรตีนด้วยแป้งถั่วเหลือง พบว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยนมสด (กลุ่มควบคุม) มีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารดีที่สุด รองลงมาคือ กลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารแทนนมและกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารแทนนมที่ทดแทนโปรตีนด้วยแป้งถั่วเหลือง 5 และ 10% ตามลำดับ สอดคล้องกับไพโรจน์ (2544) รายงานว่าสมรรถภาพการผลิตลูกโคที่เลี้ยงด้วยนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากหางนม เปรียบเทียบกับลูกโคที่เลี้ยงด้วยนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง 50% พบว่าลูกโคในกลุ่มที่เลี้ยงด้วยนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากหางนมมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมดีกว่าลูกโคที่เลี้ยงด้วยนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง 50% อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) นอกจากนั้นลูกโคที่เลี้ยงด้วยนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลืองที่มีการเสริมกรดอะมิโน ได้แก่ ไลซีนและเมทไทโอนีน 0.05% พบว่าอัตราการเจริญเติบโตต่อวันและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม มีแนวโน้มดีกว่าลูกโคในกลุ่มที่ไม่มีการเสริมกรดอะมิโน

Lalles *et al.* (1995) ศึกษาการเจริญเติบโตของลูกโคที่มีแหล่งโปรตีนในนมคือ หางนม เปรียบเทียบกับนมเทียมที่มีการใช้หางเนย (whey) กับ hydrolyzed soy protein isolate (HSPI) และหางเนยกับ soy flour heated (HSF) พบว่าหลังจาก 91 วันที่ทดลอง ลูกโคที่ได้รับ HSF มีน้ำหนักต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อพิจารณาน้ำหนักเพิ่ม ลูกโคที่ได้รับ HSF มีน้ำหนักเพิ่มต่ำกว่ากลุ่มควบคุม 18% ($P<0.01$) แต่ลูกโคที่ได้รับ HSPI มีน้ำหนักเพิ่มไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับ Xu *et al.* (1997) รายงานว่าลูกโคที่ได้รับหางนมจะมีอัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวสูงกว่าลูกโคที่ได้รับ soybean protein (SBP) 1.0-6.0 kg และพบว่าประสิทธิภาพการใช้อาหารของลูกโคที่ได้รับ HSF ต่ำกว่าลูกโคในกลุ่มควบคุมและ HSPI น้ำหนักซากนั้นพบว่ากลุ่มควบคุมและ HSPI มีน้ำหนักซากไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) แต่ HSF ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) และในการให้คะแนนซากใกล้เคียงกันโดยพบว่า HSPI และ HSF จะต่ำกว่าเล็กน้อย และเนื้อที่ได้มีสีแดงกว่ากลุ่มควบคุม

ส่วนในด้านของอัตราการเจริญเติบโตของลูกโคนั้น Khorasani *et al.* (1989) รายงานว่าการทดแทนโปรตีนในนมเทียมด้วยแป้งถั่วเหลือง (soyflour, SF) 40 และ 60% และ meat solubles (MS) ที่ 40 และ 60% พบว่าลูกโคที่ได้รับ MS – 100 มีอัตราการเจริญเติบโต (ADG) สูงสุด ($P< 0.05$) แต่เมื่อเทียบกับการใช้ SF – 40 และ SF – 60 ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) เช่นเดียวกับแนวโน้มของประสิทธิภาพในการใช้โปรตีน ดังตารางที่ 1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**Table 1** Average daily feed intake (ADFI), average daily gain (ADG)[+] and protein efficiency ratio (PER) of calves fed different milk replacers. (Khorasani *et al.*, 1989)

| Item | SM - 100 | Milk replacer[++] | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | SF - 40 | MS - 40 | SF - 60 | MS - 60 | SEM |
| ADFI ($g\ d^{-1}$) | 1181.6 | 1204.6 | 1173.2 | 1170.9 | 1171.6 | 43.46 |
| ADG ($g\ d^{-1}$) | $857.2^{b}$ | $747.8^{bc}$ | $629.4^{cd}$ | $711.1^{bcd}$ | $559.7^{d}$ | 54.16 |
| PER | $2.9^{4b}$ | $2.43^{bc}$ | $2.15^{cd}$ | $2.25^{cd}$ | $1.82^{d}$ | 0.18 |

[+]Average daily gain of calves weighed before morning feeding on days 3 and 15.

[++]Skim milk powder (SM - 100) 40 % of skim milk protein was replaced by protein from soy flour (SF - 40) or from meat – solubles (MS - 40), 60 % of skim milk protein was replaced by protein from soy flour (SF-60) or from meat solubles (MS - 60).

SEM = Standard error of the mean.

[b-d] Means in the same row with different letters differ (P<0.05).

นอกจากนั้น Kanjanapruthipong (1998) ได้ทำการศึกษาการใช้หางนมเปรียบเทียบกับการใช้ soy protein ที่มีการเสริมด้วยกรดอะมิโน (lysine, methionine) และไม่เสริมกรดอะมิโน พบว่าลูกโคที่ได้รับหางนมมีอัตราการเจริญเติบโต (ADG) และมี N - retention สูงกว่าลูกโคที่ได้รับ soy protein อย่างมีนัยสำคัญ (P< 0.05) หางนมมีอัตราการไหลผ่านที่ ileum ต่ำกว่า soy protein อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) ส่วนในด้านการย่อยได้ของวัตถุแห้งและไนโตรเจนที่ ileum พบว่าหางนมสูงกว่า soy protein อย่างมีนัยสำคัญ (P< 0.05) (ดังตารางที่ 2) ซึ่งสอดคล้องกับ Lammers *et al.* (1998) ศึกษาเปรียบเทียบการใช้นมเทียมที่ประกอบด้วย dried skim milk (DSM) 100% (1) DSM + whey protein concentrate (WPC) 33% (2) DSM + WPC 67% (3) และ WPC 100% (4) โดยแบ่งเป็น 2 การทดลองคือ การทดลองแรกให้นมเทียมเพียงอย่างเดียว และการทดลองที่ 2 มีการให้ starter พบว่าในการทดลองแรกปริมาณวัตถุแห้งที่ได้รับต่อวัน (DMI) มีค่าไม่แตกต่างกัน (P>0.05) การใช้ WPC ที่ 67% และ 100% มีอัตราการเจริญเติบโต (ADG) สูงกว่าการใช้ DSM 100% แต่ feed efficiency ของ 67% WPC ต่ำกว่า DSM 100% เนื่องจาก WPC ไม่มี casein ซึ่งเป็นโปรตีนในนม ทำให้มีการหลั่ง chymosin มากขึ้น เพื่อให้นมสามารถจับตัวกันได้ดีที่ abomasum ดังนั้นนมจึงมีอัตราการไหลผ่านที่ abomasum ต่ำทำให้มีการย่อยและมีการใช้ประโยชน์ได้ดี ส่วนในการทดลองที่ 2 พบว่าการเสริมด้วย starter เป็นการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตมากกว่าการทดลองที่ 1 ถึง 84% แต่ Petit *et al.* (1989) รายงานว่าการใช้นมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากหางนม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(control) เปรียบเทียบกับการใช้นมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากหางนมเช่นเดียวกัน แต่มีการใช้ oxalate - NaOH buffer ที่สามารถทำให้นมเกิดการจับตัวได้ที่กระเพาะ abomasum ในการเลี้ยงลูกโค พบว่าค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งของลูกโคในกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีการใช้ oxalate - NaOH buffer มีการย่อยได้สูงกว่าลูกโคในกลุ่มควบคุม แต่ในด้านของค่าการย่อยได้ของไนโตรเจน ไขมัน และกรดอะมิโนไม่แตกต่างกันทางสถิติ

**Table 2** Feed intake, average daily gain (ADG), digesta flow rate, apparent digestibility at the end of the ileum and N - retention in calves fed different milk replacers (Kanjanapruthipong, 1998)

| | Milk replacer[1] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | SMP | SP | SPAA | SEM |
| Feed intake, g/d | | | | |
| DM | 671.2 | 680.0 | 671.2 | 20.1 |
| N | 22.5 | 22.8 | 22.5 | 0.6 |
| ADG, g | 388[a] | 244.3[c] | 308.5[b] | 6.2 |
| Digesta flow rate, g/d | | | | |
| DM | 52[b] | 129.5[a] | 119.1[a] | 9.1 |
| N | 3.4[b] | 7.6[a] | 7.1[a] | 0.5 |
| Ileal digestibility, % | | | | |
| DM | 92.3[a] | 80.9[b] | 82.2[b] | 1.4 |
| N | 84.9[a] | 66.7[b] | 68.4[b] | 1.1 |
| N - retention, g/d | 13.4[a] | 8.0[c] | 10.4[b] | 0.3 |

[a, b, c] Means within a row without a common superscript letter differ ($p<0.05$) [1]

SMP = Milk replacer containing skim milk protein, SP = milk replacer containing soy protein and SPAA = SP plus amino acid supplementation.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Mir *et al.* (1991) รายงานว่าการใช้โปรตีนถั่วเหลืองที่ผ่านกระบวนการแตกต่างกันมีผลต่อสมรรถภาพการผลิตลูกโคแตกต่างกัน โดยเปรียบเทียบสมรรถภาพการผลิตของลูกโคที่ได้รับ extruded soybean meal, fermented soybean meal, heated soybean meal และ ethanal - extracted soybean meal พบว่า extruded soybean meal และ fermented soybean meal เหมาะสมในการใช้เลี้ยงลูกโคมากกว่า heated soybean meal และ ethanal - extracted soybean meal เนื่องจากโปรตีนถั่วเหลืองเมื่อผ่านกระบวนการ extruded soybean meal และ fermented soybean meal นั้น trypsin inhibitor ได้ถูกทำลายมากกว่าการใช้ความร้อนแห้งและการสกัดด้วยแอลกอฮอล์ ดังนั้นลูกโคที่ได้รับ extruded soybean meal และ fermented soybean meal จึงมีน้ำหนักเพิ่มและประสิทธิภาพการใช้อาหารสูงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับ Erickson *et al.* (1989) รายงานว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นที่ผ่านการ treated ด้วยกรดมีประสิทธิภาพการใช้อาหารสูงกว่าลูกโคในกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่ไม่ผ่านการ treated ด้วยกรด ($P<0.01$) และสอดคล้องกับ Remsey and Willard (1978) รายงานว่าการนำแป้งถั่วเหลืองมาใช้เป็นนมเทียมนั้นต้องทำให้มีสภาพเป็นกรดเป็นด่าง 7 -9 และทำลาย trypsin inhibitor ด้วยความร้อนชื้น จึงจะสามารถนำมาใช้เลี้ยงลูกโคได้ นอกจากนั้นยังพบว่าขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของแป้งถั่วเหลืองที่ลูกโคได้รับด้วย

Silva and Huber (1986) ได้ศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพการผลิตของลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากนมกับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจาก modified soybean protein และ heated soybean protein โดยในส่วนของนมเทียมที่ใช้ modified soybean protein และ heated soybean protein ที่ระดับ 66% ร่วมกับโปรตีนจากนม 34% พบว่า ในสัปดาห์แรกของการทดลองลูกโคมีน้ำหนักลด โดยเฉพาะลูกโคกลุ่มที่ได้รับโปรตีนจากถั่วเหลือง แต่ลูกโคกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากนมมีน้ำหนักเพิ่ม อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กินได้และประสิทธิภาพการใช้อาหารสูงกว่าลูกโคในกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีโปรตีนจากถั่วเหลือง ($P<0.05$) แต่พบว่าน้ำหนักเพิ่ม อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กินได้ และประสิทธิภาพการใช้อาหารของลูกโคจะเพิ่มขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้น และยังได้เปรียบเทียบลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากนมและนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น โดยใช้โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นที่ 66% เช่นเดียวกัน พบว่าลูกโคในกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากนมมีน้ำหนักเพิ่มและน้ำหนักสุดท้ายเมื่อสิ้นสุดการทดลองสูงกว่าลูกโคในกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น ($P<0.05$) แต่ปริมาณอาหารที่กินได้ของลูกโคไม่แตกต่างกัน และพบว่าลูกโคที่ได้รับโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นมีอาการท้องร่วงสูง มีการแพ้โปรตีนถั่วเหลือง ทำให้เกิดความผิดปกติของ villi ทำให้มีสมรรถภาพการผลิตต่ำ ซึ่ง Muscato *et al.* (2002) รายงานว่าการใช้น้ำจากกระเพาะรูเมนในรูปของเหลว หรือการแยกเซลล์ของจุลินทรีย์มาอัดเม็ด แล้วนำมาเลี้ยงลูกโค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สามารถลดอาการท้องร่วงของลูกโคได้ เนื่องจากน้ำจากกระเพาะรูเมนมีแบคทีเรีย (bacterial polysaccharide) ที่มีคุณสมบัติในการกระตุ้นแอนติเจนในการต่อต้านกับเชื้อจุลินทรีย์ที่ ทำให้เกิดท้องร่วงในลูกโคได้ และ Joslin *et al.* (2002) พบว่าการใช้ lactoferrin ซึ่งเป็นธาตุเหล็กที่จับอยู่กับไกลโคโปรตีน (iron - binding glycoprotein) สามารถต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์ (*Escherichia coli*, *Vibrio cholerea* และ *Steptococcus mutans*) และควบคุมระบบฮอร์โมนในร่างกายของคนได้ จึงน่าจะนำมาใช้ในลูกโคได้เช่นกัน ดังนั้นได้ทดลองใช้ lactoferrin ในลูกโคนมที่ระดับ 0, 1 และ 10 g/d พบว่าการใช้ lactoferrin ทำให้ลูกโคมีน้ำหนักเพิ่มและประสิทธิภาพการใช้อาหารสูงกว่าลูกโคในกลุ่มควบคุมและการใช้ lactoferrin ที่ระดับ 1 g/d มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าการใช้ที่ 10 g/d หรือการใช้ antibiotics หรือ probiotics ให้ผลเช่นเดียวกัน นั่นคือ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและประสิทธิภาพการใช้อาหารของลูกโคสูงกว่า (Donovan *et al.*, 2002)

นอกจากนั้น Boucchard *et al.* (1980) ได้ศึกษาเปรียบเทียบนมเทียมที่มีระดับของโปรตีนแตกต่างกัน ได้แก่ 13.2, 15.4 และ 17.7% ระดับไขมันที่แตกต่างกันได้แก่ 0, 3 และ 6% และแหล่งของโปรตีนที่แตกต่างกัน คือ นมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากถั่วเหลืองและเนื้อร่วมกับกระดูกป่น พบว่าลูกโคมีอัตราการตายในระยะแรกเนื่องจากท้องร่วง (diarrhea) และปอดอักเสบ (pneumonia) และลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนแตกต่างกันทั้ง 2 กลุ่มมีน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองไม่แตกต่างกัน แต่ลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากถั่วเหลืองมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูงกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากเนื้อร่วมกับกระดูกป่น และสำหรับระดับของโปรตีนที่เพิ่มขึ้นมีผลต่ออายุที่เข้าฆ่า คือลูกโคที่ได้รับโปรตีนในระดับสูงมีอายุเข้าฆ่าน้อยกว่าลูกโคที่ได้รับโปรตีนในระดับต่ำ ($P<0.05$) สอดคล้องกับ Jone *et al.* (1974) ศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพการผลิตของลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีการให้อาหารข้นที่มีระดับโปรตีนแตกต่างกัน คือระดับต่ำ (9.3% CP) กลาง (17.8% CP) และ สูง (22.2% CP) และลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่ไม่ได้ให้อาหารข้นแต่เป็นนมเทียมที่มีโปรตีนและไขมันสูง (21% CP) พบว่าลูกโคในกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีโปรตีนต่ำมีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารต่ำกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีการให้อาหารข้นที่มีระดับโปรตีนสูง และลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีการให้อาหารข้นที่มีระดับโปรตีนสูงนั้น จะมีน้ำหนักเพิ่มใกล้เคียงกับลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่ไม่ได้ให้อาหารข้นแต่เป็นนมเทียมที่มีโปรตีนและไขมันสูง (21% CP) ส่วนในด้านต้นทุนค่าอาหาร พบว่าการให้นมเทียมมีต้นทุนค่าอาหารสูงกว่าการให้นมเทียมร่วมกับอาหารข้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Jaster *et al.* (1990) ศึกษาการเสริมไขมันในนมสดและนมเทียม 113 g/d พบว่าการเสริมไขมันในนมลูกโคมีน้ำหนักเพิ่มสูงกว่าลูกโคในกลุ่มที่ไม่มีการเสริมไขมันในนม โดยลูกโคจะได้รับพลังงานเพิ่มขึ้น 20.6 และ 39.8% ในลูกโคที่ได้รับนมสดและนมเทียมที่มีการเสริมไขมันตามลำดับ และในการเสริมไขมันในนมสำหรับลูกโคจะให้ผลดีที่สุดในช่วง 1 เดือนแรกของอายุ และ Xu *et al.* (1999) ได้ศึกษาการเสริมไขมันในนมเทียมสำหรับลูกโคเช่นเดียวกัน โดยใช้ไขมัน 2 ชนิด คือ ไขมันมะพร้าวและไขมันจากสัตว์ พบว่าลูกโคในกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่เสริมด้วยไขมันมะพร้าวสามารถดูดซึมไขมันได้มากกว่าไขมันจากสัตว์ เนื่องจากไขมันมะพร้าวเป็นไขมันประเภทอิ่มตัวและมีความยาวของโซ่เป็นแบบ medium chain ซึ่งสามารถดูดซึมได้ง่ายกว่าไขมันจากสัตว์ที่เป็นไขมันประเภทอิ่มตัวที่มีโซ่ยาวกว่า และจากการทดลองลูกโคในกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีการเสริมไขมันจากสัตว์จะมีการขับกรดน้ำดีออกมาในมูลสูงกว่าลูกโคในกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่เสริมไขมันมะพร้าว เพราะมีการย่อยและดูดซึมได้ต่ำกว่า และในการดูดซึมของไขมันประเภทที่มีความยาวของโซ่ไขมันสั้นและกลาง สามารถดูดซึมได้โดยไม่ต้องอาศัยกรดน้ำดี สอดคล้องกับ Drevjany *et al.* (1986) รายงานว่าการเสริมไขมันจากสัตว์สามารถปรับปรุงอัตราการเจริญเติบโตของลูกโคได้ โดยลูกโคในกลุ่มควบคุมมีอัตราการเจริญเติบโต 0.238 kg/d แต่ลูกโคที่ได้รับการเสริมไขมันมีอัตราการเจริญเติบโต 0.806 kg/d ($P<0.05$) เนื่องจากในกลุ่มควบคุมได้รับพลังงาน 78.2% ซึ่งพอสำหรับการดำรงชีพเท่านั้น แต่ลูกโคที่ได้รับการเสริมไขมันได้รับพลังงาน 95.5, 103.7 และ 104.3% จากการเสริมไขมันจากสัตว์ 100, 123 และ 147 kJ/g ของโปรตีนที่ย่อยได้ และในกลุ่มควบคุมมีการใช้ประโยชน์จากโปรตีนที่ย่อยได้ต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่ำกว่าการเสริมด้วยไขมันเพราะในการสังเคราะห์สร้างโปรตีนในร่างกายต้องใช้พลังงานเป็นโครงร่างของกรดอะมิโน

Bush *et al.* (1992) ศึกษาเปรียบเทียบการใช้หางนมกับแป้งดิบ (raw pea flour) เป็นแหล่งโปรตีนในนมเทียมเพื่อใช้การเลี้ยงลูกโค แป้งดิบที่ใช้สามารถให้โปรตีนได้ถึง 34% CP และทุกกลุ่มได้รับการเสริมกรดอะมิโนสังเคราะห์ พบว่าลูกโคในกลุ่มที่ได้รับแป้งดิบมีน้ำหนักเพิ่มต่ำกว่าลูกโคกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากหางนม 0.31- 0.86 kg/d สอดคล้องกับ Jerkin (1981) ศึกษาเปรียบเทียบการใช้หางนมเป็นแหล่งโปรตีนในนมเทียมสำหรับเลี้ยงลูกโคกับการใช้แหล่งโปรตีนจากแป้งถั่วเหลือง และมีการเสริมด้วยเอนไซม์ pepsin และ pancreatin พบว่าลูกโคในกลุ่มใช้หางนมเป็นแหล่งโปรตีนมีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 0.443 kg/d สูงกว่าลูกโคในกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากแป้งถั่วเหลือง (0.198 kg/d) และการเสริมเอนไซม์ pepsin และ pancreatin ในนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลืองมีผลให้ลูกโคน้ำหนักเพิ่มต่อวันต่ำกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากหางนมและแป้งถั่วเหลืองที่ไม่มีการเสริมด้วยเอนไซม์ ($P<0.05$) และค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง ไนโตรเจนและไขมันต่ำกว่าเช่นเดียวกัน เนื่องจากค่าความเป็นกรดเป็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ด่าง 1 ชั่วโมง หลังจากลูกโคกินอาหารอยู่ระหว่าง 4 - 6 สูงเกินไปสำหรับการทำงานของเอนไซม์ซึ่งค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสมสำหรับเอนไซม์ pepsin อยู่ระหว่าง 1- 3 และ Huber and Campos (1982) ได้ศึกษาการเสริม proteolytic enzyme ในนมเทียมที่ใช้แหล่งโปรตีนอื่น ๆ ที่ไม่ใช่แหล่งโปรตีนจากนม (non milk protein) เพื่อช่วยในการย่อยได้ดียิ่งขึ้น จากการทดลองใช้นมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากนม 100% เปรียบเทียบกับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น 33% นมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจาก enzymatic hydrolysate of fish 33% และการใช้โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร่วมกับ enzymatic hydrolysate of fish และ spray-dries fish soluble พบว่าการใช้โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น enzymatic hydrolysate of fish และ spray-dries fish soluble ถึง 33% มีผลให้น้ำหนักเพิ่มและประสิทธิภาพการใช้อาหารของลูกโคต่ำกว่าการใช้โปรตีนจากนม เนื่องจากผลของแหล่งของโปรตีนซึ่งพบว่าแหล่งโปรตีนอื่น ๆ มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่ำกว่าโปรตีนจากนม 5 - 10%

**ระบบการเลี้ยงที่มีอิทธิพลต่อสมรรถภาพการผลิต**

Xiccato *et al.* (2002) เปรียบเทียบระบบการเลี้ยงลูกโคแบบขังเดี่ยวและแบบกลุ่มต่อสมรรถภาพการผลิตลูกโค โดยลูกโคจะได้รับนมเทียมและนมเทียมที่มีการเสริมด้วยอาหารข้น (maize grain) พบว่าลูกโคที่เลี้ยงแบบกลุ่มจะมีน้ำหนักสุดท้ายเมื่อสิ้นสุดการทดลอง และอัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวต่อวันสูงกว่าลูกโคในกลุ่มที่เลี้ยงแบบขังเดี่ยว ($P<0.05$ และ $P<0.001$) และยังพบว่าลูกโคในกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีการเสริมด้วยอาหารข้นมีการเพิ่มน้ำหนักตัวสูงกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมเพียงอย่างเดียว แต่ในด้านของประสิทธิภาพการใช้อาหารต่ำกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมเพียงอย่างเดียว สอดคล้องกับ Bokkers and Koene *et al.* (2001) รายงานว่าลูกโคที่ได้รับการเลี้ยงแบบกลุ่มจะให้น้ำหนักซากสูงกว่าลูกโคที่ได้รับการเลี้ยงแบบขังเดี่ยว ($P<0.05$) แต่ Andrigehetto *et al.* (1999) รายงานว่าลูกโคที่มีการเลี้ยงแบบกลุ่มและขังเดี่ยวที่ได้รับนมเทียมเพียงอย่างเดียวมีการกินได้ในรูปของวัตถุแห้งและอัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวต่อวันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับ Veissise *et al.* (1998) รายงานว่าลูกโคที่มีการเลี้ยงแบบกลุ่มและขังเดี่ยวมีการกินได้ไม่แตกต่างกัน และในด้านของอาหารที่แตกต่างกันได้ศึกษาเปรียบเทียบการเสริมอาหารข้นกับลูกโคที่ได้รับนมเพียงอย่างเดียว พบว่าลูกโคในกลุ่มที่ได้รับการเสริมอาหารข้นมีน้ำหนักเพิ่มและน้ำหนักซากสูงกว่าลูกโคที่ได้รับนมเพียงอย่างเดียว และลูกโคยังมีการพัฒนาของ papillae ในกระเพาะและมีผลให้ไม่เกิดแผลในกระเพาะได้ดีกว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สอดคล้องกับ Morisse *et al.* (2000) รายงานว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีการเสริมด้วยรำข้าวอัดเม็ด มีน้ำหนักของกระเพาะ reticulo - rumen เพิ่มขึ้นสูงกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่ไม่มีการเสริมด้วยรำข้าวอัดเม็ด และการเสริมอาหารข้นที่มีธัญพืชอยู่สูงมีผลให้มีการเจริญเติบโตดีกว่าลูกโคที่ได้รับฟางข้าวอัดเม็ด ซึ่งจะมีแนวโน้มมีอัตราการเจริญเติบโตและน้ำหนักซากต่ำกว่า สอดคล้องกับสุชาดาและคณะ (2534) ศึกษาการใช้อาหารผสมเสร็จต่อสมรรถภาพการผลิตของลูกโคนมลูกผสมโฮลส์สไตน์ฟรีเชี่ยน เพศผู้ จำนวน 21 ตัว แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ลูกโคทุกกลุ่มการทดลองได้รับนมเทียม 200 g ต่อมื้อจนกระทั่งอายุครบ 8 สัปดาห์ จึงหย่านม ลูกโคกลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารข้นแยกให้กับข้าวโพดแห้ง กลุ่มที่ 2 ได้รับอาหารข้นลูกโคผสมข้าวโพดแห้ง (70 : 30) และกลุ่มที่ 3 ได้รับอาหารข้นลูกโคผสมกับต้นข้าวโพดหมัก (70 : 30) พบว่าลูกโคมีอัตราการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 469.97 - 498.40 g/d ซึ่งไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) น้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลองไม่แตกต่างกัน (85.93-90.79 kg) ลูกโคในกลุ่มที่ 2 และ 3 มีแนวโน้มอัตราการเจริญเติบโตรวดเร็วกว่า ลูกโคในกลุ่มที่ 1 ปริมาณอาหารที่กินได้และประสิทธิภาพการใช้อาหารของลูกโคระยะก่อนหย่านมทุกกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ระยะหลังหย่านมลูกโคกลุ่มที่ 3 มีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่าลูกโคในกลุ่มที่ 1 ($P<0.05$) ส่วนลูกโคในกลุ่มที่ 1 และ 2 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

**คุณภาพซากลูกโค** (carcass quality of veal)

คุณภาพซาก (carcass quality) หมายถึง ลักษณะร่วมกันทั้งคุณสมบัติทางกายภาพ ซึ่งได้แก่ สี ลักษณะของเนื้อแดง และไขมันที่แห้ง แข็ง ไม่นุ่มเยิ้ม หรือหมายถึงความละเอียดของโครงสร้างเส้นใยกล้ามเนื้อ และคุณสมบัติทางเคมี ซึ่งได้แก่ เปอร์เซ็นต์ของโปรตีน ไขมัน ความชื้นและไวตามินต่าง ๆ ที่ได้จากเนื้อ คุณสมบัติร่วมเหล่านี้ของซากสัตว์ส่งผลให้ผู้บริโภคได้รับความนิยมสูงสุด (สัญชัย, 2534) สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพซาก ได้แก่

1. ตัวของสัตว์ ซึ่งหมายถึงสภาพทั่ว ๆ ไปของสัตว์ที่ก่อนนำมาฆ่าเพื่อใช้เป็นอาหาร สามารถจำแนกออกได้ดังนี้

1.1 ลักษณะทางพันธุกรรม คือ ลักษณะที่เกี่ยวข้องกับ gene ซึ่งได้แก่

- ชนิด สัตว์ที่ใช้เป็นอาหารมีทั้งสัตว์เล็กและสัตว์ใหญ่ เช่น นก ไก่ เป็ด กระต่าย แพะ แกะ สุกร โค หรือกระบือ สัตว์ต่างชนิดกันจะมีลักษณะความแตกต่าง ปริมาณและชนิดของไขมันที่แตกต่างกัน
- พันธุ์ สัตว์ชนิดเดียวกันแต่ต่างพันธุ์กัน จะมีความแตกต่างด้านคุณภาพซาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.2 ลักษณะเฉพาะตัวของสัตว์เอง

- เพศ สัตว์เพศผู้และเพศเมียจะมีฮอร์โมนบางชนิดต่างกัน ซึ่งจะมีผลต่อคุณภาพซาก เช่น ฮอร์โมนเพศเมียช่วยกระตุ้นให้เกิดความอยากของอาหาร ทำให้มีการเพิ่มน้ำหนักเร็ว ส่วนฮอร์โมนเพศผู้จะช่วยกระตุ้นให้ร่างกายสะสมเนื้อแดง (โปรตีน) สูง และมีปริมาณไขมันแทรกภายใน และระหว่างมัดกล้ามเนื้อต่ำกว่าเพศเมีย แต่ถ้าได้รับการตอนมาจะมีปริมาณไขมันแทรกสูงขึ้น

- อายุ สัตว์ที่มีอายุมากพ้นเจริญวัยไปแล้ว จะมีคุณภาพซากต่ำกว่าสัตว์ที่มีอายุกำลังเข้าเจริญวัย ทำให้คุณภาพของเนื้อด้อยกว่าด้วย

- ตำแหน่งของกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อบริเวณต่าง ๆ ในตัวสัตว์จะมีคุณภาพแตกต่างกันไป กล้ามเนื้อบางมัดจะมีลักษณะเส้นใยกล้ามเนื้อละเอียด มีปริมาณไขมันแทรกมาก และมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันต่ำ

1.3 การเลี้ยงดูสัตว์ มีผลต่อคุณภาพซากดังนี้

- อาหาร การให้อาหารสัตว์ต้องสัมพันธ์กับระยะเวลาการเจริญเติบโตของสัตว์ การให้อาหารแต่ละระยะ ต้องให้ตามความต้องการของโปรตีน และพลังงานจึงจะทำให้สัตว์มีอัตราแลกน้ำหนักดี มีไขมันแทรกเพิ่มขึ้น

- การออกกำลังกาย ทำให้สัตว์ใช้แรงงานหรือมีความเคลื่อนไหวตลอดเวลา ส่งผลให้มีการใช้ไขมันที่สะสมไว้ในกล้ามเนื้อนั้นเพื่อใช้เป็นพลังงาน และเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่ประกอบในกล้ามเนื้อนั้นก็จะเพิ่มความแข็งแรงขึ้นทำให้คุณภาพซากลดลง

2. ส่วนประกอบของซากที่บริโภคได้ (edible meat) หมายถึงส่วนประกอบของซากที่นำไปใช้เพื่อบริโภค ซึ่งจะคำนึงถึงมากโดยเฉพาะเนื้อแดง ซึ่งซากสามารถให้ชิ้นส่วน ๆ ที่มีปริมาณเนื้อแดงสูง ได้แก่ ส่วนของขา สะโพก สันหลัง สันนอกและไหล่ เป็นต้น ซากที่ให้ส่วนประกอบเหล่านี้สูงเป็นซากที่มีคุณภาพสูงด้วย

3. ความน่ารับประทาน (palatability) หมายถึง การยอมรับของผู้บริโภคต่อเนื้อสัตว์นั้น ๆ โดยจะพิจารณาจากลักษณะภายนอกซาก เช่น สีตรงกับชนิดสัตว์นั้น ๆ เช่น สุกรสีชมพูอมเทา เนื้อโคสีแดงสด เนื้อไก่สีเทา เป็นต้น ลักษณะรูปทรงของกล้ามเนื้อว่าคงรูปดี ไม่เละ ผิวหน้าตัดของกล้ามเนื้อแห้งและไม่เยิ้ม เป็นต้น

4. ความรู้สึกจากการบริโภค (eatability) ซึ่งความรู้สึกนี้จะเกิดขึ้นหลังจากได้เคี้ยวเนื้อเยื่อหรือรับประทาน โดยพิจารณาจากความนุ่ม รสชาติ กลิ่น ความชุ่มฉ่ำ และความพอใจของผู้บริโภคต่อเนื้อนั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับคุณภาพซากลูกโคนั้น Lalles *et al.* (1995) ทำการทดลองเลี้ยงลูกโคนมด้วยนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากหางนม เป็นกลุ่มควบคุมเปรียบเทียบกับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากหางเนยกับ hydrolyzed soy protein isolate (HSPI) และหางเนยกับ soybean flour heated (HSF) พบว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากหางนมและ HSPI มีน้ำหนักซากไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ลูกโคที่ได้รับ HSF มีน้ำหนักซากเย็นต่ำกว่าลูกโคกลุ่มควบคุมและ HSPI อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ส่วนคะแนนซากพบว่าใกล้เคียงกันทั้ง 3 กลุ่ม แต่สัญชัย (2544) รายงานว่าลูกโคที่ได้รับนมสด นมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากนมและนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง 5 และ 10% มีน้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักซากเย็น เปอร์เซ็นต์ซาก ความยาวซากและพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันไม่แตกต่างกันทางสถิติ

Scheeder *et al.* (1999) ทำการศึกษาเปรียบเทียบลูกโคนมเพศผู้และเพศเมียที่ได้รับนมเทียมเพียงอย่างเดียว (control) และนมเทียมที่มีการเสริมด้วย maize silage และอาหารข้น (maize and concentrate, MSC) พบว่าลูกโคที่ได้รับ MSC จะมีเปอร์เซ็นต์ซากต่ำกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมและใช้เวลาในการทำน้ำหนักซากให้เท่ากันนานกว่า แต่คะแนนรูปร่างโดยรวมลูกโคที่ได้รับ MSC มีคะแนนรูปร่างดีกว่า และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเพศ พบว่าลูกโคเพศเมียที่ได้รับ MSC มีน้ำหนักซากต่ำกว่าลูกโคเพศผู้ที่ได้รับ MSC และมีไขมันเป็นองค์ประกอบของซากมากกว่ากลุ่มควบคุม แต่ลูกโคเพศผู้ที่ได้รับนมเทียมและ MSC มีน้ำหนักซากใกล้เคียงกัน ดังตารางที่ 3 สอดคล้องกับ Beauchemin *et al.* (1990) รายงานว่าลูกโคนมเพศผู้ที่ได้รับนมเทียมและเสริมด้วย barley concentrate (BC) และ whole shelled corn (CS) ฆ่าที่น้ำหนัก 88 และ 100 kg พบว่า ลูกโคทุกกลุ่มการทดลองมีน้ำหนักซากเย็นไม่แตกต่างกัน แต่ลูกโคนมที่ได้รับนมเทียม (control) มีเปอร์เซ็นต์ซากสูงกว่าลูกโคนมที่ได้รับ BC และ CS อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$) แต่พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และเปอร์เซ็นต์ของเนื้อกระดูกและไขมันจากส่วนตัดชี่โครงที่ 12 ไม่แตกต่างกันและพบว่าน้ำหนักซาก เปอร์เซ็นต์ซากและพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน เพิ่มขึ้นเมื่ออายุเข้าฆ่าเพิ่มขึ้น ($P<0.01$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**Table 3** Carcass characteristics of calves fattened according to different feeding schedules (Scheeder *et al.*, 1999)

| **Ration** | **Milk replacer** | **Maize silage/concentrate** | | |
|---|---|---|---|---|
| Sex | Male | Male | Female | SEM |
| Observation | 14 | 11 | 15 | 11 |
| Carcass weights (kg) | 134[a] | 132[a] | 120[b] | 3.18 |
| Conformation score[3] | 3.4[b] | 4.1[a] | 3.5[b] | 0.15 |
| Fat class[4] | 2.0[ab] | 1.9[b] | 2.2[a] | 0.09 |

[1] Least square means; mean carrying no common superscript are significant different (P<0.05); SEM = standard error of mean

[2] Values in brackets ; LS means including four animals expressing DFD meat

[3] EUROP grading ; E=1, P=5, [4] 1 = very lean, 5= very fat

Xiccato *et al.* (2002) ศึกษาเปรียบเทียบลูกโคที่ได้รับนมเทียมและนมเทียมร่วมกับอาหารข้น (maize gain) และมีระบบการเลี้ยงต่างกัน ได้แก่ เลี้ยงแบบขังเดี่ยวและแบบกลุ่ม พบว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมร่วมกับอาหารข้นมีน้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักซากเย็น และคะแนนรูปร่างสูงกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมเพียงอย่างเดียว (P<0.001 และ P<0.01) แต่เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซากอุ่นและน้ำหนักซากเย็น พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบระบบของการเลี้ยงลูกโคทั้ง 2 กลุ่มการทดลอง พบว่าระบบการเลี้ยงไม่มีผลต่อน้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักซากเย็น คะแนนรูปร่าง เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซากอุ่นและน้ำหนักซากเย็น (P>0.05) ดังตารางที่ 4 สอดคล้องกับ Andrighetto *et al.* (1999) รายงานว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมตลอดการทดลองที่มีการเลี้ยงแบบกลุ่มและขังเดี่ยวมีน้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักซากเย็น เปอร์เซ็นต์ซาก คะแนนไขมันของซากและสัดส่วนของเนื้อ กระดูกและไขมันของซากไม่แตกต่างกัน (P>0.10) แต่ Bokkers and Koene (2001) รายงานว่าลูกโคที่มีระบบการเลี้ยงแบบกลุ่มมีน้ำหนักซากสูงกว่า (147.8 $\pm$ 2.1 kg) ลูกโคที่มีระบบการเลี้ยงแบบขังเดี่ยว (139.4$\pm$2.1 kg, P<0.05) และพบว่าการเลี้ยงแบบขังเดี่ยวพบ hair ball สูงกว่าลูกโคที่มีการเลี้ยงแบบกลุ่ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**Table 4** Slaughter results and carcass assessment (Xiccato *et al.*, 2002)

| | Housing | | *P* | Feeding | | *P* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Individual | Group | | Milk | Maize | |
| Hot carcass weight (kg) | 149 | 153 | n.s. | 148 | 155 | *** |
| Hot dressing percentage[a] (%) | 60.0 | 60.0 | n.s. | 59.7 | 60.2 | n.s. |
| Cold carcass weight (kg) | 147 | 150 | n.s. | 145 | 152 | *** |
| Cold dressing percentage[a] (%) | 58.8 | 58.9 | n.s. | 58.6 | 59.1 | n.s. |
| Carcass commercial assessment | | | | | | |
| Conformation score[b] | 3.23 | 3.83 | n.s. | 3.08 | 3.98 | ** |
| Fatness[c] | 2.72 | 2.53 | n.s. | 2.45 | 2.80 | * |

n.s., P>0.05; *P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001.

[a] Calculation on final live weight at the stable.

[b] 9 = E, 7 = U, 5 = R, 3 = O, 1 = P.

[c] 1 = low, 3 = average, 5 = very high.

Johnson *et al.* (1988) ศึกษาคุณภาพซากลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากหางนม (control) เปรียบเทียบกับลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากหางนมที่เสริมด้วยไขมันระดับต่าง ๆ ได้แก่ 100, 123 และ147 kJ/g พบว่าลูกโคในกลุ่มควบคุมมีน้ำหนักมีชีวิตน้ำหนักซากต่ำกว่าลูกโคในกลุ่มที่มีการเสริมไขมันในนมเทียม (P<0.05) แต่เปอร์เซ็นต์ซากไม่แตกต่างกัน และลูกโคในกลุ่มที่เสริมไขมันในนมเทียมมีเปอร์เซ็นต์ของไขมันหุ้มไตสูงกว่าลูกโคในกลุ่มควบคุม (P<0.05) และพบว่าไขมันใต้ผิวหนังเพิ่มขึ้นตามระดับของไขมันที่เพิ่มขึ้น (P<0.05) และ Bouchard *et al.* (1980) ศึกษาระดับการเสริมไขมันที่ต่างกัน คือ 0, 3 และ 6% ระดับการเสริมโปรตีนที่ต่างกัน 13.2, 15.4 และ 17.7% และแหล่งของโปรตีนในนมเทียมที่ต่างกัน (เนื้อ กระดูกป่น และแป้งถั่วเหลือง) ต่อคุณภาพซากลูกโค พบว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากแป้งถั่วเหลือง เนื้อและกระดูกป่นมีน้ำหนักสุดท้าย อายุที่เข้าฆ่า เปอร์เซ็นต์ซากและเปอร์เซ็นต์เนื้อจากส่วนตัดชี่โครงที่ 12 ไม่แตกต่างกัน แต่ลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากแป้งถั่วเหลืองมีพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และเปอร์เซ็นต์กระดูกและไขมันของส่วนตัดชี่โครงที่ 12 สูงกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากเนื้อและกระดูกป่น (P<0.05) และระดับของไขมันที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อน้ำหนักสุดท้าย อายุที่เข้าฆ่า เปอร์เซ็นต์ซาก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และเปอร์เซ็นต์กระดูกจากส่วนตัดชี่โครงที่ 12 แต่พบว่าเปอร์เซ็นต์เนื้อและไขมันจากส่วนตัดชี่โครงที่ 12 ของลูกโคที่ได้รับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นมเทียมที่เสริมไขมัน 0% สูงกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่เสริมไขมัน 3 และ 6% ($P<0.05$) ส่วนระดับของโปรตีนที่ต่างกันไม่มีผลต่อน้ำหนักสุดท้าย เปอร์เซ็นต์ซาก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันและเปอร์เซ็นต์ไขมันจากส่วนตัดชี่โครงที่ 12 ($P>0.05$) แต่ลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีโปรตีนสูงมีแนวโน้มมีอายุเข้าฆ่าต่ำกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีโปรตีนต่ำและลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีโปรตีนสูงมีเปอร์เซ็นต์เนื้อและไขมันมากกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีโปรตีนต่ำอย่างมีนัยสำคัญ

Fernandez *et al.* (1996) ศึกษาผลของระยะเวลาในการอดอาหารก่อนฆ่า (1 และ 11 ชั่วโมง) และระยะเวลาในการขนส่ง (1 และ 11 ชั่วโมง) ต่อคุณภาพซากลูกโคจำนวน 112 ซาก พบว่าระยะเวลาในการอดอาหารที่ 1 และ 11 ชั่วโมง มีผลต่อน้ำหนักมีชีวิตก่อนขนส่ง หลังขนส่ง น้ำหนักซากเย็น เปอร์เซ็นต์ผลผลิตโดยรวมไม่แตกต่างกัน แต่การอดอาหารก่อนฆ่าที่ 11 ชั่วโมงมีเปอร์เซ็นต์ซากสูงกว่าการอดอาหารเพียง 1 ชั่วโมงก่อนฆ่า ส่วนระยะเวลาในการขนส่งที่ 1 และ11 ชั่วโมง ลูกโคมีน้ำหนักมีชีวิตก่อนขนส่ง น้ำหนักซากเย็นไม่แตกต่างกัน แต่ลูกโคในกลุ่มที่มีระยะเวลาในการขนส่งที่สั้นกว่ามีน้ำหนักมีชีวิตหลังขนส่ง น้ำหนักซากเย็น เปอร์เซ็นต์ซากและเปอร์เซ็นต์ผลผลิตโดยรวมสูงกว่าลูกโคในกลุ่มที่มีระยะเวลาในการขนส่งนานกว่า ($P<0.05$)

นอกจากนั้นเวชสิทธิ์ และคณะ (2541) ได้ศึกษาถึงระดับมันสำปะหลังเพื่อเป็นแหล่งพลังงานในสูตรอาหารข้นสำหรับการผลิตเนื้อคุณภาพดีจากลูกโคนมเพศผู้โดยมีข้าวโพดเป็นแหล่งพลังงานหลัก (กลุ่มควบคุม) แทนการทดแทนข้าวโพดด้วยมันสำปะหลังในสัดส่วน 0, 25, 50 และ 75% ตามลำดับ พบว่า ซากของลูกโคนมจากการตัดแต่งซากแบบสากลใกล้เคียงกัน แต่ซากของลูกโคนมของกลุ่มทดลองที่ 3 มีปริมาณของเนื้อสัน (loin) เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ขององค์ประกอบซากทั้งหมดมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ และองค์ประกอบที่ได้จากการตัดแต่งซากแบบไทยก็ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$)

**คุณภาพเนื้อลูกโค** (meat quality of veal)

**คุณภาพเนื้อ คือ คุณภาพในการบริโภค ระดับของความพึงพอใจทั้งหมดของการบริโภค ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยร่วมของผลรวมต่อความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ และกลิ่นของเนื้อ (สัญชัย, 2543)**

1. **สีของเนื้อ** (meat colour)

**สีของเนื้อสัตว์มีสีตั้งแต่สีชมพูอมเทาจนถึงสีแดงเข้มอมม่วง สีของเนื้อแตกต่างกันไปตามประเภทของกล้ามเนื้อสัตว์ขณะมีชีวิตอยู่ ชนิด เพศ และอายุของสัตว์ทั้งนี้มีสาเหตุจากปริมาณรงควัตถุไมโอโกลบิน (myoglobin pigment) ที่มีอยู่นั่นเอง สัตว์ต่างชนิดกันจะมีปริมาณไมโอโกลบินในเนื้อแตกต่างกันคือ เนื้อหมูมี 0.06% เนื้อแกะมี 0.25% เนื้อวัวมี 0.60% ดังนั้นทำให้เนื้อวัวมีสีเข้มกว่าเนื้อแกะและเนื้อแกะมีสีเข้มกว่าเนื้อหมู ตามลำดับ และในสัตว์ชนิดเดียวกัน ถ้ามีอายุแตกต่างกัน ปริมาณ**

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไมโอโกลบินที่มีในเนื้อจะแตกต่างกันคือ ในเนื้อลูกวัวที่มีอายุ 3 - 6 เดือน มีไมโอโกลบินในเนื้อ 1 - 3 มิลลิกรัมต่อเนื้อสดหนึ่งกรัม ขณะที่เนื้อวัวอายุ 24 เดือน มี 16 - 20 มิลลิกรัมต่อเนื้อสดหนึ่งกรัม ดังนั้น เนื้อที่ได้จากสัตว์ที่มีอายุมากจะมีสีเข้มกว่าเนื้อสัตว์ที่มีอายุน้อย เนื้อสัตว์ชนิดเดียวกันตัวผู้มีไมโอโกลบินในกล้ามเนื้อมากกว่าตัวเมียและกล้ามเนื้อของสัตว์บริเวณที่ต้องออกกำลังมาก ๆ จะมีปริมาณไมโอโกลบินมากกว่า ทั้งนี้เพราะไมโอโกลบินในกล้ามเนื้อทำหน้าที่เก็บสะสมออกซิเจนไว้ เพื่อให้กล้ามเนื้อเอานำออกมาใช้ในปฏิกิริยาชีวเคมีต่าง ๆ เพื่อสร้างพลังงาน ดังนั้นเนื้อบริเวณขาหน้า ขาหลัง และเนื้อบริเวณไหล่จะมีสีเข้มมากกว่าเนื้อส่วนหลังและเนื้อพื้นท้อง

สีในเนื้อสดเกิดขึ้นจากปริมาณไมโอโกลบินและออกซิเจนในอากาศ ปกติกล้ามเนื้อจะมีสีแดงอมชมพู (purple - red) แต่เมื่อถูกชำแหละและตัดออกเป็นชิ้น ๆ เนื้อจะถูกอากาศทำให้เนื้อมีสีชมพูสด (bright - pink) เนื่องจากออกซิเจนเข้าทำปฏิกิริยากับไมโอโกลบินเกิดเป็นสารออกซิไมโอโกลบิน (oxymyoglobin) ขึ้น แต่เนื้อบริเวณที่วางติดกับพื้นเขียงไม้ ซึ่งจะขาดหรือไม่มีออกซิเจนจะเกิดเป็นสารเมทไมโอโกลบิน (metmyoglobin) ขึ้น ทำให้เนื้อมีสีน้ำตาล (brown) สีของเนื้อเมื่อได้รับความร้อนในการนำไปทำให้สุกหรือนำไปประกอบอาหาร พบว่าเนื้อจะมีสีน้ำตาลอมเทา (gray - brown) เนื่องจากสารเมทไมโอโกลบินถูกทำให้เสียสภาพธรรมชาติไป (denatured metmyoglobin) และในที่สุดเมื่อเนื้อถูกวางไว้นาน ๆ เนื้อจะขาดออกซิเจนทำให้สารให้สีเกิดเป็นสารออกซิไดส์โพรไพริน (oxidixed propyrins) มีสีเขียวเหลืองอ่อน ๆ สีของเนื้อในช่วงนี้จะแสดงให้ทราบว่าคุณภาพของเนื้อไม่ดีและไม่เหมาะต่อการนำไปบริโภค สีของเนื้ออาจแตกต่างกันไปเนื่องจากลักษณะโครงสร้างของกล้ามเนื้อและความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ซึ่งจะพบเห็นในเนื้อพวก พี เอส อี (PSE = pale soft exudative) และเนื้อ ดี เอฟ ดี (DFD = dark firm dry) (เยาวลักษณ์, 2536) ซึ่งสีของเนื้อเป็นสิ่งสำคัญแรก และเป็นลักษณะปรากฏที่ผู้บริโภคคำนึงถึงและเห็นเป็นสิ่งแรกใช้พิจารณาเพื่อบริโภคโดยเฉพาะเนื้อลูกโค สีของเนื้อสำคัญในการกำหนดราคาตาม EC - system ได้แบ่งระดับคะแนนสี 4 ระดับ คือ 1 = white, 2 = light pinkish, 3 = pinkish และ 4 = red (Denoyelle and Berny, 1999)

จากรายงานของ Miltenbura *et al.* (1992) ได้ศึกษาการเสริม Fe ระดับต่าง ๆ ในอาหารลูกโค ได้แก่ ระดับ 60, 100 และ 150 mg/kg ของอาหาร พบว่าความเข้มข้นของ Fe ในกล้ามเนื้อของแต่ละกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) แต่ค่าการวัดสีโดยรวมที่ได้แตกต่างกันน้อยมาก โดยพบว่าค่า a* ของเนื้อในส่วนของ *longissimus thoracic* (LT) และ semimembranosus (Sm) ในกลุ่มที่ได้รับ Fe ที่ระดับ 100 และ 150 mg/kg ของอาหาร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) และในกลุ่มที่ได้รับ Fe ที่ระดับ 60 และ 150 mg/kg ของอาหารแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ที่กล้ามเนื้อ LT และพบว่ากล้ามเนื้อ Sm เป็นกล้ามเนื้อที่มีความเข้มข้นของ Fe และ heme pigment ต่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่สุด ($P<0.05$) และการที่ลูกโคได้รับนมเทียมที่มีระดับของ Fe ที่ต่างกันในช่วง 7 สัปดาห์แรกจะมีอิทธิพลต่อระดับของ Fe ในกล้ามเนื้อและสีของเนื้อ แต่สังเกตเห็นความแตกต่างไม่ได้ด้วยตา สอดคล้องกับ Klont *et al.* (1999) พบว่าความเข้มข้นของ blood hemoglobin และระดับของ myoglobin ในกล้ามเนื้อมีผลต่อสีเนื้อและขึ้นอยู่กับระดับของ Fe ในอาหารที่ได้รับ และอัตราการลดลงของค่าความเป็นกรดเป็นด่าง รวมทั้งค่าความเป็นกรดเป็นด่างสุดท้าย ($pH_u$) เพิ่มขึ้นทำให้ค่า L*, a*, b* เพิ่มขึ้นด้วย (Guignot *et al.*, 1994)

Lapierre *et al.* (1990) รายงานว่าการเสริม Fe ที่ระดับ 100, 150 และ 200 mg/kg DM ในอาหารข้นสำหรับลูกโคอายุตั้งแต่ 6 สัปดาห์ขึ้นไป พบว่าความเข้มข้นของ Fe ในอาหารสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับคะแนนสีของกล้ามเนื้อสันนอก (*longissimus dorsi*) ซึ่งลูกโคที่ได้รับแต่นมเทียมเพียงอย่างเดียว ระดับของ Fe ที่มีผลให้เนื้อมีสีเข้มขึ้น ต้องเท่ากับ 25 - 30 mg/kg และสำหรับลูกโคที่ได้รับนมเทียมร่วมกับอาหารข้น ถ้าจะให้เนื้อมีสีซีดต้องได้รับ Fe จากอาหารข้นต่ำกว่า 100 mg/kg หรือใช้ในรูปของ iron - chelating agent

Klont *et al.* (2000) ทำการทดลองโดยใช้ลูกโคนมเพศผู้จำนวน 200 ตัว ได้รับนมเทียมที่มีระดับของ Fe 56 ppm เพื่อศึกษาผลของการลดลงของค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ระยะเวลาในการตัดแต่งซากและระยะเวลาในการบ่มที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อของลูกโค พบว่าการลดลงของอุณหภูมิของซากอย่างช้า ๆ มีผลทำให้อัตราการลดลงของค่าความเป็นกรดเป็นด่างช้าลงด้วย และการลดลงของค่าความเป็นกรดเป็นด่าง มีผลต่อความสว่างของเนื้อ (L*) ที่วัดได้ โดยค่า L* ที่ได้จะสูงในซากที่มีการลดลงของค่าความเป็นกรดเป็นด่างอย่างรวดเร็ว เนื่องจากค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ต่ำทำให้มีการสลายของโปรตีนในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น เกิดการไหลออกของน้ำในเนื้อซึ่งนำเอาเม็ดสีออกไปด้วย และเนื่องจาก protein denature เกิดการไหลออกของน้ำ ทำให้เนื้อจะมีการกระจายแสงเมื่อแสงตกกระทบเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ Elkelenboom *et al.* (1992) รายงานว่าคุณสมบัติในการกระจายแสงของเนื้อมีผลต่อสีของเนื้อ โดยหลังการฆ่าเล็กน้อยเนื้อจะมีคุณสมบัติในการดูดกลืนแสงมาก เนื่องจากมี myoglobin ในเนื้อสูงทำให้เนื้อมีสีเข้มและหลังจากฆ่านานขึ้นเนื้อมีการกระจายแสงในเนื้อมากขึ้น รวมทั้งเนื่องจากมีกระบวน glycolysis ทำให้ protein degradation ทำให้เนื้อมีสีซีดลง ส่วนสีของซากมีความสัมพันธ์สูงกับความเข้มข้นของ blood hemoglobin

Beauchemin *et al.* (1990) ทำการศึกษาในลูกโคนมที่เลี้ยงด้วยนมเทียมที่เสริมด้วย barley concentrate (BC) และ whole shelled corn (CS) รายงานว่าเมื่อน้ำหนักซากของลูกโคเพิ่มขึ้น เนื้อที่ได้จะมีสีคล้ำขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$) ลูกโคที่ได้รับนมเทียมเพียงอย่างเดียวจะให้เนื้อที่มีสีซีดกว่าการเสริมด้วย BS และ CS ใกล้เคียงกัน ซึ่งเป็นผลมาจากอาหารข้นมีระดับของ Fe สูง ดังนั้นจึงให้เนื้อที่มีสีแดงกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียม สอดคล้องกับ Scheeder *et al.* (1999) รายงานว่าลูกโคที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ได้รับอาหารข้นและ maized silage มีสีเนื้อเข้มกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียม เนื่องจากในอาหารข้นและ maized silage มี Fe 191.6 g ซึ่งสูงกว่าในนมเทียมมาก (4.1 g) แต่ยังถือว่าสูงทั้ง 2 กลุ่ม ซึ่งปกติในนมต้องมี Fe 3 - 6 g และพบว่าเมื่อน้ำหนักซากเพิ่มขึ้นเนื้อก็จะมีสีคล้ำขึ้นเช่นกัน สอดคล้องกับ Wilson *et al.* (1995) รายงานว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมร่วมกับอาหารข้น จะมีการเพิ่มน้ำหนักอย่างรวดเร็วและมีน้ำหนักซากมาก ทำให้เนื้อมีคะแนนสีต่ำ Morisse *et al.* (2000) รายงานว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมร่วมกับอาหารข้น โดยเฉพาะฟางอัดเม็ด เนื้อที่ได้จะมีสีเข้มกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมเพียงอย่างเดียวหรือนมเทียมร่วมกับอาหารข้นที่เป็นพวกธัญพืช เนื่องจากมีธาตุเหล็กปริมาณสูงกว่า

Gariepy *et al.* (1998) ศึกษาผลของอาหารและการใช้ Ethylenedinitrilotetraacetic acid disodium salt dehydrate (EDTA) ในอาหารลูกโคเพื่อการผลิตเนื้อลูกโค เนื่องจาก EDTA มีผลให้เนื้อลูกโคมีสีสว่างขึ้น และเปรียบเทียบวิธีการในการเก็บเนื้อภายใต้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจน โดยแบ่งเป็น 5 กลุ่มการทดลอง ลูกโดกลุ่มที่ 1 ได้รับนมเทียม กลุ่มที่ 2 ได้รับนมเทียมร่วมกับอาหารข้น (Mix) กลุ่มที่ 3 ได้รับอาหารข้นเพียงอย่างเดียว กลุ่มที่ 4 ได้รับ Mix + EDTA และกลุ่มที่ 5 ได้รับอาหารข้น + EDTA พบว่าอาหารและสภาวะในการเก็บเนื้อมีผลต่อค่าความสว่าง (L*) ของเนื้อ ($P<0.05$) เนื้อลูกโคในกลุ่มที่ได้รับนมเทียม และอาหารที่มี EDTA มีสีซีดกว่าเนื้อลูกโคในกลุ่มอื่น ๆ ($P<0.05$) แต่เนื้อลูกโคในกลุ่มที่ได้รับ Mix หรืออาหารข้นเพียงอย่างเดียวสีเนื้อที่ได้ไม่แตกต่างกันและเนื้อมีสีเข้มกว่าเนื้อลูกโคที่ได้รับนมเทียมและอาหารที่มี EDTA เนื่องจากเมื่อเปรียบเทียบปริมาณธาตุเหล็กที่ลูกโคได้รับจากอาหาร ลูกโคในกลุ่มที่ได้รับ Mix และอาหารข้นเท่ากับ 40 และ 10 ppm ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าในนมเทียมที่มีเพียง 4 ppm และนอกจากนี้ EDTA ยังไปลดค่าความเป็นสีแดง (a*) ในเนื้อลูกโคในกลุ่มที่ได้รับ Mix และอาหารข้น ส่วนสภาวะในการเก็บมีผลต่อค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ในเนื้อ โดยเนื้อเมื่อผ่านการเก็บภายใต้ไนโตรเจนมีค่า b* ต่ำกว่าเนื้อที่ผ่านการเก็บภายใต้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และ Andrigehetto *et al.* (1999) รายงานว่าเนื้อลูกโคที่ได้รับการเลี้ยงแบบกลุ่มมีสีเข้มกว่าลูกโคที่ได้รับการเลี้ยงแบบขังเดี่ยวอย่างมีนัยสำคัญโดยมีค่า a* และ b* สูงกว่า ($P<0.01$) แต่ค่าความสว่าง (L*) ไม่แตกต่างกัน

นอกจากนั้น Agboola *et al.* (1989) ศึกษาการเสริม $NaH_2PO_4$ และวิตามินอีในนมเทียมเพื่อลดปริมาณ Fe ในกล้ามเนื้อ เปรียบเทียบกับการเสริม $NaH_2PO_4$ เพียงอย่างเดียว หรือวิตามินอีเพียงอย่างเดียว พบว่าการเสริม $NaH_2PO_4$ และวิตามินอีในนมเทียมสามารถลดปริมาณ Fe ในกล้ามเนื้อได้ผลดีกว่าการใช้ $NaH_2PO_4$ หรือวิตามินอีเพียงอย่างเดียว ซึ่งการใช้ $NaH_2PO_4$ และวิตามินอีเป็นการลดปริมาณ Fe ทำให้เนื้อมีสีสว่างขึ้น แต่ไม่ทำให้ลูกโคเกิดโรค anemia

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**2. ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของเนื้อ (pH value)**

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของเนื้อ (pH) เป็นการวัดคุณภาพเนื้อทางอ้อม และเป็นดัชนีทางอ้อมของการวัดอัตราการเกิด glycolysis ในซาก โดยการวัดจะวัดชั่วโมงแรก หรือ 45 นาที หลังจากสัตว์ตาย เรียกว่าค่า $pH_i$ โดยที่ ค่า $pH_i$ น้อยกว่า 5.8 เป็นค่าวิกฤตที่ส่งผลให้เกิด PSE และวัดค่า pH สุดท้าย (ค่า $pH_u$) ที่ 24 หรือ 48 ชั่วโมงหลังสัตว์ตาย ซึ่งถ้าค่า $pH_u$ มากกว่า 6.0 จะเกี่ยวข้องกับการเกิด DFD (สัญชัย, 2543) สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อค่าการเปลี่ยนแปลง pH ของเนื้อ (เยาวลักษณ์, 2536) ได้แก่ ปริมาณไกลโคเจน (glycogen) เริ่มต้นที่มีอยู่ในเนื้อช่วงที่สัตว์จะถูกฆ่า ความคงทนต่อสภาพความเครียดของสัตว์ ตำแหน่งของกล้ามเนื้อ และอัตราการทำให้ซากมีอุณหภูมิลดลง

Klont *et al.* (2000) ศึกษาอัตราการลดลงของ pH ที่ต่างกันต่อคุณภาพเนื้อลูกโค โดยแบ่งซากเป็น 3 กลุ่มการทดลอง กลุ่มที่ 1 มีอัตราการลดลงของ pH อย่างรวดเร็ว (pH<6.2) กลุ่มที่ 2 มีอัตราการลดลงของ pH ปานกลาง (pH 6.7 - 6.2) และกลุ่มที่ 3 มีอัตราการลดลงของ pH ช้า (pH>6.7) ซึ่งทำการวัดที่ 45 นาที 3, 24 และ 48 ชั่วโมงหลังฆ่า บริเวณกล้ามเนื้อ *longissimus lumborum* พบว่า pH ที่ 45 นาที และ 24 ชั่วโมงหลังฆ่า ของเนื้อโคจากทั้ง 3 กลุ่มการทดลองมีอัตราการลดลงไม่แตกต่างกัน แต่ค่า pH ที่วัดได้ที่ 3 ชั่วโมงหลังฆ่า เนื้อลูกโคในกลุ่มที่มีอัตราการลดลงของ pH อย่างรวดเร็วมี pH ต่ำกว่าเนื้อลูกโคในกลุ่มที่มีอัตราการลดลงของ pH ปานกลางและช้าอย่างมีนัยสำคัญ และที่ 48 ชั่วโมงหลังฆ่าเนื้อลูกโคในกลุ่มที่มีอัตราการลดลงของ pH รวดเร็วและปานกลาง มี pH ต่ำกว่าเนื้อลูกโคในกลุ่มที่มีอัตราการลดลงของ pH ช้าอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่าที่ 3 ชั่วโมงหลังฆ่า ซากที่มีขนาดเล็กอุณหภูมิของซากลดลงอย่างรวดเร็ว ทำให้การทำงานของเอนไซม์ในกระบวนการ glycolysis ลดช้าลง ทำให้มีอัตราการลดลงของ pH ช้าลง (ตารางที่ 5) สอดคล้องกับ Den Hertog-Meishke *et al.* (1997) ศึกษาอัตราการลดลงของ pH ที่ต่างกันต่อคุณภาพเนื้อลูกโค แบ่งเป็นเนื้อที่มีอัตราการลดลงของ pH อย่างรวดเร็ว (pH<6.2) อัตราการลดลงของ pH ปานกลาง (pH 6.7 - 6.2) มีอัตราการลดลงของ pH ช้า (pH>6.7) เช่นเดียวกัน พบว่าเนื้อที่มีอัตราการลดลงของ pH ช้าเป็นเนื้อจากซากที่มีน้ำหนักต่ำ เมื่อแช่เย็นอุณหภูมิของเนื้อจึงลดลงอย่างรวดเร็ว อัตราการเกิด glycolysis ในเนื้อช้าลง อัตราการลดลงของ pH จึงช้ากว่าเนื้อในกลุ่มที่มีอัตราการลดลงของ pH รวดเร็วและปานกลาง นอกจากอัตราการลดลงของอุณหภูมิซากหลังฆ่าที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ pH แล้ว ตำแหน่งของกล้ามเนื้อที่แตกต่างกันมีผลต่ออัตราการลดลงของ pH เช่นเดียวกัน Johnson *et al.* (1988) รายงานว่ากล้ามเนื้อสันนอก (*longissimus dorsi*) มีอัตราการลดลงของ pH ต่ำกว่ากล้ามเนื้อ semitendinosus และ Guignot *et al.* (1993) พบว่ากล้ามเนื้อสันใน (*psoas major*) มีอัตราการลดลงของ pH ต่ำกว่ากล้ามเนื้อสันนอก (*longissimus dorsi*) และ trapezius muscle (5.46 - 6.35, 5.48 - 6.72 และ 5.60 - 6.80 ตามลำดับ, P<0.01) และพบว่าการฉีด adrenalin ที่ 3 และ 6 ชั่วโมง เมื่อนำสัตว์เข้าโรงฆ่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และหลังจาก 21 ชั่วโมงหลังจากฉีด adrenalin เข็มแรก มีผลให้กล้ามเนื้อทั้ง 3 ชนิด มี $pH_i$ สูงขึ้น แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างกันทางสถิติที่ pH สุดท้าย ($P<0.01$)

**Table 5** Mean values (±SD) for pH values of *longissimus lumborum* muscles (LL) measured at 45 min and 3, 24 and 48 h postmortem (p.m.) of veal carcasses with a different rate of pH decline (fast, intermediate and slow) (Klont *et al.*, 2000)

| Variable | Fast (n=10) | | Intermediate (n=10) | | Slow (n=10) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mean | SD | Mean | SD | Mean | SD |
| Carcass weight, kg | 149.3 | 10.2 | 149.1 | 14.7 | 137.7 | 19.2 |
| pH 45 min pm | 6.67 | 0.10 | 6.47 | 0.10 | 6.78 | 0.15 |
| pH 3 h pm | $6.17^{x}$ | 0.11 | $6.58^{y}$ | 0.02 | $6.83^{z}$ | 0.07 |
| pH 24 h pm | 5.58 | 0.11 | 5.67 | 0.13 | 5.72 | 0.15 |
| pH 48 h pm | $5.57^{x}$ | 0.5 | $5.56^{x}$ | 0.04 | $5.63^{y}$ | 0.06 |
| Temp. 45 min pm, $^{0}$C | 38.3 | 0.4 | 38.6 | 0.4 | 38.3 | 0.7 |
| Temp. 3 h pm, $^{0}$C | $23.3^{x}$ | 1.9 | $23.0^{x}$ | 1.8 | $21.0^{y}$ | 2.4 |
| Temp. 24 h pm, $^{0}$C | 2.0 | 0.4 | 2.3 | 0.6 | 2.0 | 0.4 |

$^{x, y, z}$ Means value within a row with different superscripts significantly between different experimental groups.

นอกจากนั้นระบบการเลี้ยงและวิธีการในการเก็บเนื้อมีผลต่อค่า pH ของเนื้ออย่างมีนัยสำคัญ Gariepy *et al.* (1998) ศึกษาเปรียบเทียบเนื้อลูกโคที่ได้รับนมเทียมเพียงอย่างเดียว นมเทียมร่วมกับอาหารข้น อาหารข้นเพียงอย่างเดียว นมเทียมร่วมกับอาหารข้น + EDTA และอาหารข้น + EDTA พบว่าเนื้อลูกโคที่ได้รับการเสริมด้วย EDTA มีผลต่อการลดลงของ pH อย่างมีนัยสำคัญและการเก็บเนื้อภายใต้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มี pH ต่ำกว่าการเก็บภายใต้ก๊าซไนโตรเจน ($P<0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**3. ความสามารถในการอุ้มน้ำ** (water holding capacity)

เนื้อมีความสามารถในการอุ้มน้ำแตกต่างกัน เห็นได้จากการตัดเส้นใยกล้ามเนื้อตามยาว จะพบว่าเนื้อบางชนิดจะมีน้ำคงอยู่ เนื้อบางชนิดแห้งมีน้ำน้อย สิ่งที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อความสามารถของการอุ้มน้ำของเนื้อคือสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของเนื้อนั่นเอง เนื้อในสภาพปกติจะมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 6.8 - 7.0 ซึ่งในสภาพเช่นนี้ โมเลกุลของโปรตีนในเนื้อจะมีความเป็นประจุ (ขั้วบวกหรือลบ) อยู่สูง ซึ่งกลุ่มเหล่านี้จะจับน้ำที่อยู่ในเซลล์ของเนื้อไว้ได้ด้วยแรงที่เรียกว่าแรงดึงดูดไฮโดรเจน (hydrogen bond) ทำให้เนื้อมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูงและน้ำไม่ซึมไหลออกจากเนื้อ เมื่อเซลล์ถูกตัด หั่นหรือบด

การเปลี่ยนแปลงของเนื้อภายหลังจากสัตว์ตาย โดยเกิดกรดแลคติกขึ้นในกระบวนการไกลโคไลซิส (glycolysis) มีผลโดยตรงต่อการลดกลุ่มต่างๆ ที่อยู่ในโมเลกุลของโปรตีน ทำให้การจับน้ำที่มีอยู่ในเซลล์ของเนื้อลดลง นอกจากนั้นยังทำให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพธรรมชาติ (denature) และสูญเสียความสามารถในการละลาย (solubility) ของโปรตีนด้วย เป็นผลให้เนื้อมีความสามารถอุ้มน้ำแตกต่างกันไป (เยาวลักษณ์, 2536) ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อลูกโคสามารถวัดได้หลายขั้นตอนได้แก่ การสูญเสียน้ำเนื่องจากการต้ม (boiling loss) การสูญเสียน้ำเนื่องจากการทำละลาย (thawing loss) การสูญเสียน้ำเนื่องจากการย่าง (grilling loss) การสูญเสียน้ำขณะเก็บ (drip loss) และการสูญเสียน้ำเนื่องจากการปรุงอาหาร (cooking loss) เป็นต้น

จากการรายงานของ Fernandez *et al.* (1996) พบว่าการอดอาหารนานก่อนการฆ่า (11 vs 1 ชั่วโมง) ทำให้เนื้อที่ได้มีการสูญเสียน้ำขณะเก็บสูงกว่าการอดอาหารสั้นกว่า ($P<0.10$) แต่ลูกโคที่มีการขนส่งเป็นเวลานานเนื้อที่ได้จะมีค่าการสูญเสียน้ำเนื่องจากการเก็บต่ำกว่าเนื้อลูกโคที่ขนส่งที่ใช้เวลาสั้น ($P<0.10$) และ Johnson *et al.* (1988) รายงานว่าเมื่อระดับของไขมันในอาหารที่เพิ่มขึ้นเนื้อลูกโคที่ได้มีค่าการสูญเสียน้ำขณะเก็บเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ Gariepy *et al.* (1998) รายงานว่าชนิดของอาหารมีผลต่อค่าการสูญเสียน้ำขณะเก็บ คือเนื้อลูกโคที่ได้รับการเสริม EDTA ในอาหารมีค่าการสูญเสียน้ำขณะเก็บสูงกว่าลูกโคในกลุ่มที่ไม่มีการเสริม EDTA ในอาหาร ($P<0.05$)

Klont *et al.* (2000) รายงานว่าเนื้อลูกโคที่มีอัตราการลดลงของ pH สูงและระยะเวลาในการ deboning ที่ 24 ชั่วโมง มีผลต่อค่าการสูญเสียน้ำเนื่องจากการปรุงอาหารสูงกว่าเนื้อลูกโคที่มีอัตราการลดลงของ pH ต่ำและระยะเวลาในการ deboning ที่ 48 ชั่วโมง และ Gariepy *et al.* (1998) พบว่าอาหารมีผลต่อค่าการสูญเสียน้ำเนื่องจากการปรุงอาหารด้วย โดยเนื้อลูกโคที่ได้รับการเสริม EDTA ในอาหารค่าการสูญเสียน้ำเนื่องจากการปรุงอาหารสูงกว่าเนื้อลูกโคในกลุ่มที่ไม่มีการเสริม EDTA ในอาหาร ($P<0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. ความนุ่มของเนื้อ (tenderness)

ความนุ่มเป็นปัจจัยที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญ การรับรู้ความนุ่มด้วยการเคี้ยวนั้นสามารถรับรู้ได้โดยความรู้สึกนุ่มลิ้นและแก้ม แรงต้านต่อแรงบดของฟัน ง่ายต่อการแยกส่วน การยุ่ยละเอียดและการเชื่อมเกาะกัน และปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความนุ่มของเนื้อ ได้แก่ ปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) ลักษณะเส้นใยกล้ามเนื้อ และไขมันแทรก (สัญชัย, 2534) และตัวหลักในการบ่งบอกได้ถึงความนุ่มของเนื้อก็คือ ปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) ที่มีการเปลี่ยนแปลงหลังจากสัตว์ตาย เมื่อเกิดการบ่ม (aging) และเข้าสู่ rigor mortis เนื้อจะมีความนุ่มกว่าเนื้อที่ไม่ผ่านการบ่ม อุณหภูมิมีผลต่อความนุ่มของเนื้อเช่นกัน การแช่เย็นซากที่ทำให้เกิด cold shortening เนื้อที่ได้จะเหนียว เนื่องจาก enzyme ที่ช่วยในการสลาย rigor linkage ต้องใช้อุณหภูมิสูงในการทำให้ pH ลดต่ำลงและทำให้ผนัง lysosome ฉีกขาดแล้วปล่อย enzyme ออกมา ดังนั้นอาจต้องใช้วิธีการเพื่อช่วยให้เนื้อที่ได้มีความนุ่ม เช่น การกระตุ้นซากด้วยไฟฟ้า การบ่ม เป็นต้น (สัญชัย, 2543)

Andrighetto *et al.* (1999) ศึกษาลูกโคที่ได้รับนมเทียมเพียงอย่างเดียวแต่มีระบบการเลี้ยงต่างกัน พบว่าเนื้อลูกโคที่ได้จากการเลี้ยงแบบขังเดี่ยวเนื้อมีความเหนียวกว่าเนื้อลูกโคที่เลี้ยงแบบกลุ่ม ($P<0.10$) แต่ Xiccato *et al.* (2002) รายงานว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมและนมเทียมร่วมกับอาหารข้น และเลี้ยงแบบกลุ่มและขังเดี่ยวเหมือนกัน แต่พบว่าเนื้อลูกโคในกลุ่มที่เลี้ยงแบบขังเดี่ยวเนื้อมีความเหนียวน้อยกว่าเนื้อลูกโคที่เลี้ยงแบบกลุ่ม (1.96 vs 2.30 $kg/cm^2$)

Johnson *et al.* (1988) รายงานว่าการเสริมไขมันในนมเทียมทำให้เนื้อลูกโคที่ได้มีความนุ่มกว่าเนื้อในกลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริมไขมันในนมเทียม และค่าความนุ่มของเนื้อเพิ่มขึ้นตามระดับไขมันที่เพิ่มขึ้นทั้งกล้ามเนื้อ *longissimus dorsi* และ semitendinosus ($P<0.05$) และเนื้อลูกโคที่ได้รับอาหารข้นมีความเหนียวสูงกว่าเนื้อลูกโคที่ได้รับนมเทียมหรือนมเทียมร่วมกับอาหารข้น (Gariepy *et al.*, 1998)

5. การประเมินโดยการตรวจชิม (panel evaluation)

การประเมินโดยการตรวจชิม เป็นคุณภาพโดยรวมของความนุ่ม ความชุ่มน้ำ สี กลิ่นและการยอมรับโดยรวม ซึ่งผู้ตรวจชิมเป็นผู้ที่ผ่านการฝึกฝนการชิมมาเป็นอย่างดี เป็นกลุ่มคนที่มีประสาทรับกลิ่นและรสใกล้เคียงกัน การตรวจชิมมีหลักว่าต้องใช้กลุ่มคนเดียวกัน เวลาที่ตรวจชิมเดียวกัน (ช่วง 9.30 - 10.30 น. หรือ 14.30 - 15.30 น.) ตำแหน่งของกล้ามเนื้อเดียวกัน ไม่เป็นผู้ที่สูบบุหรี่หรือดื่มสุรา (สัญชัย, 2543)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการรายงานของ Fernandez *et al.* (1996) ศึกษาเปรียบเทียบระยะเวลาในการอดอาหารและระยะเวลาในการขนส่งต่อคุณภาพเนื้อลูกโคในด้านการประเมินตรวจชิม พบว่าการขนส่งเป็นเวลานานมีผลให้เนื้อที่ได้มีคะแนนความนุ่มสูงกว่าเนื้อลูกโคที่ขนส่งเป็นเวลาสั้นกว่าทั้งในกล้ามเนื้อ *longisimus lumborum* และ semimembranosus ($P<0.05$) แต่คะแนนความชุ่มฉ่ำ กลิ่นและรสชาติไม่แตกต่างกัน และระยะเวลาในการอดอาหารไม่มีผลต่อการประเมินการตรวจชิม ดังตารางที่ 6

**Table 6** Mean values of sensory traits of *longisimus lumborum* and semimembranosus by durations of feed withdrawal before transport and transport duration[a] (Fernandez *et al.*, 1996)

| Item | TLF[b] | | TD[b] | | SEM |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 h | 11 h | 1 h | 11 h | |
| *Longisimus lumborum* | | | | | |
| Tenderness | 58.4 | 57.5 | 60.3[x] | 55.6[y] | 1.13 |
| Juiciness | 54.1 | 52.9 | 54.7 | 52.3 | 0.67 |
| Flavor | 56.1 | 56.3 | 56.2 | 56.2 | 0.47 |
| Semimembranosus | | | | | |
| Tenderness | 56.6 | 55.3 | 59.0[x] | 53.0[y] | 1.00 |
| Juiciness | 52.0 | 52.2 | 54.0 | 50.3 | 0.71 |
| Flavor | 57.1 | 56.6 | 57.8 | 53.1 | 0.40 |

[a] Mean of 24 calves per treatment.

[b] TLF = time since last feeding before transport to the abattoir; TD = transport duration.

[x, y] Means within a row without a common superscript letter differ ($p<0.05$)

ในด้านอาหารที่ลูกโคได้รับมีผลต่อการประเมินการตรวจชิม จากรายงานของ Johnson *et al.* (1988) การเสริมไขมันในอาหารส่งผลให้เนื้อเมื่อประเมินการตรวจชิมแล้ว พบว่ามีคะแนนความนุ่ม และความชุ่มฉ่ำเพิ่มขึ้นตามระดับไขมันที่เพิ่มขึ้นในอาหาร ($P<0.05$) แต่คะแนนด้านกลิ่นและรสชาติไม่แตกต่างกัน ส่วนกล้ามเนื้อที่ต่างกันในการตรวจชิมไม่มีผลต่อคะแนนความชุ่มฉ่ำ กลิ่นและรสชาติ แต่กล้ามเนื้อ *longissimus dorsi* มีคะแนนความนุ่มสูงกว่ากล้ามเนื้อ semitendinosus (ตารางที่ 6) และลูกโคที่ได้รับอาหารข้นหรือนมเทียมร่วมกับอาหารข้น เนื้อที่ได้จะมีกลิ่นรุนแรงกว่าเนื้อลูกโคที่ได้รับนมเทียมเพียงอย่างเดียว (Gariepy *et al.*, 1998)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**Table 7** Sensory scores and shear values of veal roasts (Johnson *et al.*, 1988)

| Parameter | Muscle | | | | Treatment | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | LD | ST | SE | | 1 | 2 | 3 | 4 | SE |
| Tenderness | 8.58[a] | 7.49[b] | 0.45 | LD | 5.57[a] | 9.32[b] | 9.62[b] | 9.82[b] | 0.60 |
| | | | | ST | 4.81[a] | 8.09[b] | 9.00[b] | 8.06[b] | 0.48 |
| Juiciness | 7.35 | 7.49 | 0.17 | LD | 6.73 | 7.62 | 7.63 | 7.42 | 0.76 |
| | | | | ST | 5.41[a] | 8.02[bc] | 8.93[c] | 7.60[b] | 0.46 |
| Flavor | 6.32 | 6.33 | 0.17 | LD | 5.72[a] | 6.12[b] | 6.52[b] | 6.91[b] | 0.43 |
| | | | | ST | 6.18[a] | 6.71[ab] | 6.42[ab] | 6.00[b] | 0.46 |

[a-c] Any two means in the same line within muscles or treatments followed by different letters are significantly different at $P<0.05$ using Duncan's new multiple rang test.

Xiccato *et al.* (2002) รายงานว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมเปรียบเทียบกับลูกโคที่ได้รับนมเทียมร่วมกับอาหารข้น เนื้อที่ได้มีคะแนนความนุ่ม และความชุ่มฉ่ำไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับระบบการเลี้ยง พบว่าไม่มีผลต่อการประเมินการตรวจชิม แต่ Andrighetto *et al.* (1999) พบว่าระบบการเลี้ยงแบบกลุ่ม เนื้อลูกโคที่ได้มีคะแนนความนุ่ม กลิ่นและรสชาติสูงกว่าระบบการเลี้ยงแบบขังเดี่ยวและในด้านคะแนนความชุ่มฉ่ำระบบการเลี้ยงที่ต่างกันไม่มีผลต่อค่าคะแนนที่ได้

**6. องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ** (chemical composition)

จากรายงานของ Beauchemin *et al.* (1990) เปรียบเทียบเนื้อลูกโคที่ได้รับนมเทียมกับนมเทียมที่เสริมด้วย barley concentrate (BC) และ whole shelled corn (CS) พบว่าเนื้อลูกโคที่ได้รับนมเทียมและเสริมด้วยอาหารข้น มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนและเถ้าสูงกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียม ($P<0.05$) แต่เปอร์เซ็นต์ไขมันทั้งหมด (total lipid) ในเนื้อลูกโคที่ได้รับนมเทียมมีค่าสูงกว่าเนื้อลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่เสริมด้วยอาหารข้น ($P<0.01$) ส่วนเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งของเนื้อไม่แตกต่างกัน แต่ Xiccato *et al.* (2002) รายงานว่าเนื้อลูกโคที่ได้รับนมเทียมและเสริมด้วยอาหารข้น (maize) มีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงกว่าเนื้อลูกโคที่ได้รับนมเทียม แต่ลูกโคทั้ง 2 กลุ่มมีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง โปรตีนและเถ้าไม่แตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**คุณภาพไขมันในเนื้อลูกโค** (fat quality of veal)

คุณภาพไขมันส่วนใหญ่จะกล่าวถึงเนื้อเยื่อไขมันในซากสัตว์ที่สามารถมองเห็นได้ โครงสร้างและคุณภาพความแข็งที่ดี ซึ่งหมายถึง ไขมันขาวในสุกร และไขมันสีครีมขาวในเนื้อโค และแกะ ซึ่งเป็นที่ยอมรับของร้านขายเนื้อและอาหาร คุณภาพไขมันในสัตว์มีอิทธิพลเนื่องจากอาหารที่ได้รับ เนื่องจากพันธุกรรมและเพศ เป็นต้น (สัญชัย, 2543)

**กรดไขมัน** (fatty acid)

กรดไขมันเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในลิปิดเกือบทุกชนิด ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นสารประกอบคาร์บอนต่อกันเป็นสายยาว และมีกลุ่มคาร์บอกซิล (carboxyl group, COOH) ที่ปลาย นับตั้งแต่สารที่มีจำนวนคาร์บอน 3 อะตอม จนถึงสารที่มีจำนวนคาร์บอนมากกว่า 20 อะตอม ที่พบมากที่สุดจะมีคาร์บอน 16 หรือ 18 อะตอม กรดไขมันบางชนิดมีพันธะเดี่ยว (single bond) บางชนิดมีพันธะคู่ (double bond) ดังนั้นอาจจะจำแนกชนิดของกรดไขมันตามลักษณะของพันธะที่มีอยู่ในโมเลกุลได้ 2 ชนิด (สุรีย์, 2535; บุญล้อม, 2541)

1. กรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid)

เป็นกรดไขมันที่มีพันธะคู่อยู่ในโมเลกุล จำนวนพันธะในกรดไขมันไม่อิ่มตัวอาจมีไม่เท่ากัน เช่น พวกที่มีพันธะคู่ในโมเลกุลเพียงคู่เดียว (monoenoic) หรือ อาจมี 2 คู่ (dienoic) หรืออาจมี 3 คู่ (trienoic) และถ้ามีหลายคู่ เรียกว่า polyenoic

2. กรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid)

เป็นกรดไขมันที่มีแต่พันธะเดี่ยว ซึ่งจะมีโครงสร้างอยู่ในแนวตรงมีสูตรทั่วไปเป็น $C_nH_{2n+1}COOH$ เป็นกรดไขมันที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ มีความไวต่อปฏิกิริยาเคมีมากกว่า กรดไขมันที่มีพันธะคู่มากกว่า 1 คู่ เรียกว่า polyunsaturated fatty acid (PUFA) ตัวอย่างของกรดไขมันอิ่มตัว ได้แก่ butyric fatty acid เป็นกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบของไขมันเนย และ palmitic acid และ stearic acid เป็นองค์ประกอบของกรดไขมันของสัตว์และพืชทุกชนิด

จากการรายงาน Xiccato *et al.* (2002) พบว่าอาหารและระบบการเลี้ยงที่ลูกโคได้รับมีผลต่อองค์ประกอบของไขมันในเนื้อ โดยเนื้อลูกโคที่ได้รับนมเทียมจะมีกรดไขมันประเภท polyunsaturated fatty acid (C18:2, C18:3, C20:4 และ C20:5) สูงกว่าเนื้อลูกโคในกลุ่มที่ได้รับนมเทียมและเสริมด้วยอาหารข้น และเนื้อลูกโคในกลุ่มที่เลี้ยงแบบขังเดี่ยวมีกรดไขมันประเภท polyunsaturated fatty acid สูงกว่าเนื้อลูกโคที่มีการเลี้ยงแบบกลุ่ม ดังตารางที่ 8

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สัญชัยและคณะ (2544) และวิษณุ และคณะ (2545) รายงานว่าเนื้อลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากแป้งถั่วเหลือง 10% มีปริมาณกรด palmatic (C16:0), stearic (C18:0), oleic (C18:1), linoleic (18:2) และ arachidonic (C20:4) สูงกว่าเนื้อลูกโคที่ได้รับนมสด นมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากนม และนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากถั่วเหลือง 5% แต่ลูกโคทั้ง 2 กลุ่มมีปริมาณกรด linolenic (C18:3) ไม่แตกต่างกัน

**Table 8** Fatty acid (FA) composition (% of total FA) of longissimus muscle (Xiccato *et al.*, 2002)

| | Housing | | *P* | Feeding | | *P* | R.S.D. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Individual | Group | | Milk | Maize | | |
| C12:0 lauric | 0.43 | 0.41 | n.s. | 0.43 | 0.41 | n.s. | 0.05 |
| C14:0 myristic | 4.57 | 4.52 | n.s. | 4.57 | 4.51 | n.s. | 0.67 |
| C14:1 myristoleic | 0.65 | 0.69 | n.s. | 0.64 | 0.69 | n.s. | 0.19 |
| C15:1 *cis* | 0.15 | 0.16 | n.s. | 0.15 | 0.16 | n.s. | 0.07 |
| C16:0 palmatic | 23.70 | 23.30 | n.s. | 23.20 | 23.80 | * | 1.20 |
| C16:1 *cis* | 3.26 | 3.18 | n.s. | 3.22 | 3.21 | n.s. | 0.38 |
| C17:0 | 0.65 | 0.65 | n.s. | 0.64 | 0.66 | n.s. | 0.10 |
| C17:1 *cis* | 0.34 | 0.30 | n.s. | 0.31 | 0.34 | n.s. | 0.20 |
| C18:0 stearic | 15.06 | 14.94 | n.s. | 15.04 | 14.97 | n.s. | 1.18 |
| C18:1 *n*-9 oleic | 38.58 | 37.84 | n.s. | 37.79 | 38.63 | n.s. | 2.12 |
| C18:2 *n*-6 linoleic | 9.29 | 10.31 | ** | 10.26 | 9.36 | * | 1.70 |
| C18:3 *n*-3 linolenic | 0.44 | 0.46 | n.s. | 0.46 | 0.44 | * | 0.04 |
| C20:0 | 0.08 | 0.07 | n.s. | 0.07 | 0.08 | n.s. | 0.07 |
| C20:1 *n*-9 | 0.20 | 0.19 | n.s. | 0.20 | 0.20 | n.s. | 0.07 |
| C20:2 *n*-6 | 0.09 | 0.09 | n.s. | 0.09 | 0.09 | n.s. | 0.05 |
| C20:3 n-3 | 0.36 | 0.40 | n.s. | 0.40 | 0.35 | n.s. | 0.13 |
| C20:4 n-6 arachidonic | 2.00 | 2.27 | n.s. | 2.28 | 1.99 | n.s. | 0.62 |
| C20:5 n-3 EPA | 0.15 | 0.16 | n.s. | 0.17 | 0.14 | n.s. | 0.07 |
| Saturated FA (SFA) | 44.59 | 44.08 | n.s. | 44.12 | 44.54 | n.s. | 1.64 |
| Monounsaturated FA | 43.02 | 42.21 | n.s. | 42.16 | 43.07 | n.s. | 2.34 |
| Polyunsaturated FA (PUFA) | 12.38 | 13.73 | * | 13.73 | 12.38 | * | 2.36 |
| PUFA/SFA | 1.25 | 1.27 | n.s. | 1.27 | 1.25 | n.s. | 0.08 |

n.s.; *P<0.05; **P<0.01.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**คอลเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์** (cholesterol and triglyceride)

คอลเลสเตอรอล เป็นสเตอรอยด์ (steroid) ที่พบมากในสัตว์ เป็นส่วนประกอบของเซลล์และพลาสมา lipoprotein ในรูปของ free cholesterol และ cholesteryl ester (long - chain fatty acid) คอลเลสเตอรอลสังเคราะห์มาจาก acetyl Co - A ซึ่งเกิดจากกระบวนการ metabolism ในร่างกายสัตว์และอาจเป็นได้มาจากอาหารที่กินเข้าไป เช่น ไข่แดง เนื้อ ตับ และสมอง โดยสามารถขับออกจากร่างกายได้โดยอาศัยกรดน้ำดี คอลเลสเตอรอลเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของสมอง เป็นสารตั้งต้นของสเตอรอยด์ชนิดอื่น ได้แก่ กรดน้ำดี ฮอร์โมนเพศชายและหญิง ฮอร์โมนจากต่อมหมวกไต และวิตามินดี พบว่าถ้ามีคอลเลสเตอรอลมากเกินไปในเลือดจะทำให้เกิดปัญหาเส้นเลือดอุดตันซึ่งเป็นอันตรายโดยเฉพาะเส้นเลือดหัวใจ (Murray, 2000)

ไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) เป็นเอสเทอร์ระหว่างกลีเซอรอลกับกรดไขมัน 3 กลุ่ม ในสภาพปกติจะเป็นของแข็งหรือของเหลว ขึ้นอยู่กับกรดไขมันที่มาประกอบ ในสัตว์กลีเซอไรด์จะมีกรดไขมันไม่อิ่มตัว เช่น palmitic acid ประกอบอยู่มากจึงมีจุดหลอมเหลวสูง และมีลักษณะเป็นของแข็ง หรือกึ่งแข็งกึ่งเหลวที่อุณหภูมิห้อง

สำหรับปริมาณคอลเลสเตอรอลที่อยู่ในเนื้อ พบว่าในเนื้อลูกโคที่เลี้ยงด้วยนมเทียมมีปริมาณคอลเลสเตอรอลในเนื้อเท่ากับ 61.24 mg/100g เนื้อ และเนื้อลูกโคที่เลี้ยงด้วยนมเทียมร่วมกับอาหารข้นมีปริมาณคอลเลสเตอรอลในเนื้อเท่ากับ 60.37 mg/100g เนื้อ ($P>0.05$) (Xiccato *et al.*, 2002) สอดคล้องกับ Agboola *et al.* (1990) รายงานว่าปริมาณคอลเลสเตอรอลในเนื้อลูกโคที่ได้รับการเสริม monosodium phosphate และวิตามิน อี ในอาหารเปรียบเทียบกับเนื้อลูกโคในกลุ่มที่ไม่มีการเสริม พบว่ามีปริมาณคอลเลสเตอรอลในเนื้อไม่แตกต่างกัน ซึ่งมีปริมาณคอลเลสเตอรอลในเนื้อมีปริมาณใกล้เคียงกัน เท่ากับ 55.4-67.6 mg/100g เนื้อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved