บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

สมรรถภาพการผลิต

ปริมาณอาหารเฉลี่ยที่กินต่อวัน (average daily feed intake)

ลูกโคในควบคุมและลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง 15% ในสัปดาห์ที่ 8 ของการทดลองมีค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่กินต่อวันสูงสุด ($P<0.05$) รองลงมาได้แก่ ลูกโคที่ได้รับนมเทียมเชิงพาณิชย์ตรา Mamamate ลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง 15% ในสัปดาห์ที่ 4 และ 6 ของการทดลองตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบลูกโคทดลองในกลุ่มที่ได้รับแป้งถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบ (กลุ่มที่ 2, 3, 4 และ 5) พบว่าค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน และมีแนวโน้มค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารเฉลี่ยที่กินต่อวันต่ำกว่ากลุ่มควบคุม โดยลูกโคกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง 15% ในสัปดาห์ที่ 6 ของการทดลอง มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด ปริมาณอาหารเฉลี่ยที่กินต่อวันที่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบน่าจะเป็นผลจากอาการท้องร่วงที่เกิดขึ้นกับลูกโคที่ได้รับอาหารที่มีแป้งถั่วเหลือง ทำให้ลูกโคอ่อนเพลียและกินนมได้ลดลงทั้งนี้ขึ้นกับอายุของลูกโค ปริมาณเอ็นไซม์ที่ช่วยย่อยและความสามารถในการปรับตัวของลูกโคแต่ละตัวเป็นสำคัญ ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับรายงานการทดลองของ Khorasani *et al.* (1998) รายงานว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มี isolate soy protein จะมีค่าปริมาณการกินได้ต่ำกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มี skim milk เป็นส่วนประกอบอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$) เช่นเดียวกับ Silva and Huber (1986) รายงานว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากนมจะมีปริมาณการกินได้สูงกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจาก modified soybean protein และ heated soybean protein อย่างมีนัยสำคัญ และพบว่าลูกโคในกลุ่มที่ได้รับโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นมีอาการท้องร่วงสูง เนื่องจากมีการแพ้โปรตีนถั่วเหลืองทำให้เกิดความผิดปกติของ villi โดย villi จะมีลักษณะสั้นทู่ ดดม้วน ทำให้ลดพื้นที่ในการดูดซึม (Seegraber and Morill, 1982) ทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของอาหารต่ำประกอบกับการที่ลูกโคมีการกินได้ต่ำส่งผลให้ลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลืองมีสมรรถภาพในการผลิตต่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับลูกโคทดลองที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง 15% ในสัปดาห์ที่ 6 ของการทดลองที่มีค่าปริมาณอาหารที่กินต่อวันต่ำกว่ากลุ่มอื่น โดยเฉพาะกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลืองในสัปดาห์ที่ 6 ของการทดลอง น่าจะมีสาเหตุจากในระหว่างการทดลองลูกโคในกลุ่มที่ 2 มีอัตราการตายสูงจากท้องร่วง จึงต้องเปลี่ยนโคทดลองประกอบกับไม่สามารถหาลูกโคที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกันได้ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเริ่มต้นทดลองของกลุ่มที่ 2 จึงมีค่าสูงกว่าลูกโคในกลุ่มอื่น ๆ ซึ่งมีผลต่อการทดลอง เนื่องจากลูกโคที่มีน้ำหนักแรกเกิดสูงจะมีความสามารถในการเจริญเติบโตและการใช้ประโยชน์จากโปรตีนในถั่วเหลืองได้ดีกว่า (Akinyele and Harshbarger, 1993)

ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (total feed intake)

สอดคล้องกับปริมาณอาหารที่กินได้เฉลี่ยต่อวัน โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากลูกโคมีการย่อยและใช้ประโยชน์ได้จากโปรตีนถั่วเหลืองสูงขึ้นเมื่อลูกโคมีอายุมากขึ้น ซึ่งลูกโคสามารถผลิตเอ็นไซม์ amylase ที่ใช้ในการย่อยแป้งได้มากขึ้น ซึ่งแป้งเป็นแหล่งพลังงานหลักจากแป้งถั่วเหลืองจึงทำให้ลูกโคสามารถใช้ประโยชน์จากแป้งถั่วเหลืองได้มากขึ้น (Dowson *et al.*, 1988) สอดคล้องกับ Seegraber and Morril (1979) รายงานว่านมสดมีการย่อยและดูดซึมได้สูงกว่าโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นและแป้งถั่วเหลือง โดยศึกษาประเมินค่าการดูดซึมได้ที่ลำไส้เล็กจากการใช้ xylose absorption test พบว่านมสด โปรตีนถั่วเหลืองและแป้งถั่วเหลืองมีค่าการดูดซึมได้เท่ากับ 12.4, 4.2 และ 4.2 ตามลำดับ นอกจากชนิดของนมที่มีผลต่อการย่อยได้ของลูกโคแล้ว พบว่าน้ำหนักแรกคลอดของลูกโค ฤดูกาล กระบวนการผลิตที่แตกต่างกันหรืออายุที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการย่อยได้ของลูกโคด้วยเช่นกัน เช่นเดียวกับ Campos and Huber (1983) รายงานว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากนมและนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น 20% มีการย่อยได้ของวัตถุแห้ง และโปรตีนเพิ่มขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้นและอาการท้องร่วงในลูกโคที่ได้รับโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้น

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (weight gain)

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของลูกโคในกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักเพิ่มสูงที่สุด ($P<0.05$) และกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง 15% ในสัปดาห์ที่ 4 และ 6 ของการทดลองมีค่าน้ำหนักเพิ่มต่ำกว่าลูกโคในกลุ่มอื่น ๆ ($P<0.05$) สำหรับกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง 15% ในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของการทดลองเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับนมเทียมเชิงพาณิชย์ตรา Mamamate ที่มีแป้งถั่วเหลืองเช่นเดียวกัน พบว่าลูกโคกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง 15% ในสัปดาห์ที่ 4 และ 6 ของการทดลอง มีค่าน้ำหนักเพิ่มต่ำกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมเชิงพาณิชย์ตรา Mamamate และนมเทียม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่มีแป้งถั่วเหลือง 15% ในสัปดาห์ที่ 8 ของการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณอาหารที่กินได้เฉลี่ยต่อวันของลูกโค และเป็นผลจากการใช้โปรตีนถั่วเหลืองมีผลให้ลูกโคท้องร่วง โดยเฉพาะในลูกโคที่เปลี่ยนอาหารในขณะอายุน้อยจะมีน้ำหนักเพิ่มต่ำกว่า เนื่องจากความสามารถในการย่อยได้ของโปรตีนโดยเอนไซม์ที่ผลิตจากทางเดินอาหารจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อลูกโคมีอายุมากขึ้น และสาเหตุที่โปรตีนจากนมมีการย่อยและนำไปใช้ประโยชน์ได้ดีกว่าโปรตีนของแป้งถั่วเหลืองเพราะว่าโปรตีนในนมที่เรียกว่า casein เป็นตัวกระตุ้นการหลั่งของ chymosin ที่ทำให้นมสามารถจับตัวกันได้ดีที่ abomasum ดังนั้นนมจึงมีอัตราการไหลผ่านที่ abomasum ต่ำทำให้มีการย่อยและมีการใช้ประโยชน์ได้ดีกว่าโปรตีนจากแป้งถั่วเหลือง (Kanjanapruthipong, 1998) ซึ่ง Akinyele and Harshbarger (1993) รายงานว่าการใช้นมเทียมที่มีโปรตีนถั่วเหลืองจะมีผลให้ลูกโคมีน้ำหนักเพิ่มน้อย เนื่องจากเกิดการท้องร่วงทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักตัว โดยเฉพาะการสูญเสียน้ำหนักตัวจะเกิดขึ้นมากเมื่ออายุลูกโคน้อย

นอกจากนั้น Lalles *et al.* (1995) ก็รายงานสอดคล้องกันว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีโปรตีนจากแป้งถั่วเหลืองจะมีน้ำหนักเพิ่มต่ำกว่าลูกโคที่ได้รับหางเนยเป็นแหล่งโปรตีนในนมเทียมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) และ Dowson *et al.* (1988) รายงานว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีโปรตีนจากนมใน 3 สัปดาห์แรกจะมีน้ำหนักเพิ่มสูงกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีโปรตีนจากถั่วเหลือง แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 6 ลูกโคในกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีโปรตีนจากถั่วเหลืองจะมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น เนื่องจากลูกโคสามารถปรับตัวได้ดีขึ้นและมีปริมาณเอนไซม์ที่ใช้ย่อยเพิ่มขึ้น

สอดคล้องกับ Xu *et al.* (1997) รายงานว่าลูกโคที่ได้รับหางนมจะมีอัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวสูงกว่าลูกโคที่ได้รับ soybean protein (SBP) 1.0 - 6.0 kg และพบว่าประสิทธิภาพการใช้อาหารของลูกโคที่ได้รับ HSF ต่ำกว่าลูกโคในกลุ่มควบคุมและ HSPI ส่วนน้ำหนักซากนั้นพบว่าลูกโคกลุ่มควบคุมและ HSPI มีน้ำหนักซากไม่แตกต่างกัน แต่ลูกโคในกลุ่มที่ได้รับ HSF ต่ำกว่าลูกโคในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนั้น Jerkin (1981) ศึกษาเปรียบเทียบการใช้หางนมเป็นแหล่งโปรตีนในนมเทียมสำหรับเลี้ยงลูกโค กับการใช้แหล่งโปรตีนจากแป้งถั่วเหลือง และมีการเสริมด้วยเอนไซม์ pepsin และ pancreatin พบว่าการเสริมเอนไซม์ pepsin และ pancreatin ในนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลืองมีผลให้ลูกโคน้ำหนักเพิ่มต่อวันต่ำกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากหางนมและแป้งถั่วเหลืองที่ไม่มีการเสริมด้วยเอนไซม์ ($P<0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (average daily gain)

อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันในกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมา ได้แก่ ลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง 15% ในสัปดาห์ที่ 8 ของการทดลอง และลูกโคที่รับนมเทียมในเชิงพาณิชย์ตรา Mamamate ตามลำดับ และลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง 15% ในสัปดาห์ที่ 4 และ 6 ของการทดลองมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันต่ำกว่าลูกโคในกลุ่มควบคุมอย่างเห็นได้ชัด ($P<0.05$) อัตราการเจริญเติบโตต่อวันของกลุ่มทดลองสอดคล้องกับปริมาณอาหารที่กินและน้ำหนักเพิ่ม โดยกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบมีแนวโน้มค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตต่อวันต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากนมเป็นส่วนประกอบ เนื่องจากแป้งถั่วเหลืองมีการย่อยได้ของโปรตีนและไขมันต่ำกว่านมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากนม และการนำไปใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนถั่วเหลืองที่มี amino balance ต่างจากโปรตีนจากนม ทำให้ลูกโคที่ได้รับโปรตีนถั่วเหลืองมีอัตราการเจริญต่ำกว่า (Xu *et al.*, 1997) ผลการทดลองสอดคล้องกับรายงานของ Kanjanapruthipong (1998) รายงานว่าลูกโคที่ได้รับแป้งถั่วเหลืองในนมเทียมจะมีการย่อยได้ต่ำกว่า เนื่องจากแป้งถั่วเหลืองไม่สามารถจับตัวตกตะกอนได้ในกระเพาะ และมี trypsin inhibitor ซึ่งเป็นสาเหตุให้ลำไส้เกิดแผลและ villi ผิดปกติ ทำให้มีผลต่อการดูดซึม และการเสริมกรดอะมิโนในอาหารแทนนมหรือนมเทียม สามารถเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตได้

สอดคล้องกับสัญชัย และคณะ (2544) รายงานว่า ลูกโคที่เลี้ยงด้วยนมสด (กลุ่มควบคุม) มีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด รองลงมาคือ กลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารแทนนม และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารแทนนมที่ทดแทนโปรตีนด้วยแป้งถั่วเหลือง 5 และ 10% ตามลำดับ อีกทั้งยังสอดคล้องกับไพโรจน์ (2544) รายงานว่าสมรรถภาพการผลิตลูกโคที่เลี้ยงด้วยนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากหางนมเปรียบเทียบกับลูกโคที่เลี้ยงด้วยนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง 50% พบว่าลูกโคในกลุ่มที่เลี้ยงด้วยนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากหางนมมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันดีกว่าลูกโคที่เลี้ยงด้วยนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง 50% อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) และลูกโคที่เลี้ยงด้วยนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลืองเมื่อมีการเสริมกรดอะมิโน ได้แก่ ไลซีนและเมทไทโอนีน 0.05% พบว่าอัตราการเจริญเติบโตต่อวันมีแนวโน้มดีกว่าลูกโคในกลุ่มที่ไม่มีการเสริมกรดอะมิโน นอกจากนั้น Khorasani *et al.* (1989) รายงานว่าการทดแทนโปรตีนในนมเทียมด้วยแป้งถั่วเหลือง 40 และ 60% และ meat solubles (MS) ที่ 40 และ 60% พบว่าลูกโคที่ได้รับ SM – 100 มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่ทดแทนโปรตีนในนมเทียมด้วยแป้งถั่วเหลือง 40 และ 60% ($P< 0.05$) แต่เมื่อเทียบกับการใช้ SF – 40 และ SF – 60 ในนมเทียมสำหรับลูกโค พบว่าไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อัตราการแลกน้ำหนัก (feed conversion ratio)

อัตราการแลกน้ำหนักของลูกโคในกลุ่มควบคุม ลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่แป้งถั่วเหลืองในสัปดาห์ที่ 8 ของการทดลองและนมเทียมในเชิงพาณิชย์ตรา Mamamate มีค่าใกล้เคียง แต่ลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลืองในสัปดาห์ 4 และ 6 ของการทดลองมีค่าเฉลี่ยอัตราการแลกน้ำหนักต่ำกว่าลูกโคในกลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ และพบว่ากลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่ไม่มีแป้งถั่วเหลือง (กลุ่มควบคุม) มีแนวโน้มอัตราการแลกน้ำหนักดีที่สุด สอดคล้องกับ Xu *et al.* (1997) ที่รายงานว่า ลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มี soybean protein จะมีอัตราการแลกน้ำหนักต่ำกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีหางนมเป็นส่วนประกอบอย่างมีนัยสำคัญ และไพโรจน์ (2544) รายงานว่าสมรรถภาพการผลิตลูกโคที่เลี้ยงด้วยนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากหางนมเปรียบเทียบกับลูกโคที่เลี้ยงด้วยนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง 50% พบว่าลูกโคในกลุ่มที่เลี้ยงด้วยนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากหางนมมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ดีกว่าลูกโคที่เลี้ยงด้วยนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง 50% อย่างมีนัยสำคัญ และลูกโคที่เลี้ยงด้วยนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลืองเมื่อมีการเสริมกรดอะมิโน ได้แก่ ไลซีนและเมทไทโอนีน 0.05% พบว่าอัตราการเจริญเติบโตต่อวันและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม มีแนวโน้มดีกว่าลูกโคในกลุ่มที่ไม่มีการเสริมกรดอะมิโน

แต่ Erickson *et al.* (1989) พบว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมและ soy protein concentrate ที่มีการเสริมกรดอะมิโนเมทไทโอนินมีอัตราการแลกน้ำหนักไม่แตกต่างกัน แต่ลูกโคในกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นที่ผ่านการ treated ด้วยกรดเกลือ (HCl) มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีกว่าลูกโคในกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นที่ไม่ผ่านการ treated เนื่องจากกรดสามารถลดการทำงานของ trypsin inhibitor ได้ นอกจากนั้น Xu *et al.* (1997) รายงานว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากหางนมมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารสูงกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจาก soy flour heated

ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (feed efficiency)

ลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่ไม่มีแป้งถั่วเหลือง (กลุ่มควบคุม) มีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยเฉพาะกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลืองในสัปดาห์ที่ 4 และ 6 ของการทดลอง สอดคล้องกับสัญชัยและคณะ (2544) ที่รายงานว่าลูกโคที่เลี้ยงด้วยอาหารแทนนม (นมเทียม) มีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่าลูกโคที่เลี้ยงด้วยอาหารแทนนมที่ทดแทนโปรตีนด้วยแป้งถั่วเหลือง 5 และ 10% และทุกกลุ่มดังกล่าวยังมีประสิทธิภาพการใช้อาหารต่ำกว่าการเลี้ยงด้วยนมสด สอดคล้องกับวิษณุและคณะ (2545) รายงาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากแป้งถั่วเหลือง 5 และ 10% มีประสิทธิภาพการใช้อาหารด้อยกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากนมและลูกโคที่ได้รับนมสด

สอดคล้องกับ Mir *et al.* (1991) รายงานว่าการใช้โปรตีนถั่วเหลืองที่ผ่านกระบวนการแตกต่างกันมีผลต่อสมรรถภาพการผลิตแตกต่างกัน 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 ได้ถูกทำลายมากกว่าการใช้ความร้อนแห้ง และการสกัดด้วยแอลกอฮอล์ ดังนั้นลูกโคที่ได้รับ extruded soybean meal และ fermented soybean meal จึงมีน้ำหนักเพิ่มและประสิทธิภาพในการใช้อาหารสูงกว่า

นอกจากนั้น Xiccato *et al.* (2002) รายงานว่า ลูกโคจะได้รับนมเทียมเพียงอย่างเดียวจะมีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีการเสริมด้วยอาหารข้น และ Joslin *et al.* (2002) พบว่าการใช้ lactoferrin ซึ่งเป็นธาตุเหล็กที่จับอยู่กับไกลโคโปรตีน (iron - binding glycoprotein) สามารถต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์ (*Escherichia coli*, *Vibrio cholerea* และ *Steptococcus mutans*) โดยพบว่าการใช้ lactoferrin ทำให้ลูกโคมีน้ำหนักเพิ่มและประสิทธิภาพการใช้อาหารสูงกว่าลูกโคในกลุ่มควบคุม และการใช้ lactoferrin ที่ระดับ 1 g/d มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าการใช้ที่ 10 g/d หรือการใช้ antibiotics หรือ probiotics ให้ผลเช่นเดียวกัน นั่นคือ มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและประสิทธิภาพการใช้อาหารของลูกโคสูงกว่า (Donovan *et al.*, 2002)

ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (cost of feeding)

ต้นทุนค่าอาหารในช่วงสัปดาห์ที่ 0 - 4 ของการทดลอง ลูกโคกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง 15% ในสัปดาห์ที่ 6 ของการทดลอง มีต้นทุนค่าอาหารสูงกว่าลูกโคในกลุ่มอื่น เนื่องจากลูกโคมีน้ำหนักเริ่มต้นต่ำและลูกโคอยู่ในช่วงการปรับตัว มีการเจริญเติบโตต่ำ ทำให้มีน้ำหนักเพิ่มต่ำมาก ส่งผลให้ต้นทุนค่าอาหารสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ และเมื่อพิจารณาต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด พบว่าลูกโคกลุ่มที่ได้รับนมเทียมในเชิงพาณิชย์ตรา Mamamate มีต้นทุนค่าอาหารต่ำกว่าลูกโคกลุ่มอื่น ๆ และเมื่อเปรียบเทียบต้นทุนค่าอาหารของลูกโคในกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากนมและนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง พบว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลืองมีต้นทุนค่าอาหารต่ำกว่าลูกโคในกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากนม เนื่องจากต้นทุนของนมเทียมที่ใช้แป้งถั่วเหลืองมีต้นทุนต่ำกว่านมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากนมมาก สอดคล้องกับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สัญชัย และคณะ (2544) รายงานว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง 10% มีแนวโน้มต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นต่ำกว่าลูกโคที่ได้รับนมสดและนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากนม แต่วิษณุ และคณะ (2545) รายงานว่าต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของลูกโคที่ได้รับนมสด นมเทียมและนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง 5 และ 10% มีต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกัน

การศึกษาด้านคุณภาพซากลูกโค (carcass quality)

คุณภาพซากของลูกโคแต่ละกลุ่มการทดลอง ในด้านของเปอร์เซ็นต์ซาก ความยาวซากและพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันมีค่าใกล้เคียงกัน แต่น้ำหนักเข้าฆ่าของลูกโค พบว่าลูกโคในกลุ่มควบคุม ลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลืองในสัปดาห์ที่ 8 ของการทดลองและนมเทียมในเชิงพาณิชย์ ตรา Mamamate มีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนลูกโคในกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลืองในสัปดาห์ที่ 4 และ 6 ของการทดลองมีค่าต่ำกว่าลูกโคในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อเปรียบเทียบลูกโคในกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลืองด้วยกัน พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนน้ำหนักซากอุ่นและเย็นนั้น ลูกโคในกลุ่มควบคุมมีค่าสูงสุด ($P<0.05$) รองลงมาคือ ลูกโคที่ได้รับนมเทียมในเชิงพาณิชย์ ตรา Mamamate และลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง 15% ในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของการทดลองมีค่าต่ำกว่าลูกโคในกลุ่มควบคุม ($P<0.05$) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ Lalles *et al.* (1995) รายงานว่าน้ำหนักซากลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มี skim milk และ whey + hydrolyzed soyprotein isolate มีค่าไม่แตกต่างกัน แต่ลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มี whey + soy flour heated จะมีน้ำหนักซากต่ำกว่าทั้ง 2 กลุ่มอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) นอกจากนั้นพบว่าการเสริม maize grain ร่วมกับนมเทียมจะทำให้มีน้ำหนักซากอุ่นและเย็นสูงกว่าการใช้นมเทียมเพียงอย่างเดียว (Xiccato *et al.*, 2002)

สอดคล้องกับ Scheeder *et al.* (1999) รายงานว่าลูกโคที่ได้รับอาหารข้น (maize and concentrate, MSC) จะมีเปอร์เซ็นต์ซากต่ำกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมและใช้เวลาในการทำน้ำหนักซากให้เท่ากันนานกว่า แต่คะแนนรูปร่างโดยรวมลูกโคที่ได้รับ MSC มีคะแนนรูปร่างดีกว่า และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเพศ พบว่าลูกโคเพศเมียที่ได้รับ MSC มีน้ำหนักซากต่ำกว่าลูกโคเพศผู้ที่ได้รับ MSC และมีไขมันเป็นองค์ประกอบของซากมากกว่ากลุ่มควบคุม แต่ลูกโคเพศผู้ที่ได้รับนมเทียมและ MSC มีน้ำหนักซากใกล้เคียงกัน แต่สัญชัย และคณะ (2544) รายงานว่าลูกโคที่ได้รับนมสด นมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากนม และนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง 5 และ 10% มีน้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักซากเย็น เปอร์เซ็นต์ซาก ความยาวซาก และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันไม่แตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนั้น Bouchard *et al.* (1980) ได้ศึกษาเปรียบเทียบแหล่งของโปรตีนในนมเทียมที่ต่างกัน (เนื้อร่วมกับกระดูกป่นและแป้งถั่วเหลือง) ต่อคุณภาพซากลูกโค พบว่าลูกโคที่ได้รับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากแป้งถั่วเหลืองและเนื้อและกระดูกป่นมีน้ำหนักสุดท้าย อายุที่เข้าฆ่า เปอร์เซ็นต์ซากไม่แตกต่างกัน แต่ลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากแป้งถั่วเหลืองมีพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันสูงกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากเนื้อร่วมกับกระดูกป่น ($P<0.05$)

เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์อวัยวะต่าง ๆ พบว่า เปอร์เซ็นต์หัว เลือด แข้ง ตับ หัวใจ ไต ม้าม ปอด หาง ลิ้น อวัยวะเพศ หนัง กระเพาะรวม และลำไส้รวม มีแนวโน้มใกล้เคียงกัน เนื่องจากสัตว์มีสุขภาพดีขณะเข้าฆ่า ทำให้สัดส่วนของอวัยวะต่าง ๆ สมดุลและไม่พบความผิดปกติของอวัยวะต่าง ๆ ซึ่งเปอร์เซ็นต์ของอวัยวะต่าง ๆ จะพัฒนาไปตามน้ำหนักตัวที่ใกล้เคียงกันในทุกกลุ่มการทดลอง เปอร์เซ็นต์อวัยวะภายนอกและภายในที่ได้ใกล้เคียงกับรายงานของสัญชัย และคณะ (2544) และวิษณุ และคณะ (2545) แต่ Cozzi *et al.* (2002) พบว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมร่วมกับ beet pulp และ wheat straw จะมีกระเพาะส่วนหน้าหนักกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียม

การตัดแต่งซากลูกโคแบบไทย (Thai style cutting)

การตัดแต่งซากลูกโคแบบไทย พบว่าลูกโคทุกกลุ่มการทดลองมีเปอร์เซ็นต์เนื้อสันนอก ไหล่ คอ เสือร้องไห้ สะโพก น่อง เนื้อปนมัน เศษเนื้อ เนื้อแดงรวม ไขมันและกระดูกมีแนวโน้มใกล้เคียงกัน แต่พบว่าเปอร์เซ็นต์เนื้อสันในของลูกโค กลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง 15% ในสัปดาห์ที่ 4 ของการทดลอง มีเปอร์เซ็นต์ต่ำกว่าลูกโคในกลุ่มอื่น ๆ ($P<0.05$) สอดคล้องกับเวชสิทธิ์ และคณะ (2541) ได้ศึกษาถึงระดับมันสำปะหลังเพื่อเป็นแหล่งพลังงานในสูตรอาหารข้นสำหรับการผลิตเนื้อคุณภาพดีจากลูกโคนมเพศผู้โดยมีข้าวโพดเป็นแหล่งพลังงานหลัก (กลุ่มควบคุม) แทนการทดแทนข้าวโพดด้วยมันสำปะหลังในสัดส่วน 0, 25, 50 และ 75% ตามลำดับ พบว่า องค์ประกอบซากที่ได้จากการตัดแต่งซากแบบไทยมีแนวโน้มไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$)

เมื่อคิดสัดส่วนของเนื้อแดง :ไขมัน : กระดูกของลูกโคในแต่ละกลุ่มดังนี้ ลูกโคในกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง 15% ในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของการทดลอง และกลุ่มที่ได้รับนมเทียมในเชิงพาณิชย์ตรา Mamamate มีสัดส่วนของเนื้อแดง :ไขมัน : กระดูก เท่ากับ 14.36 : 1 : 7.46, 27.26 : 1 : 10.82, 17.66 : 1 : 8.16, 15.33 : 1 : 7.89 และ 19.24 : 1 : 9.86 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าการตัดแต่งซากลูกโคที่ได้นี้สูงกว่ารายงานของเวชสิทธิ์ และคณะ (2541) ที่ศึกษาคุณภาพซากลูกโคที่ได้รับมันสำปะหลังทดแทนข้าวโพดที่ 0, 25, 50 และ 70% ซึ่งเข้าฆ่าที่น้ำหนัก 131 – 145 kg

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับส่วนตัดซี่โครงที่ 12 ของลูกโค เมื่อทำการแยกเนื้อ ไขมัน และกระดูกออกจากกัน พบว่าลูกโคกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง 15% สัปดาห์ที่ 4 ของการทดลองมีเปอร์เซ็นต์กล้ามเนื้อสูงกว่าลูกโคในกลุ่มอื่น ๆ รองลงมาได้แก่ ลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง 15% สัปดาห์ที่ 4 ของการทดลอง และนมเทียมในเชิงพาณิชย์ตรา Mamamate และลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง 15% สัปดาห์ที่ 6 ของการทดลองตามลำดับ สำหรับเปอร์เซ็นต์ไขมันและกระดูก พบว่าลูกโคทุกกลุ่มการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานของ Xiccato *et al.* (2002) ที่รายงานว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมมีเปอร์เซ็นต์กล้ามเนื้อ ไขมันและกระดูกเท่ากับ 60.4, 20.7 และ 18.9% ตามลำดับ และ Bouchard *et al.* (1980) พบว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากแป้งถั่วเหลืองและเนื้อร่วมกับกระดูกป่นมีเปอร์เซ็นต์เนื้อจากส่วนตัดซี่โครงที่ 12 ไม่แตกต่างกัน แต่ลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากแป้งถั่วเหลืองมีเปอร์เซ็นต์กระดูกและไขมันของส่วนตัดซี่โครงที่ 12 สูงกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากเนื้อร่วมกับกระดูกป่น ($P<0.05$) และระดับของไขมันที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์กระดูกจากส่วนตัดซี่โครงที่ 12 แต่พบว่าเปอร์เซ็นต์เนื้อและไขมันจากส่วนตัดซี่โครงที่ 12 ของลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่เสริมไขมัน 0% สูงกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่เสริมไขมัน 3 และ 6% ($P<0.05$) ส่วนระดับของโปรตีนที่ต่างกันไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ไขมันจากส่วนตัดซี่โครงที่ 12 ($P>0.05$)

การตัดแต่งซากลูกโคแบบสากล (standard cutting)

ลูกโคทุกกลุ่มการทดลองมีเปอร์เซ็นต์เนื้อสันสะเอว ไหล่ สันหลัง ขาหลังและสะโพก พื้นอก และพื้นท้องมีแนวโน้มใกล้เคียงกัน แต่พบว่าลูกโคกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง 15% สัปดาห์ที่ 4 ของการทดลอง มีเปอร์เซ็นต์ขาหน้าต่ำกว่าลูกโคในกลุ่มอื่น ๆ ($P<0.05$) สอดคล้องกับสัญชัย และคณะ (2544) รายงานว่าการตัดแต่งซากลูกโคขุนแบบสากลของลูกโคที่ได้รับนมสด นมเทียมและนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง พบว่ามีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์เนื้อสันสะเอว ไหล่ สันหลัง ขาหลังและสะโพก และพื้นท้องไม่แตกต่างกันทางสถิติ และเวชสิทธิ์ และคณะ (2541) รายงานว่าการตัดแต่งซากลูกโคเพศผู้ที่ได้รับระดับมันสำปะหลังเพื่อเป็นแหล่งพลังงานในสูตรอาหารข้น โดยมีข้าวโพดเป็นแหล่งพลังงานหลัก (กลุ่มควบคุม) แทนการทดแทนข้าวโพดด้วยมันสำปะหลังในสัดส่วน 0, 25, 50 และ 75% ตามลำดับ พบว่าซากของลูกโคนมจากการตัดแต่งซากแบบสากลใกล้เคียงกัน แต่ซากของลูกโคนมของกลุ่มทดลองที่ 3 มีปริมาณของเนื้อสันเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ขององค์ประกอบซากทั้งหมดมีแนวโน้มสูงกว่าซากลูกโคในกลุ่มอื่น ๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การศึกษาด้านคุณภาพเนื้อทางอ้อมของเนื้อลูกโค (meat quality)

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างและค่าการนำไฟฟ้า (pH and conductivity values)

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างและค่าการนำไฟฟ้าของกล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อสะโพก พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของเนื้อลูกโคที่ทำการวัดที่ 45 นาที และ 24 ชั่วโมงหลังฆ่า ในทั้งสองกล้ามเนื้อ ค่าการนำไฟฟ้าที่ 45 นาทีหลังฆ่าของกล้ามเนื้อสันนอกและค่าการนำไฟฟ้าที่ 24 ชั่วโมงหลังฆ่าของทั้งสองกล้ามเนื้อทุกกลุ่มการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ และค่าการนำไฟฟ้าของกล้ามเนื้อสะโพกที่ 45 นาทีหลังฆ่า ของลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนทดแทนจากถั่วเหลือง 15% ในสัปดาห์ที่ 8 ของการทดลองมีค่าการนำไฟฟ้าดีที่สุด ($P<0.05$) รองลงมาคือลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนทดแทนจากถั่วเหลือง 15% ในสัปดาห์ที่ 6 ของการทดลอง ลูกโคที่ได้รับนมเทียมในเชิงพาณิชย์ตรา Mamamate ลูกโคที่ได้รับนมเทียมและลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนทดแทนจากถั่วเหลือง 15% ในสัปดาห์ที่ 8 ของการทดลอง ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ 45 นาทีหลังฆ่า อยู่ในช่วงที่มากกว่า 5.8 (6.46 - 6.70) และค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ 24 ชั่วโมงหลังฆ่า อยู่ในช่วงที่น้อยกว่า 6.0 (5.32 - 5.70) ซึ่งถือว่าเนื้อที่ได้เป็นเนื้อปกติ (สัญชัย, 2543) และค่าความเป็นกรดเป็นด่างจะลดลงหลังการฆ่าเนื่องจากกล้ามเนื้อยังมีกระบวนการ glycolysis ซึ่งจะได้ lactic acid ออกมา ซึ่งการลดลงของ pH นี้สัมพันธ์กับขนาดของซาก โดยพบว่าซากที่มีขนาดเล็ก อุณหภูมิของซากจะลดลงอย่างรวดเร็วหลังการแช่เย็น ทำให้การทำงานของเอนไซม์ในกระบวนการ glycolysis ช้าลง และส่งผลให้มีอัตราการลดลงของ pH ช้าลงด้วย (Klont *et al.*, 2000)

จากการทดลองพบว่า การลดลงของ pH กล้ามเนื้อ LD มีอัตราการลดลงของ pH ต่ำกว่ากล้ามเนื้อ Sm สอดคล้องกับ Johnson *et al.* (1988) รายงานว่ากล้ามเนื้อสันนอกมีอัตราการลดลงของ pH ต่ำกว่ากล้ามเนื้อ semitendinosus และ Guignot *et al.* (1993) พบว่ากล้ามเนื้อสันใน (*psoas major*) มีอัตราการลดลงของ pH ต่ำกว่ากล้ามเนื้อสันนอกและ trapezius muscle (5.46 - 6.35, 5.48 - 6.72 และ 5.60 - 6.80 ตามลำดับ, $P<0.01$) เนื่องจากตำแหน่งของกล้ามเนื้อที่แตกต่างกันมีผลต่ออัตราการลดลงของ pH และขึ้นอยู่กับอัตราการลดลงของอุณหภูมิซากหลังฆ่าด้วย (Den Hertog-Meishke *et al.*, 1997)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่าการวัดสีของเนื้อ (colour)

ค่าการวัดสีของเนื้อ (L*, a*, b*) พบว่าเนื้อลูกโคในทุกกลุ่มการทดลองมีค่าความสว่างของเนื้อ (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยค่าสีของเนื้อจะขึ้นอยู่กับปริมาณ myoglobin ที่อยู่ในเนื้อ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างสุดท้าย (pH_u) และชนิดของกล้ามเนื้อ เป็นต้น (Klont *et al.*, 1999) สอดคล้องกับ Elkelenboom *et al.* (1992) รายงานว่าคุณสมบัติในการกระจายแสงของเนื้อมีผลต่อสีของเนื้อ โดยหลังการฆ่าเล็กน้อยเนื้อจะมีคุณสมบัติในการดูดกลืนแสงมาก เนื่องจากมี myoglobin ในเนื้อสูงทำให้เนื้อมีสีเข้ม และหลังจากฆ่านานขึ้นเนื้อมีคุณสมบัติในการกระจายแสงในเนื้อมากขึ้น รวมทั้งเนื่องจากมีกระบวน glycolysis ทำให้ protein degradation น้ำไหลออกจากเนื้อและนำเม็ดสีออกมาด้วย ทำให้เนื้อมีสีซีดลง ส่วนสีของซากมีความสัมพันธ์สูงกับความเข้มข้นของ blood hemoglobin

นอกจากนั้น Beauchemin *et al.* (1990) ยังพบว่าเมื่อน้ำหนักซากมากขึ้นจะทำให้เนื้อมีสีเข้มขึ้นและพบว่าเนื้อลูกโคในกลุ่มได้รับนมเทียมมีสีซีดมากกว่าเนื้อลูกโคในกลุ่มที่ได้รับนมเทียมร่วมกับ barley concentrate และลูกโคที่ได้รับนมเทียมร่วมกับ whole shelled corn และ Cozzi *et al.* (2002) รายงานว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมร่วมกับ beet pulp เนื้อจะมีสีเข้มกว่าเนื้อลูกโคที่ได้รับนมเทียมร่วมกับ wheat straw เนื่องจากลูกโคที่ได้รับ beet pulp จะได้รับธาตุเหล็ก (Fe) สูงกว่า ($P<0.001$) และพบว่าระบบการเลี้ยงก็มีผลต่อสีของเนื้อลูกโค โดยการเลี้ยงแบบกลุ่มเนื้อที่ได้จะมีสีเข้มกว่าการเลี้ยงแบบกรงเดี่ยว (Andrighetto *et al.*, 1999) นอกจากนั้น Lapierre *et al.* (1990) ศึกษาการเสริม Fe ที่ระดับ 100, 150 และ 200 mg/kg DM ในอาหารข้นสำหรับลูกโค พบว่าความเข้มข้นของ Fe ในอาหารสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับคะแนนสีของกล้ามเนื้อสันนอก ซึ่งลูกโคที่ได้รับแต่นมเทียมเพียงอย่างเดียว ระดับของ Fe ที่มีผลให้เนื้อมีสีเข้มขึ้น ต้องเท่ากับ 25 - 30 mg/kg และสำหรับลูกโคที่ได้รับนมเทียมร่วมกับอาหารข้น ถ้าจะให้เนื้อมีสีซีดต้องได้รับ Fe จากอาหารข้นต่ำกว่า 100 mg/kg หรือใช้ในรูปของ iron - chelating agent

ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity)

ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ ได้แก่ ค่าการสูญเสียน้ำขณะเก็บ ค่าการสูญเสียน้ำเนื่องจากการทำละลาย ค่าการสูญเสียน้ำเนื่องจากการต้ม และค่าการสูญเสียน้ำเนื่องจากการย่างของลูกโค ทุกกลุ่มการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งค่าความสามารถในการอุ้มน้ำสัมพันธ์กับค่าการวัดสีและอัตราการลดลงของ pH จากการทดลองไม่แตกต่างกัน โดยการลดลงของค่าความเป็นกรดเป็นด่าง เกิดจากกระบวนการ glycolysis ส่งผลให้ protein denature เกิดกรดในเนื้อเพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คุณสมบัติในการจับน้ำของเนื้อเสียไป ดังนั้นน้ำที่อยู่ในเนื้อไหลออกมา พร้อมกับเม็ดสีที่อยู่ในเนื้อ ทำให้เนื้อมีค่าความสว่าง (L*) สูงขึ้น (Klont *et al.*, 2000)

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสามารถของการอุ้มน้ำของเนื้อมีหลายประการ เช่นจากการทดลองของ Klont *et al.* (2000) พบว่าการตัดแต่งซากที่ 24 ชั่วโมงหลังฆ่าจะมีค่าการสูญเสียน้ำขณะเก็บมากกว่าการตัดแต่งซากที่ 48 ชั่งโมงหลังฆ่า โดย Guignot *et al.* (1994) พบว่าการสูญเสียน้ำขณะเก็บขึ้นอยู่กับอัตราการลดลงของ pH คือ เนื้อที่มีการลดลงของ pH ช้า เนื้อก็จะมีค่าการสูญเสียน้ำขณะเก็บสูง แต่ Den Hertog-Meishke *et al.* (1997) รายงานว่าอัตราการลดลงของ pH ไม่มีผลต่อมีค่าการสูญเสียน้ำขณะเก็บ โดยจะขึ้นอยู่กับการสลายตัวของโปรตีนมากกว่า นอกจากนั้น Fernandez *et al.* (1996) รายงานว่าการอดอาหารก่อนฆ่าเป็นระยะเวลานานทำให้เนื้อมีค่าการสูญเสียน้ำขณะเก็บสูงขึ้น ($P<0.10$) แต่การขนส่งที่ใช้เวลานานมีผลให้ค่าการสูญเสียน้ำขณะเก็บลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.10$)

องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ (chemical composition)

องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อสันนอกของลูกโคในทุกกลุ่มการทดลอง พบว่าเปอร์เซ็นต์ของโปรตีน ไขมัน ความชื้น และวัตถุแห้งที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เนื่องจากลูกโคที่เข้าฆ่ามีอายุเข้าฆ่าเท่ากัน การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของโปรตีน ไขมันและน้ำของกล้ามเนื้อ เกิดขึ้นระหว่างการเจริญเติบโตและได้รับอาหารที่แตกต่างกัน จากการทดลองมีระยะเวลาในการเลี้ยงสั้น จึงไม่เห็นความแตกต่าง และอาหารที่ได้รับที่เปอร์เซ็นต์โปรตีนและไขมันใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับวิษณุ และคณะ (2546) รายงานว่าเนื้อลูกโคที่ได้รับนมเทียมและแป้งถั่วเหลืองมีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกัน และผลที่ได้ใกล้เคียงกับการทดลองนี้ โดยมีเปอร์เซ็นต์ของโปรตีนเท่ากับ 18.50 - 19.48% เปอร์เซ็นต์ของไขมันเท่ากับ 0.20 - 0.33% เปอร์เซ็นต์ความชื้นเท่ากับ 74.26 - 76.56% และเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง เท่ากับ 23.44 - 25.74% และผลที่ได้ใกล้เคียงกับการรายงานของสัญชัย และคณะ (2544) และสอดคล้องกับ Xiccato *et al.* (2002) รายงานว่า ลูกโคที่ได้รับนมเทียมและ maize grain ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ของโปรตีนเท่ากับ 21.07 - 21.16% เปอร์เซ็นต์ความชื้นเท่ากับ 75.71 - 75.97% แต่เปอร์เซ็นต์ของไขมันสูงกว่าในการทดลองนี้ (1.72 - 2.05%) สอดคล้องกับ Beauchemin *et al.* (1990) พบว่าเนื้อลูกโคที่ได้รับนมเทียมและเสริมด้วยอาหารข้นมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนและเถ้าสูงกว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมเพียงอย่างเดียว ($P<0.05$) แต่เปอร์เซ็นต์ไขมันทั้งหมดในเนื้อลูกโคที่ได้รับนมเทียมมีค่าสูงกว่าเนื้อลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่เสริมด้วยอาหารข้น ($P<0.01$) ส่วนเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งของเนื้อมีค่าไม่แตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่าแรงตัดผ่านของเนื้อ (shear values)

เนื้อลูกโคทุกกลุ่มการทดลองมีค่าแรงตัดผ่านและพลังงานที่ใช้ในการตัดผ่านเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ สอดคล้องกับการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านความนุ่มของเนื้อและสอดคล้องกับสัญชัย และคณะ (2544) รายงานว่าเนื้อลูกโคที่ได้รับนมสด นมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากนมและนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลืองมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อ และพลังงานที่ใช้ในการตัดผ่านไม่แตกต่างกันทางสถิติ และจากการทดลองค่าแรงตัดผ่านเนื้อลูกโคอยู่ในช่วง 27.91 - 30.22 นิวตัน ซึ่งใกล้เคียงกับค่าแรงตัดผ่านของเนื้อสุกร จากการรายงานของสมจิตร (2544) รายงานว่าเนื้อสุกรที่ฆ่าที่น้ำหนัก 90 kg มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อ 30.45 นิวตัน

นอกจากนั้น Andrighetto *et al.* (1999) รายงานว่าเนื้อลูกโคที่ได้จากการเลี้ยงแบบขังเดี่ยวเนื้อมีความเหนียวกว่าเนื้อลูกโคที่เลี้ยงแบบกลุ่ม ($P<0.10$) แต่ Xiccato *et al.* (2002) รายงานว่าลูกโคที่ได้รับนมเทียมและนมเทียมร่วมกับอาหารข้นและเลี้ยงแบบกลุ่มและขังเดี่ยวเหมือนกัน แต่พบว่าเนื้อลูกโคในกลุ่มที่เลี้ยงแบบขังเดี่ยวเนื้อมีความเหนียวน้อยกว่าเนื้อลูกโคที่เลี้ยงแบบกลุ่ม (1.96 vs 2.30 kg/cm^2) และ Johnson *et al.* (1988) รายงานว่าการเสริมไขมันในนมเทียมทำให้เนื้อลูกโคที่ได้มีความนุ่มกว่าเนื้อในกลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริมไขมันในนมเทียม และค่าความนุ่มของเนื้อที่ได้เพิ่มขึ้นตามระดับไขมันที่เพิ่มขึ้นทั้งกล้ามเนื้อ *longissimus dorsi* และ semitendinosus ($P<0.05$) และเนื้อลูกโคที่ได้รับอาหารข้นมีความเหนียวมากกว่าเนื้อลูกโคที่ได้รับนมเทียมหรือนมเทียมร่วมกับอาหารข้น (Gariepy *et al.*, 1998)

การทดสอบทางประสาทสัมผัส (panel test)

การทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าเนื้อลูกโคทุกกลุ่มการทดลองมีคะแนนความนุ่ม (tenderness) กลิ่นและรสชาติ (flavour) ความชุ่มฉ่ำ (juiciness) และความพอใจโดยรวม (overall acceptability) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ สอดคล้องกับ Xiccato *et al.* (2002) รายงานว่าเนื้อลูกโคที่ได้รับนมเทียมเปรียบเทียบกับเนื้อลูกโคที่ได้รับนมเทียมร่วมกับอาหารข้น เนื้อที่ได้มีคะแนนความนุ่มและความชุ่มฉ่ำไม่แตกต่างกัน

นอกจากนั้น Johnson *et al.* (1988) รายงานว่าการเสริมไขมันในอาหารส่งผลให้เนื้อเมื่อประเมินการตรวจชิมแล้ว มีคะแนนความนุ่ม และความชุ่มฉ่ำเพิ่มขึ้นตามระดับไขมันที่เพิ่มขึ้นในอาหาร ($P<0.05$) แต่คะแนนด้านกลิ่นและรสชาติไม่แตกต่างกัน ส่วนกล้ามเนื้อที่ต่างกันในการประเมินการตรวจชิมไม่มีผลต่อคะแนนความชุ่มฉ่ำ กลิ่นและรสชาติ แต่กล้ามเนื้อ *longissimus dorsi* มีคะแนนความนุ่มสูงกว่ากล้ามเนื้อ semitendinosus และลูกโคที่ได้รับอาหารข้นหรือนมเทียมร่วมกับอาหารข้นเนื้อที่ได้จะมีกลิ่นรุนแรงกว่าเนื้อลูกโคที่ได้รับนมเทียมเพียงอย่างเดียว (Gariepy *et al.*, 1998)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และ Fernandez *et al.* (1996) พบว่าการขนส่งเป็นเวลานานมีผลให้เนื้อที่ได้มีคะแนนความนุ่มสูงกว่าเนื้อลูกโคที่ขนส่งเป็นเวลาสั้นกว่า ทั้งในกล้ามเนื้อ *longisimus lumborum* และ semimembranosus ($P<0.05$) แต่คะแนนความชุ่มน้ำ กลิ่นและรสชาติไม่แตกต่างกัน และระยะเวลาในการอดอาหารไม่มีผลต่อการประเมินการตรวจชิม

คุณภาพไขมันในเนื้อลูกโค (fat quality of veal)

ปริมาณกรดไขมันในกล้ามเนื้อ (fatty acid)

ด้านคุณภาพไขมันในเนื้อลูกโค ปริมาณกรดไขมันที่พิจารณาคือ ปริมาณกรดไขมันอิ่มตัว ได้แก่ myristic acid (C14:0), palmitic acid (C16:0) และ stearic acid (C18:0) ปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัว ได้แก่ palmitoleic acid (C16:1), oleic acid (C18:1), linoleic acid (C18:2) และ linolenic acid (C18:3) พบว่าปริมาณกรดไขมันมีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ของกรดแต่ละชนิดใกล้เคียงกัน โดยมีปริมาณ myristic acid (C14:0) ในเนื้อที่ได้เท่ากับ 2.99 - 8.28%, palmitic acid (C16:0) 15.45 - 25.38%, stearic acid (C18:0) 6.99 - 9.11%, palmitoleic (C16:1) 2.63 - 3.54%, oleic acid (C18:1) 24.87 - 34.04%, linoleic acid (C18:2) 21.82 - 28.11% และ linolenic acid (C18:3) 3.30 - 5.01% จากการทดลองนี้ พบว่ามีปริมาณของ palmitic acid, oleic acid และ linoleic acid เป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากส่วนใหญ่องค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำนมเป็นพวกกรดไขมันสายสั้น (short chain fatty acid) และกลาง (medium chain fatty acid) ได้แก่ กรดไขมันที่ระเหยง่าย myristic acid (C14:0) และ palmitic acid และประกอบกับในการทดลองมีการใช้แป้งถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบในนมเทียม ซึ่งในน้ำมันถั่วเหลืองจะมีกรดไขมันทั้งอิ่มตัว ได้แก่ palmitic acid และกรดไขมันไม่อิ่มตัว ได้แก่ oleic acid และ linoleic acid อยู่สูง (Romans *et al.*, 1995 อ้างโดยสัญชัย, 2544) สอดคล้องสัญชัย และคณะ (2544) รายงานว่าเนื้อลูกโคขุนที่ได้รับนมสด นมเทียมและนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลืองมีปริมาณ palmitic acid และ oleic acid เป็นส่วนใหญ่ และพบว่าเนื้อลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากแป้งถั่วเหลือง 10% มีปริมาณ plamatic acid (C16:0), stearic acid (C18:0), oleic acid (C18:1), linoleic acid (18:2) และ arachidonic acid (C20:4) สูงกว่าเนื้อลูกโคที่ได้รับนมสด นมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากนมและนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนจากถั่วเหลือง 5% แต่ลูกโคทั้ง 2 กลุ่มมีปริมาณ linolenic acid (C18:3) ไม่แตกต่างกัน

สำหรับคุณสมบัติทางเทคโนโลยี ซึ่งได้แก่ อัตราส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวต่อกรดไขมันอิ่มตัว (FAR) อัตราส่วนระหว่าง C18:0/18:2 อัตราส่วนระหว่าง polyunsaturated และ saturated fatty acid (P/S ratio) ค่า P/S ratio ที่ทำการปรับอัตราส่วนแล้ว (adj. P/S ratio) และค่าดัชนีชี้วัดค่าของพันธะต่อกรดไขมัน 100% (DBI) พบว่าค่า FAR ของเนื้อลูกโคในกลุ่มที่ได้รับนมเทียม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่มีแป้งถั่วเหลือง 15% ในสัปดาห์ที่ 6 ของการทดลอง มีค่าสูงสุด ($P<0.05$) อัตราส่วนระหว่าง C18:0/18:2 ของเนื้อลูกโคทุกกลุ่มการทดลองมีปริมาณไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนอัตราส่วนระหว่าง polyunsaturated และ saturated fatty acid (P/S ratio) ค่า P/S ratio ที่ทำการปรับอัตราส่วนแล้ว (adj. P/S ratio) พบว่าเนื้อลูกโคในกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง 15% ในสัปดาห์ที่ 6 ของการทดลอง มีค่าสูงกว่าเนื้อลูกโคในกลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ โดยลูกโคในกลุ่มอื่น ๆ มีค่าใกล้เคียงกัน และดัชนีชี้วัดค่าของพันธะต่อกรดไขมัน 100% (DBI) ของเนื้อลูกโคในกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง 15% ในสัปดาห์ที่ 6 ของการทดลอง มีค่าสูงสุด ($P<0.05$) และในกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลือง 15% ในสัปดาห์ที่ 4 ของการทดลอง มีค่าดัชนีชี้วัดค่าของพันธะต่อกรดไขมัน 100% (DBI) ต่ำกว่าเนื้อลูกโคในกลุ่มสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับ Xiccato *et al.* (2002) รายงานว่าเนื้อลูกโคจะมีค่า FAR อยู่ระหว่าง 1.25 - 1.27 และพบว่าเนื้อลูกโคในกลุ่มที่เลี้ยงแบบขังเดี่ยวมีกรดไขมันประเภท polyunsaturated fatty acid สูงกว่าเนื้อลูกโคที่มีการเลี้ยงแบบกลุ่ม และเนื้อลูกโคที่ได้รับนมเทียมจะมีกรดไขมันประเภท polyunsaturated fatty acid สูงกว่าเนื้อลูกโคในกลุ่มที่ได้รับนมเทียมที่เสริมด้วยอาหารข้น

ปริมาณการหืนของไขมัน (thiobarbituric acid, TBA)

ลูกโคที่ได้รับนมเทียมในเชิงพาณิชย์ตรา Mamamate มีค่าการหืนของไขมันสูงกว่าลูกโคในกลุ่มอื่น ๆ 14.07 - 44.44% รองลงมาคือ ลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนทดแทนจากถั่วเหลือง 15% ในสัปดาห์ที่ 6 และ 4 ของการทดลอง ลูกโคในกลุ่มควบคุมและลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแหล่งโปรตีนทดแทนจากถั่วเหลือง 15% ในสัปดาห์ที่ 8 ของการทดลอง ตามลำดับ ซึ่งค่าการหืนของไขมันของเนื้อลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลืองมีแนวโน้มสูงกว่า เนื่องจากแป้งถั่วเหลืองมีปริมาณของ linoleic acid สูง (เทอดชัย, 2542) ซึ่งเป็นกรดไขมันที่ไวต่อการหืนสูง และลูกโคเป็น preruminant ซึ่งการทำงานของกระเพาะคล้ายกับสัตว์กระเพาะเดี่ยว จึงดูดซึมไปสะสมไว้โดยตรง สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์กรดไขมันในเนื้อที่ได้ และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าการหืนของไขมันในเนื้อลูกโคกับเนื้อไก่ พบว่าต่ำกว่า ซึ่งวราภรณ์ (2546) รายงานว่ากล้ามเนื้ออกของไก่พื้นเมืองและลูกผสมมีค่าการหืนของไขมันเท่ากับ 1.65 - 2.82 mg malonaldehyde/kg และในกล้ามเนื้อสะโพกมีค่าการหืนของไขมันเท่ากับ 2.39 - 3.96 mg malonaldehyde/kg ในขณะที่เนื้อลูกโคมีค่าการหืนของไขมันเท่ากับ 0.75 - 1.35 mg malonaldehyde/kg

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณคอลเลสเตอรอลและไตรกลีเซอร์ไรด์ (cholesterol and triglyceride)

ปริมาณคอลเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ของเนื้อลูกโคในแต่ละกลุ่ม มีแนวโน้มใกล้เคียงกันในทุกกลุ่มการทดลอง ซึ่งปริมาณคอลเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อที่ได้อยู่ในช่วง 76.23 - 114.74 mg/100g meat ค่าที่ได้ใกล้เคียงกับรายงานจาก Nutrition (2002) พบว่าเนื้อลูกโคจะมีปริมาณของคอลเลสเตอรอล เท่ากับ 90 - 135 mg/100g meat เช่นเดียวกับ Beef Nutrition (1997) รายงานว่าเนื้อลูกโคจะมีปริมาณของคอลเลสเตอรอล เท่ากับ 118 mg/100g meat แต่พบว่ามีปริมาณสูงกว่าในเนื้อไก่ ซึ่งวราภรณ์ (2546) รายงานว่าไก่พื้นเมืองและไก่พื้นเมืองลูกผสมมีปริมาณคอลเลสเตอรอลของกล้ามเนื้ออกเท่ากับ 29.27 - 45.66 mg/100g meat และกล้ามเนื้อสะโพกมีปริมาณคอลเลสเตอรอล เท่ากับ 67.58 - 101.25 mg/100g meat แต่พบว่าใกล้เคียงกับรายงานใน veal nutrition facts ว่าเนื้อลูกโคจะมีปริมาณคอลเลสเตอรอล เท่ากับ 90 - 135 mg/100g meat แต่สูงกว่ารายงานของ Xiccato *et al.* (2002) ที่พบว่ามีปริมาณคอลเลสเตอรอล เท่ากับ 60.37 - 61.24 mg/100g meat

ส่วนปริมาณของไตรกลีเซอร์ไรด์ เนื้อลูกโคที่ได้รับนมเทียมที่มีแป้งถั่วเหลืองมีแนวโน้มสูงกว่า เนื่องจากไขมันจากพืชจะประกอบไปด้วยไตรกลีเซอร์ไรด์เป็นส่วนใหญ่ (เทอดชัย, 2542) และลูกโคเป็น preruminant ที่สามารถดูดซึมไปสะสมได้โดยตรง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved