บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนะ

5.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกเมล็ดถั่วเหลือง

จากผลการวิเคราะองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าปริมาณวัตถุแห้งมีค่าเท่ากับ 88.71 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าที่รายงานโดย Mikled *et al.* (1987); Zerras *et al.* (1998); NRC (2001) และ DeFrain *et al.* (2002) (91.0, 90.9, 90.9 และ 91.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ปริมาณโปรตีนรวมมีค่าเท่ากับ 11.42 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าต่ำกว่ารายงานของ Zerras *et al.* (1998); NRC (2001) และ DeFrain *et al.* (2002) (13.9, 12.2 และ13.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) แต่มีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ Mikled *et al.* (1987) และ Belyea *et al.* (1988) (11.0 และ 11.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ)

เปลือกเมล็ดถั่วเหลืองมีปริมาณเยื่อใยรวมเท่ากับ 24.75 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยที่ละลายในด่างเท่ากับ 39.03 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าหญ้ารูซี่ (54.80 เปอร์เซ็นต์) เยื่อใยที่ละลายในกรดเท่ากับ 27.78 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำกว่าหญ้ารูซี่ (31.18 เปอร์เซ็นต์) ตามรายงานของ เอกสิทธิ์ (2541) ปริมาณเยื่อใยของเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองมีค่าต่ำกว่ารายงานของ Mikled *et al.* (1987); Belyea *et al.* (1988); Zerras *et al.* (1998) and DeFrain *et al.* (2002)

5.1.2 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลือง

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 4 ระดับในการศึกษาครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกัน คือมีปริมาณวัตถุแห้งประมาณ 89 เปอร์เซ็นต์ มีค่าใกล้เคียงกับอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้ง (88 เปอร์เซ็นต์) (จีรวัฒน์, 2545) ทั้งนี้ปริมาณโปรตีนรวมประมาณ 16 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำกว่าในอาหารโคนมสำเร็จรูปจากบริษัทต่างๆ ซึ่งได้ศึกษาโดย เอกสิทธิ์ (2541) และนฤมล (2541) ที่มีค่าอยู่ในช่วง 16.8-21.4 เปอร์เซ็นต์ และ 16.71-18.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีค่าสูงกว่าอาหารที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งตามที่จีรวัฒน์ (2545) รายงานไว้ว่ามีค่าในช่วง 13.75-14.00 เปอร์เซ็นต์ ไขมันรวมประมาณ 4.0 เปอร์เซ็นต์ ที่แตกต่างจากงานทดลองอื่นๆ อย่างเด่นชัดคือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ในงานทดลองครั้งนี้ พบว่าปริมาณเยื่อใยรวม เยื่อใยที่ละลายในด่าง เยื่อใยที่ละลายในกรด เฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลสมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับของเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองในอาหารทดลอง

5.2 การสลายตัวของโภชนะภายในกระเพาะหมักโดยวิธีใช้ถุงไนล่อน

5.2.1 การสลายตัวของเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองภายในกระเพาะหมัก

จากค่าพารามิเตอร์ที่คำนวณได้ ส่วนที่ละลายได้ทันทีในกระเพาะหมักของวัตถุแห้งในเปลือกเมล็ดถั่วเหลือง มีค่าเท่ากับ 9.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าหญ้ารูซี่และหญ้าเนเปียร์ตามรายงานของเอกสิทธิ์ (2541) ซึ่งรายงานไว้ว่ามีค่าเท่ากับ 26.1 และ 17.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่ามีค่าต่ำกว่าฟางข้าว 17.2 เปอร์เซ็นต์ (เสาวลักษณ์, 2542) และอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งซึ่งมีค่าเท่ากับ 20.9 เปอร์เซ็นต์ (จีรวัฒน์, 2545) และอาหารทดลองที่ผสมกากซอสถั่วเหลืองที่มีค่าเท่ากับ 20.8 เปอร์เซ็นต์ (สุรศักดิ์, 2546) ส่วนที่ไม่สลายแต่เกิดการหมักย่อยได้โดยจุลินทรีย์มีค่าเท่ากับ 89.85 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าหญ้ารูซี่และหญ้าเนเปียร์ซึ่งมีค่าเท่ากับ 46.5 และ 54.0 เปอร์เซ็นต์ (เอกสิทธิ์, 2541) และพบว่ามีค่าสูงกว่าฟางข้าวซึ่งมีค่าเท่ากับ 46.5 เปอร์เซ็นต์ (เสาวลักษณ์, 2542) และอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งซึ่งมีค่าเท่ากับ 53.5 เปอร์เซ็นต์ จากรายงานของจีรวัฒน์ (2545)

ค่าศักยภาพในการสลายตัวสูงสุดของเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองเท่ากับ 99.35 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าในหญ้ารูซี่และหญ้าเนเปียร์ซึ่งมีค่าเท่ากับ 72.7 และ 71.4 เปอร์เซ็นต์ จากรายงานของ (เอกสิทธิ์, 2541) และมีค่าสูงกว่าอาหารทดลองที่ผสมข้าวมอลต์แห้งซึ่งเท่ากับ 74.4 เปอร์เซ็นต์และอาหารทดลองที่ผสมกากซอสถั่วเหลืองซึ่งมีค่าเท่ากับ 88.0 เปอร์เซ็นต์ (จีรวัฒน์, 2545; สุรศักดิ์, 2546) ประสิทธิภาพในการสลายตัวของวัตถุแห้งในเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองที่อัตรา 0.05 ส่วนต่อชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 56.25 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าหญ้ารูซี่และหญ้าเนเปียร์ซึ่งเท่ากับ 45.7 และ 44.9 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (เอกสิทธิ์, 2541) และมีค่าใกล้เคียงกับเปลือกเสาวรสหมักซึ่งมีค่าเท่ากับ 54.35 เปอร์เซ็นต์ ตามรายงานของ จุฑามาศ (2542) นอกจากนี้ยังพบว่ามีค่าสูงกว่าฟางข้าวซึ่งมีค่าเท่ากับ 31.9 เปอร์เซ็นต์ (เสาวลักษณ์, 2542) และสูงกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งมีค่าเท่ากับ 36.7 เปอร์เซ็นต์ (จีรวัฒน์, 2545)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การที่เปลือกเมล็ดถั่วเหลืองมีค่าศักยภาพการสลายตัวและประสิทธิภาพการสลายตัวสูงกว่าอาหารข้นชนิดอื่นๆ นั้นเป็นเครื่องบ่งชี้ว่าเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองน่าจะเป็นแหล่งของพลังงานที่ดีกว่าเมื่อนำไปผสมเป็นอาหารโคนม

5.2.2 การสลายตัวของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุและโปรตีนรวมในอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 4 ระดับ

ผลการศึกษาพบว่าอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองพบว่ามีส่วนที่ละลายของวัตถุแห้งในอาหารที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองที่ระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มสูงกว่าทุกระดับ (33.0 เปอร์เซ็นต์) ค่าดังกล่าวมีค่าสูงกว่าในอาหารโคนมสำเร็จรูปจากบริษัทต่างๆ ซึ่งได้ศึกษาโดยเอกสิทธิ์ (2541) ที่รายงานไว้ว่าส่วนที่ละลายได้ทันทีมีค่าอยู่ในช่วง 8.9-17.7 เปอร์เซ็นต์ แต่มีค่าใกล้เคียงกับข้าวโพดหมักซึ่งมีค่าเท่ากับ 29.8 เปอร์เซ็นต์ที่ศึกษาโดยนฤมล (2544) และมีค่าต่ำกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีส่วนที่ละลายได้ทันทีของวัตถุแห้งเท่ากับ 50.1 เปอร์เซ็นต์ (จีรวัฒน์, 2545) และมีค่าต่ำกว่าใบกระถินหมักซึ่งมีค่าเท่ากับ 42.6 เปอร์เซ็นต์ (วรรณา, 2545) และมีค่าสูงกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากซอสถั่วเหลืองที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีส่วนที่ละลายได้ทันทีของวัตถุแห้งเท่ากับ 13.14 เปอร์เซ็นต์ (สุรศักดิ์, 2546) แต่พบว่าการละลายตัวได้ทันทีของโปรตีนรวมที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์มีแน้วโน้มสูงกว่าทุกระดับ (31.90 เปอร์เซ็นต์) และมีค่าต่ำกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 51.5 เปอร์เซ็นต์ (จีรวัฒน์, 2545) นอกจากนี้ยังพบว่ามีค่าสูงกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากซอสถั่วเหลืองที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 14.7 เปอร์เซ็นต์ (สุรศักดิ์, 2546) ส่วนที่ไม่ละลายแต่สามารถเกิดกระบวนการหมักย่อยโดยจุลินทรีย์ได้ของวัตถุแห้งในอาหารทดลองผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลือง พบว่าที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 66.75 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับอาหารโคนมสำเร็จรูปจากบริษัทต่างๆ ที่พบว่า มีส่วนที่ไม่ละลายแต่สามารถเกิดกระบวนการหมักย่อยโดยจุลินทรีย์ได้มีค่าอยู่ในช่วง 50.7-87.9 เปอร์เซ็นต์ตามรายงานของเอกสิทธิ์ (2541) และพบว่ามีค่าสูงกว่าข้าวโพดหมักตามรายงานของนฤมล (2544) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 52.3 เปอร์เซ็นต์ แต่มีค่าสูงกว่าในกระถินหมักตามรายงานของ วรรณา (2545) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 39.5 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าสูงกว่าอาหารที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งที่ศึกษาโดยจีรวัฒน์ (2545) มีค่าอยู่ในช่วง 36.7-45.3 เปอร์เซ็นต์ สำหรับส่วนที่ไม่ละลายแต่สามารถถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ได้ของโปรตีนรวมในอาหารที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองที่ระดับ 60 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มสูงกว่าทุกระดับ (71.10 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งพบว่าสูงกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งที่ศึกษาโดยจีรวัฒน์ (2545) มีค่าอยู่ในช่วง 39.5-48.3 เปอร์เซ็นต์ แต่มีค่าต่ำกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากซอสถั่วเหลืองที่มีค่าอยู่ในช่วง 77.39-86.80 เปอร์เซ็นต์ (สุรศักดิ์, 2546)

ศักยภาพในการสลายตัวสูงสุดของวัตถุแห้งพบว่าอาหารทดลองที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่าทุกระดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าข้าวโพดหมักและใบกระถินหมักที่ศึกษาโดย นฤมล (2544) และวรรณา (2545) ที่มีค่าเท่ากับ 82.1 และ 78.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสูงกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งที่มีค่าอยู่ในช่วง 78.1-91.3 เปอร์เซ็นต์ (จีรวัฒน์, 2545) นอกจากนี้ยังมีค่าสูงกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากซอสถั่วเหลืองที่มีค่าอยู่ในช่วง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

90.98-94.25 เปอร์เซ็นต์ (สุรศักดิ์, 2546) โดยแตกต่างจากค่าของโปรตีนรวมที่พบว่าอาหารทดลองที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด (96.15 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งพบว่ามีค่าสูงกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่มีค่าเท่ากับ 93.8 เปอร์เซ็นต์ (จีรวัฒน์, 2545) และสูงกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากซอสถั่วเหลืองที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ (สุรศักดิ์, 2546)

การวัดประสิทธิภาพในการสลายตัวของวัตถุแห้งและโปรตีนรวมที่อัตรา 0.05 ชั่วโมงของอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำกว่าทุกระดับ คือ 63.83 และ 67.10 เปอร์เซ็นต์ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับที่เพิ่มขึ้นของเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองในอาหารทดลอง

5.3 **การประเมินค่าการย่อยได้และพลังงานโดยวิธีการวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น** (gas production techniques)

5.3.1 **การย่อยได้และพลังงานของอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 4 ระดับ โดยวิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น**

ผลจากวิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นและคำนวณค่าพารามิเตอร์ (a, b, a+b และ c) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป NEWAY พบว่า ปริมาณแก๊สที่เกิดจากส่วนที่ละลายได้ทันทีของอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำกว่าอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ (26.47, 30.47, 29.85 และ 32.7 มิลลิลิตร ตามลำดับ) มีค่าใกล้เคียงกับอาหารโคนมสำเร็จรูปจากบริษัทต่างๆ ที่ศึกษาโดยนฤมล (2541) มีค่าอยู่ในช่วง 28.13-29.73 มิลลิลิตร แต่มีค่าต่ำกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้ง ที่ศึกษาโดยจีรวัฒน์ (2545) ที่มีค่าอยู่ในช่วง 34.0-36.3 มิลลิลิตร และมีค่าสูงกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากซอสถั่วเหลือง (สุรศักดิ์, 2546) ที่มีค่าเท่ากับ 11.84-20.7 มิลลิลิตร แต่กลับพบว่าปริมาณแก๊สที่เกิดจากส่วนที่ไม่ละลายในทันทีแต่เกิดการหมักย่อยโดยจุลินทรีย์ของอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองที่ระดับ 60 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มต่ำกว่าอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ (79.90, 67.00, 80.05 และ 55.7 มิลลิลิตร ตามลำดับ) มีค่าใกล้เคียงกับอาหารโคนมสำเร็จรูปจากบริษัทต่างๆ ที่ศึกษาโดยนฤมล (2541) และอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งที่ศึกษาโดยจีรวัฒน์ (2545) มีค่าอยู่ในช่วง 61.4-79.9 และ 64.68-70.44 มิลลิลิตร ตามลำดับ และมีค่าต่ำกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากซอสถั่วเหลืองที่มีค่าในช่วง 72.49-91.40 มิลลิลิตร (สุรศักดิ์, 2546)

ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นสูงสุด (A+B) ของอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองที่ระดับ 0 และ 40 เปอร์เซ็นต์ (106.37 และ 109.9 มิลลิลิตร) มีแนวโน้มสูงกว่าอาหารทดลองที่ระดับ 20 และ 60 เปอร์เซ็นต์ (97.77 และ 88.40 มิลลิลิตร) พบว่ามีค่าต่ำกว่าอาหารโคนมสำเร็จรูปจากบริษัทต่างๆ ที่ศึกษาโดยนฤมล (2541) มีค่าอยู่ในช่วง 94.71-100.22 มิลลิลิตร และมีค่าใกล้เคียงกับอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้ง (จีรวัฒน์, 2545) และอาหารทดลองที่ผสมกากซอสถั่วเหลือง (สุรศักดิ์, 2546) มีค่าอยู่ในช่วง 86.11-106.87 และ 97.4-113.9 มิลลิลิตร ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่าอัตราการเกิดแก๊ส (c) ของอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับพบว่ามีค่า อยู่ในช่วง 0.046-0.052 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง มีค่าต่ำกว่าอาหารโคนมสำเร็จรูปจากบริษัทต่างๆ ที่ศึกษาโดยนฤมล (2541) มีค่าเท่ากับ 0.072-0.091 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง มีค่าใกล้เคียงกับต้นอ้อยตากแห้ง (ไกรสิทธิ, 2543) และข้าวโพดหมัก (นฤมล, 2544) มีค่าเท่ากับ 0.053 และ 0.054 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง และมีค่าสูงกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้ง (จีรวัฒน์, 2545) และอาหารทดลองที่ผสมกากซอสถั่วเหลือง (สุรศักดิ์, 2546) มีค่าอยู่ในช่วง 0.117-0.166 และ 0.127-0.133 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ

5.3.2 **ค่าทำนายการย่อยได้อินทรียวัตถุ** (organic matter digestibility, OMD) **พลังงานใช้ประโยชน์** (metabolizable energy, ME) **และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม** (net energy for lactation, NE_L) **ของอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 4 ระดับ โดยวิธีการวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น**

ค่าทำนายการย่อยได้ของอินทรียวัตถุของอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 4ระดับ มีแนวโน้มใกล้เคียงกันคืออยู่ในช่วง 69.13-73.27 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีค่าสูงกว่าอาหารโคนมสำเร็จรูปจากบริษัทต่างๆ ที่ศึกษาโดยนฤมล (2541), ฟางข้าวหมักยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ที่ศึกษาโดยดำรัส (2545), กระถินหมัก (วรรณา, 2545) คือมีค่าเท่ากับ 61.21-67.50, 63.32 และ 62.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีค่าต่ำกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอล์แห้งที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 84.64 เปอร์เซ็นต์ (จีรวัฒน์, 2545)

พลังงานใช้ประโยชน์ได้ของอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองที่ระดับ 0, 20, 40 และ 60 เปอร์เซ็นต์ (11.89, 12.20, 12.00 และ 11.59 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ตามลำดับ) ซึ่งมีค่าสูงกว่าอาหารโคนมสำเร็จรูปจากบริษัทต่างๆ ที่ศึกษาโดยนฤมล (2541) (8.66-9.63 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) แต่มีค่าใกล้เคียงกับอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งที่ศึกษาโดยจีรวัฒน์ (2545) (10.12-13.24 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) ค่าพลังงานสุทธิเพื่อการให้นมของอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 4 ระดับมีแนวโน้มใกล้เคียงกันคือมีค่าอยู่ในช่วง 7.20-7.64 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ซึ่งมีค่าสูงกว่าอาหารโคนมสำเร็จรูปจากบริษัทต่างๆ ที่ศึกษาโดยนฤมล (2541) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.62 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง และมีค่าสูงกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งที่ศึกษาโดยจีรวัฒน์ (2545) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.82 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง

จากการที่อาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 4 ระดับ พบว่ามีค่าทำนายการย่อยได้อินทรียวัตถุ พลังงานใช้ประโยชน์ และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม ดีกว่าอาหารทดลองชนิดอื่นๆ ดังที่กล่าวข้างต้น ดังนั้นการใช้เปลือกเมล็ดถั่วเหลืองผสมในอาหารข้นน่าจะเหมาะสมต่อการนำไปใช้เลี้ยงโครีดนมได้

5.3.3 **ค่าทำนายวัตถุแห้งกินได้** (DMI) **วัตถุแห้งย่อยได้ที่สัตว์ได้รับ** (DDMI) **อัตราการเจริญเติบโต** (growth rate) **และค่าดัชนีบ่งชี้** (index valve) **ของอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 4 ระดับจากการวิธีการใช้ถุงไนล่อนและวิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น**

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อเปรียบเทียบค่าการประเมินวัตถุแห้งที่สัตว์กินได้ วัตถุแห้งย่อยได้ที่สัตว์ได้รับ อัตราการเจริญเติบโต และค่าดัชนีบ่งชี้ที่ศึกษาการย่อยได้ในห้องปฏิบัติการทั้งวิธีใช้ถุงไนล่อนและวิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นทั้ง 2 วิธีการ (*in situ* / gas production) จะพบว่า ค่าการประเมินวัตถุแห้งที่สัตว์กินได้จากวิธีใช้ถุงไนล่อนมีค่าสูงกว่าวิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นในทุกระดับอาหารทดลองเท่ากับ (7.85, 7.75, 8.21 และ 8.07 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ) และมีค่าแนวโน้มใกล้เคียงกับอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้ง มีค่าอยู่ในช่วง 7.11-7.95 กิโลกรัมต่อวัน (จีรวัฒน์, 2545) เนื่องจากอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองมีเยื่อใยต่ำ ทำให้การย่อยได้สูง การที่ไม่มีตัวกีดขวางการทำงานของเอนไซม์ที่จะทำปฏิกิริยากับโภชนะที่ย่อยได้ง่ายที่อยู่ภายในเซลล์ ทำให้เปลือกเมล็ดถั่วเหลืองถูกย่อยและดูดซึมได้เร็ว สัตว์จึงมีที่ว่างในทางเดินอาหารได้มากขึ้นทำให้สัตว์กินอาหารได้มากขึ้นจะเห็นได้ว่าค่า c ของอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลือง สูงกว่าฟางข้าวและหญ้ารูซี่ ซึ่งสอดคล้องกับบุญล้อม (2540) รายงานว่าปริมาณอาหารที่กินได้จะขึ้นอยู่กับอัตราการสลายตัว (degradation rate, c) และอัตราการเคลื่อนที่ของอาหารจากทางเดินอาหาร (passage rate) แต่กลับพบว่ามีค่าต่ำกว่าวิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นของเปลือกเสาวรสหมักและอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งที่มีค่าเท่ากับ 9.88 และ 8.15-9.45 กิโลกรัมต่อวัน (จุฑามาศ, 2544; จีรวัฒน์, 2545) ค่าวัตถุแห้งย่อยได้ที่สัตว์ได้รับจากวิธีใช้ถุงไนล่อนมีค่าสูงกว่าวิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นในทุกระดับอาหารทดลองโดยมีค่าเท่ากับ 5.87, 5.88, 6.38 และ 6.33 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ และมีค่าสูงกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากซอสถั่วเหลืองที่มีค่าอยู่ในช่วง 3.59-4.38 กิโลกรัมต่อวัน (สุรศักดิ์, 2546) แต่พบว่ามีค่าแนวโน้มต่ำกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งและมีค่าแนวโน้มสูงกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากซอสถั่วเหลืองจากวิธีวัดปริมาณแก๊สที่มีค่าอยู่ในช่วง 8.15-9.45 และ 5.19-6.19 กิโลกรัมต่อวัน (จีรวัฒน์, 2545; สุรศักดิ์, 2546) อัตราการเจริญเติบโตจากวิธีใช้ถุงไนล่อน มีค่าสูงกว่าวิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นในทุกระดับอาหารทดลอง โดยมีค่าเท่ากับ 0.54, 0.56, 0.63 และ 0.63 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าเปลือกเสาวรสหมักที่มีค่าเท่ากับ 0.46 กิโลกรัมต่อวัน (จุฑามาศ, 2544) และมีค่าแนวโน้มใกล้เคียงกับอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้ง ที่มีค่าอยู่ในช่วง 0.45-0.63 กิโลกรัมต่อวัน (จีรวัฒน์, 2545) เนื่องจากสัตว์ได้รับอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลือง มีวัตถุแห้งที่กินได้ (DMI) และวัตถุแห้งย่อยได้ที่สัตว์ได้รับ (DDMI) สูงกว่าเปลือกเสาวรสหมัก ทำให้สัตว์ได้รับโภชนะที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตสูงกว่า แต่กลับพบว่ามีค่าต่ำกว่าวิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งและอาหารทดลองที่ผสมกากซอสถั่วเหลือง ที่มีค่าอยู่ในช่วง 0.65-0.69 และ 0.87-0.99 กิโลกรัมต่อวัน (จีรวัฒน์, 2545; สุรศักดิ์, 2546) และค่าดัชนีบ่งชี้จากวิธีใช้ถุงไนล่อนมีค่าสูงกว่าวิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นในทุก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระดับอาหารทดลอง มีค่าเท่ากับ 60.42, 60.05, 61.80 และ 61.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าสูงกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งและอาหารทดลองที่ผสมกากซอสถั่วเหลือง มีค่าอยู่ในช่วง 57.73-67.55 และ 46.03-49.56 กิโลกรัมต่อวัน (จีรวัฒน์, 2545; สุรศักดิ์, 2546) และมีค่าต่ำกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งและมีค่าสูงกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากซอสถั่วเหลือง โดยวิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นมีค่าอยู่ในช่วง 67.56-73.21 และ 52.21-58.72 เปอร์เซ็นต์ (จีรวัฒน์, 2545; สุรศักดิ์, 2546)

จากค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่วัดได้พอสรุปได้ว่าเมื่อพิจารณาถึงวิธีการศึกษาการย่อยได้ในกระเพาะหมักของอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 4 ระดับโดยวิธีการใช้ถุงไนล่อนและวิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ พบว่าค่าการประเมินวัตถุแห้งที่สัตว์กินได้ วัตถุแห้งย่อยได้ที่สัตว์ได้รับ อัตราการเจริญเติบโต และค่าดัชนีบ่งชี้ที่ศึกษาการย่อยได้โดยวิธีใช้ถุงไนล่อนมีค่าที่ได้สูงกว่าวิธีการวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น ซึ่งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองที่เพิ่มขึ้นในอาหารทดลอง

5.4 การย่อยได้ในตัวสัตว์ (in vivo digestibility)

5.4.1 การย่อยได้ในตัวสัตว์โดยวิธีดั้งเดิม (conventional method) **ของโคทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 4 ระดับ**

ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งของอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 4 ระดับ มีแนวโน้มใกล้เคียงกัน คือมีค่าในช่วง 56.19-57.47 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีค่าสูงกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้ง (จีรวัฒน์, 2545) ที่มีค่าอยู่ในช่วง 50.63-55.50 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าต่ำกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากซอสถั่วเหลือง ตามรายงานของสุรศักดิ์ (2546) ที่มีค่าในช่วง 63.25-71.33 เปอร์เซ็นต์

ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรียวัตถุของอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 4 ระดับ มีแนวโน้มใกล้เคียงกันคือมีค่าในช่วง 60.96-62.65 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่ามีค่าต่ำกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งที่ระดับ 0, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 62.71-63.78 เปอร์เซ็นต์ ตามรายงานของ จีรวัฒน์ (2545)

ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนรวม ในอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลือง ที่ระดับ 0, 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์จะมีค่าใกล้เคียงกัน และมีแนวโน้มว่ามีค่าสูงกว่าอาหารทดลองที่ระดับ 60 เปอร์เซ็นต์ เล็กน้อย (61.55, 61.84, 60.42 และ 58.82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) โดยพบว่ามีค่าใกล้เคียงกับอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งที่รายงานโดยจีรวัฒน์ (2545) ที่มีค่าอยู่ในช่วง 58.85-61.85 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ในส่วนขององค์ประกอบที่เป็นเยื่อใยนั้นพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใยรวม เยื่อใยที่ละลายในด่าง สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใยที่ละลายในกรด และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรทที่ไม่ใช่เยื่อใย มีแนวโน้มใกล้เคียงกันทุกระดับ

อย่างไรก็ดีค่าการย่อยได้จากการศึกษาครั้งนี้ได้จากอาหารข้นที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองและอาหารหยาบที่ให้คือหญ้ารูซี่แห้ง (อัตราส่วนอาหารข้นต่ออาหารหยาบ 50:50) ดังนั้นควรพิจารณาการใช้ประโยชน์ได้ของหญ้ารูซี่แห้งร่วมด้วย

5.4.2 **โภชนะรวมย่อยได้** (TDN) **พลังงานรวม** (GE) **พลังงานใช้ประโยชน์ได้** (ME) **และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม** (NE_L) **ของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 4 ระดับ**

พบว่าโภชนะรวมย่อยได้ของอาหารทดลองจากการศึกษาครั้งนี้ มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณโภชนะรวมย่อยได้ของเปลือกเสาวรสหมัก หญ้ารูซี่หมักและอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งซึ่งมีค่าเท่ากับ 59.84, 57.67 และ 52.26-60.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (จุฑามาศ, 2544; สมสุข, 2544; จีรวัฒน์, 2545)

พลังงานรวมจากอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณที่เพิ่มขึ้นของเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองในอาหารทดลอง (11.05, 10.88, 11.13 และ 11.22 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ตามลำดับ)

พลังงานใช้ประโยชน์ได้จากอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองที่ระดับ 40 เปอร์เซ็นต์มีแนวโน้มสูงที่สุด เมื่อเทียบกับที่ระดับ 0, 20 และ 60 เปอร์เซ็นต์ แม้จะไม่แตกต่างกันทางสถิติ (7.25, 7.13, 7.66 และ 7.41 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ตามลำดับ) แต่ค่าที่ได้ก็สูงกว่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของฟางข้าว (6.49 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) ตามรายงานของเสาวลักษณ์ (2542) และมีค่าต่ำกว่าเปลือกเสาวรสหมัก (9.27 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) ตามรายงานของจุฑามาศ (2544) และมีค่าต่ำกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้ง (11.59-12.85 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) ตามรายงานของจีรวัฒน์ (2545)

พลังงานสุทธิเพื่อการให้นมของอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับพลังงานใช้ประโยชน์ได้คือ มีค่าสูงที่สุดในอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองที่ระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ (4.82 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) ซึ่งค่าที่ได้ต่ำกว่าอาหารโคนมสำเร็จรูปจากบริษัทต่างๆ ข้าวโพดหมัก เปลือกเสาวรสหมักและอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งที่มีค่าเท่ากับ 5.62, 6.32, 5.63 และ 6.82 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ตามลำดับ ตามรายงานของนฤมล (2541); ฉันทนา (2543); จุฑามาศ (2544); จีรวัฒน์ (2545)

ค่าพลังงานการใช้ประโยชน์ได้ และค่าพลังงานสุทธิเพื่อการให้นมของอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองจากการทดลองหาค่าการย่อยได้จริงในตัวสัตว์ พบว่ามีค่าพารามิเตอร์ที่คำนวณได้ต่ำกว่าค่าพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากวิธีวัดปริมาณแก๊ส เนื่องจากในการทดลองหาค่าการย่อยได้จริงในตัวสัตว์ ค่าพารามิเตอร์ที่คำนวณได้ คำนวณจากอาหารที่ประกอบไปด้วยอาหารหยาบและอาหารข้น อาจส่งผลให้ค่าพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากการพิจารณาทั้งอาหารข้นและอาหารหยาบมีค่าที่ได้ต่ำ โดยที่การประเมินค่าพลังงานการใช้ประโยชน์ได้ และค่าพลังงานสุทธิเพื่อการให้นมจาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีวัดแก๊สที่เกิดขึ้นนั้นพิจารณาจากอาหารข้นเพียงอย่างเดียว ไม่ใช้อาหารหยาบพิจารณาร่วมด้วย ส่งผลให้ค่าพารามิเตอร์ที่คำนวณได้สูงกว่าการทดลองหาค่าการย่อยได้จริงในตัวสัตว์

5.4.3 การย่อยได้ในตัวสัตว์โดยวิธีการใช้สารบ่งชี้ของสัตว์ทดลอง เมื่อได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ

ผลจากการศึกษาพบว่า การย่อยได้ที่เกิดขึ้นจากตัวสัตว์ที่บริเวณลำไส้เล็ก โดยเฉพาะวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุมีค่าต่ำกว่าค่าการย่อยได้ปรากฏซึ่งเป็นการย่อยได้ตลอดทางเดินอาหารของสัตว์ทดลอง โดยพบว่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งที่บริเวณลำไส้เล็กของอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงสุดเท่ากับ 55.79 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ที่บริเวณลำไส้เล็กของปลายข้าว (40.0 เปอร์เซ็นต์) มันเส้น (39.0 เปอร์เซ็นต์) และข้าวเปลือกเจ้าบด (28.0 เปอร์เซ็นต์) จากรายงานของเกรียงศักดิ์และคณะ (2533) สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ที่บริเวณลำไส้เล็กในอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองที่ระดับ 20, 40 และ 60 เปอร์เซ็นต์ (43.54, 39.25 และ 49.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) พบว่ามีค่าสูงกว่าปลายข้าว มันเส้น และข้าวเปลือกเจ้าบด เช่นกัน

ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรียวัตถุของอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 4 ระดับ มีค่าเฉลี่ยประมาณ 50.41 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีค่าสูงกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งและอาหารทดลองที่ผสมกากซอสถั่วเหลือง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.38 และ 33.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (จีรวัฒน์, 2545; สุรศักดิ์, 2546)

ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนรวมของอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 4 ระดับ มีค่าเฉลี่ยประมาณ 72.68 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีค่าสูงกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งและอาหารทดลองที่ผสมกากซอสถั่วเหลืองที่ศึกษาโดยจีรวัฒน์ (2545) และสุรศักดิ์ (2546) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 63.13 และ 58.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไขมันรวมของอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 4 ระดับ มีค่าเฉลี่ยประมาณ 84.61 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีค่าสูงกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้ง(จีรวัฒน์, 2545) และอาหารทดลองที่ผสมกากซอสถั่วเหลือง (สุรศักดิ์, 2546) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 79.01 และ 78.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใยที่ละลายในด่างของอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 4 ระดับ มีค่าเฉลี่ยประมาณ 1.78 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีค่าต่ำกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากซอสถั่วเหลือง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.91 เปอร์เซ็นต์ (สุรศักดิ์, 2546)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5.4.4 ปริมาณวัตถุแห้ง ที่ตำแหน่งต่างๆ ของทางเดินอาหาร

ปริมาณวัตถุแห้งที่บริเวณลำไส้เล็กของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 4 ระดับ พบว่าอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันคือ ประมาณ 7,943.75-8,312.69 กรัมต่อวัน ยกเว้นในอาหารทดลองที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์มีค่าต่ำสุด ซึ่งเท่ากับ 7,943.75 กรัมต่อวัน และเปอร์เซ็นต์ของปริมาณวัตถุแห้งที่สัตว์ทดลองได้รับ มีค่าเฉลี่ยประมาณ 79.97 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่าสัตว์ทดลองที่ได้รับมันเส้น ข้าวเปลือกบด และปลายข้าว จากการศึกษาโดยเกรียงศักดิ์และคณะ (2533) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 19, 12 และ 24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณวัตถุแห้งที่หายไปที่บริเวณลำไส้เล็กของอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 4 ระดับไม่แตกต่างกัน แต่ก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับที่เพิ่มขึ้นของเปลือกเมล็ดถั่วเหลือง แสดงให้เห็นว่าการใช้อาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 4 ระดับ จะมีปริมาณวัตถุแห้งรอดพ้นจากการย่อยในกระเพาะหมัก แต่มาถูกย่อยในลำไส้เล็กมากกว่ามันเส้น ข้าวเปลือกบด และปลายข้าว ที่ศึกษาโดยเกรียงศักดิ์และคณะ (2533) ปริมาณวัตถุแห้งที่ขับออกมากับมูลในอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลือง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับการเสริมเปลือกเมล็ดถั่วเหลือง 20, 40 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 3,217.86, 3,312.92 และ 3,488.93 กรัมต่อวัน ตามลำดับ

5.4.5 ปริมาณอินทรียวัตถุ ที่ตำแหน่งต่างๆ ของทางเดินอาหาร

ปริมาณอินทรียวัตถุที่บริเวณลำไส้เล็กของสัตว์ทดลอง เมื่อได้รับอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 4 ระดับ พบว่า ที่ระดับ 0, 40 และ 60 เปอร์เซ็นต์มีค่าใกล้เคียงกันคือ 7,411.15, 7,516.78 และ 7,498.27 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ยกเว้นในอาหารทดลองที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 7,215.03 กรัมต่อวัน และเปอร์เซ็นต์ของปริมาณอินทรียวัตถุที่สัตว์ทดลองได้รับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 69.17 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่าสัตว์ทดลองที่ได้รับมันเส้น ข้าวเปลือกบด และปลายข้าว จากการศึกษาโดยเกรียงศักดิ์และคณะ (2533) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 16, 12 และ 21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการใช้อาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 4 ระดับ จะมีปริมาณอินทรียวัตถุรอดพ้นจากการย่อยในกระเพาะหมัก แต่มาถูกย่อยในลำไส้เล็กมากกว่ามันเส้น ข้าวเปลือกบด และปลายข้าว ที่ศึกษาโดยเกรียงศักดิ์และคณะ (2533) และปริมาณอินทรียวัตถุที่ขับออกมากับมูล พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับของการเสริมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองในอาหารทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5.4.6 ปริมาณโปรตีนรวมที่ตำแหน่งต่างๆ ของทางเดินอาหาร

ปริมาณโปรตีนรวมที่บริเวณลำไส้เล็กของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 4 ระดับ พบว่าอยู่ในระดับที่ไม่แตกต่างกันมีค่าเฉลี่ยประมาณ 909.65 กรัมต่อวัน พบว่ามีค่าสูงกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งและอาหารทดลองที่ผสมกากซอสถั่วเหลือง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 566.12 และ 605.79 กรัมต่อวัน ตามลำดับ (จีรวัฒน์, 2545; สุรศักดิ์, 2546) ปริมาณโปรตีนรวมที่สัตว์ได้รับที่บริเวณลำไส้เล็กส่วนปลาย แต่กลับพบว่าปริมาณโปรตีนรวมที่หายไปที่บริเวณลำไส้เล็กของอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 4 ระดับ (658.00, 679.61, 797.09 และ 1,197.22 กรัมต่อวัน ตามลำดับ) ซึ่งมีค่าสูงกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งและอาหารทดลองที่ผสมกากซอสถั่วเหลืองที่มีค่าเฉลี่ยประมาณ 354.87 และ 420.98 เปอร์เซ็นต์ (จีรวัฒน์, 2545; สุรศักดิ์, 2546) และเปอร์เซ็นต์โปรตีนรวมที่บริเวณลำไส้เล็กของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 4 ระดับ พบว่ามีค่าเฉลี่ยประมาณ 70.55 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งและอาหารทดลองที่ผสมกากซอสถั่วเหลือง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 62.58 และ 60.87 เปอร์เซ็นต์ (จีรวัฒน์, 2545; สุรศักดิ์, 2546)

ปริมาณโปรตีนรวมในกระเพาะรูเมนเป็นไนโตรเจนทุกชนิดทั้งโปรตีนไนโตรเจนคือโปรตีนจุลินทรีย์ และไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนคือแอมโมเนีย (NH_3) ที่เข้าสู่กระเพาะหมักทางวงจรยูเรีย (urea cycle) จากการเพิ่มขึ้นของโปรตีนรวมในกระเพาะหมักนี้เองเป็นสาเหตุให้ปริมาณโปรตีนรวมที่เข้าสู่ลำไส้เล็กมีปริมาณมากกว่าโปรตีนรวมที่สัตว์กินเข้าไป โดยที่โปรตีนรวมที่เข้าสู่ลำไส้เล็กนั้นประกอบไปด้วยโปรตีนจากอาหารที่รอดพ้นจากการถูกย่อยสลายในกระเพาะหมัก (undegradable intake protein, UIP) โปรตีนที่ย่อยสลายตัวจากเนื้อเยื่อทางเดินอาหาร (endogenous protein) และโปรตีนจากจุลินทรีย์ (microbial protein) ปริมาณโปรตีนรวมที่ขับออกมาในมูลของอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 375.19 กรัมต่อวัน มีค่าสูงกว่าอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้ง (จีรวัฒน์, 2545) และอาหารทดลองที่ผสมกากซอสถั่วเหลือง (สุรศักดิ์, 2546) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 221.7 และ 207.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ผลจากการที่ปริมาณโปรตีนรวมที่ใช้ประโยชน์ได้ในลำไส้เล็กจากอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลือง มีปริมาณสูงกว่าอาหารผสมอื่นๆ มีสาเหตุจากการเพิ่มขึ้นของโปรตีนรวมในกระเพาะหมักทำให้ปริมาณโปรตีนรวมที่เข้าสู่ลำไส้เล็กมีปริมาณมากกว่าโปรตีนรวมที่สัตว์กินเข้าไป และเป็นผลให้สัตว์ได้รับโปรตีนรวมในปริมาณที่เพียงพอต่อการดำรงชีพและสร้างผลผลิตน้ำนม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.5 สภาพภายในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลอง เมื่อได้รับทดลองทั้ง 4 ระดับ

ค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมัก หลังจากโคได้รับอาหารทดลองที่ใช้เปลือกเมล็ดถั่วเหลืองเป็นแหล่งพลังงานทั้ง 4 ระดับ ที่ชั่วโมงต่างๆ พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ภายในกระเพาะหมักหลังโคทดลองได้รับอาหารที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 4 ระดับ ในตอนเช้า 1 ชั่วโมง (โคทดลองได้รับอาหารเช้าเวลา 06.00 น.) มีค่าต่ำกว่าค่าที่วัดได้จากชั่วโมงอื่นๆ (6.34, 6.44, 6.29 และ 6.28 ตามลำดับ) และหลังจากที่โคได้รับอาหารทดลองไปแล้ว 1-3 ชั่วโมง ความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมักของทุกกลุ่มการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น การที่ความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมักลดต่ำลงหลังจากการกินอาหารในช่วงแรกๆ เกิดจากการหมักย่อยคาร์โบไฮเดรทที่ย่อยได้ง่ายซึ่งได้กรดเป็นผลผลิต และในช่วงหลังจะเป็นการหมักย่อยคาร์โบไฮเดรทที่เป็นเยื่อใย ในการทดลองนี้โคได้รับอาหารข้นที่มีมันเส้นบดเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรทในปริมาณที่เท่ากันจึงทำให้เกิดการย่อยอินทรียวัตถุใกล้เคียงกัน และอาจจะเนื่องมาจากการทดลองนี้ใช้หญ้าแห้งเป็นอาหารหยาบในปริมาณที่เท่ากัน ซึ่งหญ้าแห้งมีน้ำเป็นองค์ประกอบต่ำมากจึงกระตุ้นให้เกิดการหลั่งน้ำลายออกจำนวนมาก (เทอดชัย, 2542) สอดคล้องกับ Rogers *et al.* (1986) ที่รายงานว่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมักมีความสำคัญต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ และสัมพันธ์กับการเกิดกรดชนิดต่างๆ ถ้าหากความเป็นกรด-ด่างอยู่ในระดับ 6.2-6.8 จะมีผลทำให้จุลินทรีย์ประเภทเยื่อใยเจริญและทำงานได้ดี แต่ถ้าค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าอยู่ในระหว่าง 5.2-6.0 ก็จะมีผลดีต่อจุลินทรีย์ประเภทที่ย่อยแป้งทำงานได้ดีกว่า แต่อย่างไรก็ดีหากความเป็นกรด-ด่างมีค่าต่ำกว่า 6.0 ก็อาจมีผลเสียต่อจุลินทรีย์ประเภทที่ย่อยเยื่อใยและจะส่งผลให้ปริมาณกรดอะซีติกลดลง (Ruckebusch and Thivend, 1997) ซึ่งความเป็นกรด-ด่างจากการศึกษาในครั้งนี้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับจุลินทรีย์ทั้งประเภทย่อยเยื่อใยและย่อยแป้ง

ความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนของอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 4 ระดับ มีแนวโน้มสูงขึ้นตามปริมาณระดับของเปลือกเมล็ดถั่วเหลือง และพบว่าแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมักที่ 1 ชั่วโมงหลังสัตว์ทดลองได้รับอาหารในตอนเช้า มีค่าสูงกว่าทุกชั่วโมง (12.30, 13.26, 14.17 และ 14.53 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และมีแนวโน้มลดต่ำลงในชั่วโมงถัดไปหลังสัตว์ทดลองได้รับอาหารในตอนเช้า สอดคล้องกับรายงานของ Satter *et al.* (1981) ซึ่งได้รายงานถึงความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนมีความผันแปร แต่ทั้งนี้จะเพิ่มจนถึงระดับสูงสุดในระหว่างชั่วโมงที่ 1-2 หลังจากสัตว์ทดลองได้รับอาหารในตอนเช้าและจะค่อยลดลงในเวลาต่อมา แต่ถ้าหากความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนลดลงจนถึงที่ระดับ 2 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ก็จะมีผล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

กระทบต่อการเจริญเติบโตและการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักให้มีประสิทธิภาพลดลง อาหารถูกย่อยได้น้อยลงและสัตว์จะกินอาหารได้น้อยลง ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในกรณีที่อาหารมีปริมาณไนโตรเจนต่ำหรือมีโปรตีนที่ไม่ถูกสลายตัวในกระเพาะหมักมากเกินไป ความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนที่เหมาะสม ที่ทำให้จุลินทรีย์ได้รับพลังงานในการใช้แอมโมเนียในกระเพาะหมักสังเคราะห์เป็นโปรตีนจุลินทรีย์ คือ 5 mg/100 ml (Satter and Roffler, 1975)

ปริมาณกรดไขมันระเหยได้ของสัตว์ทดลองหลังได้รับอาหารที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 4 ระดับในตอนเช้า 3 ชั่วโมง พบว่ากรดไขมันระเหยได้รวม ปริมาณกรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก กรดบิวทิริก และปริมาณสัดส่วนของกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิโอนิก ซึ่งพบว่าปริมาณกรดไขมันระเหยได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับของอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลือง ทั้งนี้สัดส่วนของกรดอะซีติกต่อกรดโพรพิโอนิกจากการศึกษาพบว่าในอาหารทดลองที่ผสมเปลือกเมล็ดถั่วเหลือง 20 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงที่สุด (3.09:1) ในขณะที่ระดับ 60 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำที่สุด (2.86:1) ซึ่งก็ถือว่าสัดส่วนดังกล่าวอยู่ในระดับที่เหมาะสมซึ่งควรจะมีค่าเท่ากับ 3:1 ตามรายงานของ Kaufmann (1976) ซึ่งได้รายงานถึงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในกระเพาะหมักมีผลต่อสัดส่วนของกรดอะซีติกต่อกรดโพรพิโอนิกซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณเยื่อใยรวม การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของกรดอะซีติกต่อกรดโพรพิโอนิกในกระเพาะหมักจะมีผลต่อปริมาณไขมันนม ซึ่งพลังงานในอาหารไม่ใช่สิ่งเดียวที่สำคัญต่อการทำให้ได้ผลผลิตสูง แต่จำเป็นจะต้องมีปริมาณเยื่อใยรวมไม่ต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง เพื่อรักษาสัดส่วนของกรดอะซีติกต่อกรดโพรพิโอนิกให้ได้ 3:1 เพื่อให้ได้ปริมาณไขมันนมให้อยู่ในระดับปกติและหลีกเลี่ยงการเกิด acidosisในกระเพาะหมักโคนม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved