บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 องค์ประกอบทางโภชนะและปริมาณสารกอสซิปอลอิสระ

5.1.1 องค์ประกอบทางโภชนะของวัตถุดิบ

กากเมล็ดฝ้ายมีโปรตีนรวมและโปรตีนแท้ (37.06 และ 34.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ต่ำกว่ากากถั่วเหลือง (41.49 และ 39.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) แต่มีไขมันและเยื่อใยรวมมากกว่ากากถั่วเหลือง ส่วนปริมาณวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ และคาร์โบไฮเดรทที่ย่อยง่ายใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับ McDonald *et al.* (1995) ; Cheeke (1999) ; NRC (1996) ที่รายงานว่ากากเมล็ดฝ้ายมีโปรตีนรวมต่ำกว่าแต่มีไขมันและเยื่อใยสูงกว่ากากถั่วเหลือง โปรตีนรวมในกากเมล็ดฝ้ายสูงกว่ารายงานของ ฉลอง และคณะ (2534) ที่รายงานว่ากากเมล็ดฝ้ายมีโปรตีนรวม 30 เปอร์เซ็นต์ แต่ต่ำกว่ารายงานอื่น ๆ ที่พบว่ากากเมล็ดฝ้ายมีโปรตีนในช่วง 40.0–47.7 เปอร์เซ็นต์ (เพิ่มศักดิ์, 2523 ;แพรวพรรณ และดรุณี, 2542 ; Göhl, 1981 ; Claypool *et al.*, 1985 ; McDonald *et al*., 1995 ; Wanapat *et al.*, 1996) การที่โปรตีนรวมของกากเมล็ดฝ้ายแตกต่างกันไป เนื่องจากความแตกต่างของพันธุ์ฝ้าย (เกียรติศักดิ์ และคณะ, 2540 ก) แหล่งที่ปลูกฝ้าย การจัดการเมล็ดฝ้าย การกระเทาะเปลือก และกระบวนการสกัดน้ำมัน ซึ่งนอกจากมีผลต่อปริมาณโปรตีนรวมแล้วยังมีผลต่อปริมาณไขมันและเยื่อใยรวมด้วย กล่าวคือการสกัดน้ำมันโดยการใช้สารเคมีจะทำให้มีไขมันเหลืออยู่ในกากเมล็ดฝ้ายน้อยกว่าการอัดน้ำมันโดยใช้เครื่องมือกล (Göhl, 1981) การกระเทาะเปลือกมีผลต่อปริมาณเยื่อใยรวมเนื่องจากในกากเมล็ดฝ้ายมีส่วนของขนปุยฝ้ายที่ติดมากับเมล็ดฝ้าย (แพรวพรรณ และดรุณี, 2542) โดยทั่วไปในเมล็ดฝ้ายที่ทำการหีบเอาปุยฝ้ายออกแล้วจะมีขนปุยฝ้ายติดอยู่ประมาณ 4-6 เปอร์เซ็นต์ (กรมวิชาการเกษตร, 2527 ; ประสงค์, 2542)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5.1.2 องค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 0, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 0, 50, 75, และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีโปรตีนรวมอยู่ในช่วง 15.47–

15.76 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไขมันและเยื่อใยรวมในอาหารเพิ่มขึ้นตามระดับของกากเมล็ดฝ้ายในอาหาร คือ 1.48, 1.97, 2.07 และ 2.38 เปอร์เซ็นต์ และ 4.42, 4.61, 4.81 และ 5.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่โปรตีนแท้ในอาหารมีแนวโน้มลดลงตามระดับของกากเมล็ดฝ้ายที่เพิ่มขึ้น คือ 15.23, 15.07, 15.40 และ 14.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เนื่องจากกากเมล็ดฝ้ายมีไขมันและเยื่อใยรวมสูงกว่ากากถั่วเหลืองประมาณ 1.8 เปอร์เซ็นต์ และมีโปรตีนแท้ต่ำกว่ากากถั่วเหลืองประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาประกอบสูตรอาหารโดยสัดส่วนของกากเมล็ดฝ้ายเพิ่มขึ้นและกากถั่วเหลืองลดลงจึงทำให้ปริมาณไขมันและเยื่อใยรวมในอาหารมีปริมาณเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณโปรตีนแท้จะลดลง

5.1.3 ปริมาณสารกอสซิปอลอิสระ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารกอสซิปอลอิสระในกากเมล็ดฝ้าย พบว่ากากเมล็ดฝ้ายมีสารกอสซิปอลอิสระ 0.5173 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับรายงานของ McDonald *et al.* (1995) ที่รายงานว่ากากเมล็ดฝ้ายที่ผ่านกระบวนการสกัดน้ำมันโดยใช้สารเคมีมีระดับสารกอสซิปอลอิสระอยู่ในช่วง 1,000–5,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หรือ 0.1–0.5 เปอร์เซ็นต์ แต่สูงกว่ารายงานของเกียรติศักดิ์ และคณะ (2540 ก) ; Evans (1985) ; Nagalakshmi *et al*. (2003) ที่รายงานว่ากากเมล็ดฝ้ายมีปริมาณสารกอสซิปอลอิสระเท่ากับ 0.039, 0.092–0.103 และ 0.27 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของพันธุ์ฝ้าย และวิธีการสกัดน้ำมันจากเมล็ดฝ้าย ซึ่งจะทำให้กากเมล็ดฝ้ายที่ได้มีปริมาณสารกอสซิปอลอิสระแตกต่างกันไป (Cheeke, 1999 ; McDonald *et al*., 1995 ; แพรวพรรณ และดรุณี, 2542)

ส่วนปริมาณสารกอสซิปอลอิสระในอาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 0, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอาหารที่มีปริมาณสารกอสซิปอลอิสระสูงที่สุดคืออาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ หรืออาหารที่มีกากเมล็ดฝ้าย 36.26 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร ที่มีปริมาณสารกอสซิปอลอิสระ 0.1367 เปอร์เซ็นต์ และการให้อาหารในการทดลองครั้งนี้เป็นให้อาหารข้นควบคู่กับการให้อาหารหยาบคือฟางข้าวในสัดส่วน 50 ต่อ 50 การให้อาหารในลักษณะนี้จะทำให้ปริมาณสารกอสซิปอลอิสระถูกเจือจางลงไปอีกซึ่งโคที่ได้รับอาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ ได้รับสารกอสซิปอลอิสระวันละ 0.02 กรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ไม่ทำให้โคแสดงอาการเป็นพิษเนื่องจากสารกอสซิปอลอิสระตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง สอดคล้องกับรายงานอื่น ๆ ที่พบว่าโคได้รับสารกอสซิปอลอิสระวันละ 22.8–30.9 กรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ทำให้ระดับสารกอสซิปอลอิสระในพลาสมาเพิ่มสูงขึ้นแต่ไม่แสดงอาการเป็นพิษและไม่มีผลต่อปริมาณผลผลิตน้ำนม (Barraza *et al.*, 1991 ; Noftsger *et al.*, 2000 ; Santos *et al.*, 2002 ; Risco *et al*., 2002) ส่วนในแกะที่ได้รับการเสริมกากเมล็ดฝ้ายเสริมในอาหาร ซึ่งจะได้รับสารกอสซิปอลอิสระวันละ 66–103 มิลลิกรัม ไม่ทำให้เกิดอาการเป็นพิษแก่แกะ และสามารถใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองสำหรับแกะรุ่นและแกะขุน โดยใช้กากเมล็ดฝ้ายได้ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร (Nikokyris *et al*., 1991) เนื่องจากสัตว์เคี้ยวเอื้องมีความสามารถในการทนทานต่อสารกอสซิปอลอิสระได้มากกว่าสัตว์กระเพาะเดี่ยว (McDonald *et al*., 1995) ในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้องมีกลไกในการทำลายสารกอสซิปอลอิสระโดยไปจับตัวกับโปรตีนทั้งจากโปรตีนจุลินทรีย์และโปรตีนจากอาหารโดยเฉพาะไลซีนในกระเพาะรูเมนกลายเป็นสารกอสซิปอลพันธะที่มีขนาดใหญ่ไม่สามารถถูกดูดซึมได้ ทำให้ไม่เป็นพิษต่อสัตว์ (Reiser and Fu, 1962 ; Lindsey *et al.*, 1980 ; Arieli,1998 ; Mena *et al*., 2001)

5.2 การศึกษาการย่อยได้โดยวิธี Cellulase technique

5.2.1 การย่อยได้ของกากเมล็ดฝ้ายและกากถั่วเหลืองโดยวิธี Cellulase technique (De Boever *et al.*, 1986)

ผลการศึกษาการย่อยได้ของกากเมล็ดฝ้ายและกากถั่วเหลืองโดยวิธี Cellulase technique พบว่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งของกากเมล็ดฝ้ายเท่ากับ 85.92 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่ากากถั่วเหลืองที่มีการย่อยได้ของวัตถุแห้งเท่ากับ 97.19 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ส่วนการย่อยได้ของอินทรียวัตถุของกากเมล็ดฝ้ายเท่ากับ 85.04 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่ากากถั่วเหลืองที่มีการย่อยได้ของอินทรียวัตถุเท่ากับ 95.90 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) การศึกษาการย่อยได้โดยวิธี Cellulase technique นั้นเป็นการศึกษาการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนแบบ *In vitro* วิธีหนึ่ง แสดงให้เห็นว่ากากเมล็ดฝ้ายมีวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุที่ทนทานต่อการย่อยสลายในกระเพาะรูเมนสูงกว่ากากถั่วเหลือง ซึ่งจะส่งผลให้มีวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุจากกากเมล็ดฝ้ายรอดพ้นการย่อยในกระเพาะรูเมนและผ่านไปยังกระเพาะแท้และลำไส้เล็กได้มากกว่ากากถั่วเหลืองตามไปด้วย โดยในกระเพาะแท้และลำไส้เล็กจะมีเอนไซม์จากทางเดินอาหารมาย่อยและดูดซึมโภชนะไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5.2.2 การย่อยได้ของอาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 0, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Cellulase technique (De Boever *et al.,* 1986)

การศึกษาการย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุของอาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 0, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Cellulase technique พบว่าอาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ มีการย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุสูงกว่าอาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยอาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 0, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีการย่อยได้ของวัตถุแห้งเท่ากับ 94.49, 92.56, 92.13 และ 91.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีการย่อยได้ของอินทรียวัตถุเท่ากับ 95.64, 93.14, 92.97 และ 92.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สังเกตได้ว่าการย่อยได้ลดลงตามระดับของกากเมล็ดฝ้ายที่เพิ่มขึ้นในอาหารสอดคล้องกับผลการศึกษาการย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุของกากเมล็ดฝ้ายที่สูงกว่ากากถั่วเหลือง เมื่อในอาหารมีสัดส่วนของกากเมล็ดฝ้ายเพิ่มขึ้นและกากถั่วเหลืองลดลงจึงทำให้มีการย่อยได้ลดลง การย่อยได้ของอินทรียวัตถุนี้สูงกว่าอาหารข้น 40 ชนิด ที่ De Boever *et al.* (1986) ได้รายงานไว้คือเฉลี่ยประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์

การย่อยได้ของของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุของอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ มีค่าสูงถึง 91–95 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากในอาหารทดลองมีมันเส้นซึ่งสามารถละลายน้ำได้ดีและมีการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนสูงมาก (เกรียงศักดิ์, 2533) ประกอบกับการย่อยได้ของกากเมล็ดฝ้ายและกากถั่วเหลืองที่มีการย่อยได้ค่อนข้างสูงจึงทำให้การย่อยได้ของอาหารทดลองสูงตามไปด้วย การย่อยได้ของโปรตีนรวมในกระเพาะรูเมนที่สูงเกินไปนั้นไม่เป็นดีต่อสัตว์เนื่องจากโปรตีนจากอาหารจะถูกจุลินทรีย์ย่อยทำให้ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนในอาหารที่จะเหลือเข้าไปถึงลำไส้เล็ก (by pass protein) ลดน้อยลง (เทอดชัย, 2542)

การศึกษาการย่อยได้แบบ *In vitro* digestibility วิธีอื่นต้องนำของเหลวจากกระเพาะรูเมนออกมาหมักย่อยกับอาหาร ซึ่งอาจมีข้อผิดพลาดบางประการที่อาจเกิดจากตัวสัตว์ได้ เช่น อายุและสุขภาพของสัตว์ วิธีการให้อาหาร ระดับของอาหารที่สัตว์ได้รับ และสภาพแวดล้อมขณะทำการทดลอง ส่วนการศึกษาการย่อยได้โดยวิธี Cellulase technique เป็นการศึกษาการย่อยได้ที่เกิดจากการทำงานของเอนไซม์โดยตรงไม่ต้องทำการรักษาสภาพแวดล้อมเพื่อให้จุลินทรีย์อยู่รอด ซึ่งอาจเกิดความผิดพลาดได้ และจากการรวมรวมข้อมูลในเรื่องของความแปรปรวนและอุปกรณ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ในการศึกษาการย่อยได้แบบ *In vitro* โดยวิธีต่าง ๆ ของ เทอดชัย และ ter Meulen (2542) พบว่า การศึกษาการย่อยได้โดยวิธี Cellulase technique เป็นการศึกษาการย่อยได้ที่มีความแม่นยำสูง และประหยัดค่าใช้ใช้จ่ายในส่วนของสัตว์ทดลอง อาหาร และแรงงานในการเลี้ยงดู

5.2.3 ค่าพลังงานเมทาบอไลซ์ (ME) และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม (NE_L)

กากเมล็ดฝ้ายมีค่าพลังงานเมทาบอไลซ์ (ME) และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม (NE_L) เท่ากับ 12.77 และ 7.81 MJ/kgDM ตามลำดับ ต่ำกว่ากากถั่วเหลืองที่มีพลังงานเท่ากับ 13.97 และ 9.03 MJ/kgDM ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) สอดคล้องกับ NRC (1996) ที่รายงานว่ากากเมล็ดฝ้ายมีพลังงานทั้งในรูปยอดโภชนะที่ย่อยได้ (TDN) พลังงานเมทาบอไลซ์ (ME) พลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ (NE_M) และพลังงานสุทธิเพื่อการเจริญเติบโต (NE_G) ต่ำกว่ากากถั่วเหลือง อาจเนื่องจากการย่อยได้ของกากเมล็ดฝ้ายที่ต่ำกว่ากากถั่วเหลืองทำให้การย่อยและดูดซึมโภชนะส่วนที่เป็นพลังงานไปใช้ประโยชน์ต่ำกว่ากากถั่วเหลืองตามไปด้วย โดยเมื่อพิจารณาสมการที่ De Boever *et al*. (1986) ได้เสนอไว้จะพบว่าค่าพลังงานที่คำนวณได้นอกจากจะพิจารณาถึงปริมาณไขมันในอาหารแล้วยังพิจารณาถึงการย่อยได้ของอินทรียวัตถุในอาหารด้วย พลังงาน เมทาบอไลซ์ของกากเมล็ดฝ้ายและกากถั่วเหลืองที่คำนวณได้ใกล้เคียงกับ McDonald *et al.* (1995) ที่รายงานว่ากากเมล็ดฝ้ายและกากถั่วเหลืองมีพลังงานเมทาบอไลซ์ 12.3 และ 13.3 MJ/kgDM ตามลำดับ แต่สูงกว่าในรายงานของ NRC (1996) ที่รายงานว่ากากเมล็ดฝ้ายและกากถั่วเหลืองมีพลังงานเมทาบอไลซ์ 11.34 และ 12.72 MJ/kgDM ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่น ๆ พบว่ากากเมล็ดฝ้ายและกากถั่วเหลืองมีพลังงานสูงกว่า กากข้าวมอลต์แห้งที่มีพลังงานเมทาบอไลซ์และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นมเท่ากับ 7.30 และ 3.94 MJ/kgDM ตามลำดับ (จีรวัฒน์, 2545) สูงกว่าปลาป่น กากทานตะวัน กากเบียร์ รำข้าว ข้าวโพด และใบกระถิน ที่นฤมล (2541) ได้รายงานไว้ว่ามีพลังงานเมทาบอไลซ์เท่ากับ 6.66, 8.15, 7.13, 8.69, 12.81 และ 5.76 MJ/kgDM ตามลำดับ และมีพลังงานสุทธิเพื่อการให้นมเท่ากับ 3.34, 4.57, 3.75, 4.94, 8.08 และ 2.85 MJ/kgDM ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารหยาบประเภทต่าง ๆ พบว่ากากเมล็ดฝ้ายและกากถั่วเหลืองมีพลังงานเมทาบอไลซ์และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นมสูงกว่า หญ้าประเภทต่าง ๆ (7.31 และ 4.08 MJ/kgDM ตามลำดับ) ฟางข้าว (6.49 และ 4.10 MJ/kgDM ตามลำดับ) เปลือกเสาวรสหมัก (9.88 และ 6.09 MJ/kgDM ตามลำดับ) หญ้ารูซี่หมัก (7.82 และ 4.85 MJ/kgDM ตามลำดับ) และใบกระถินหมัก (11.17 และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

6.49 MJ/kgDM ตามลำดับ) ตามรายงานของ นฤมล (2541) ; เสาวลักษณ์ (2542) ; จุฑามาศ (2544) ; สมสุข (2544) ; วรรณา (2545) ตามลำดับ

ส่วนอาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 0, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีพลังงานเมทาบอไลซ์เท่ากับ 13.71, 13.46, 13.45 และ 13.38 MJ/kgDM ตามลำดับ และมีพลังงานสุทธิเพื่อการให้นมเท่ากับ 8.58, 8.30, 8.28 และ 8.17 MJ/kgDM ตามลำดับ พบว่าอาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าพลังงานเมทาบอไลซ์และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นมสูงที่สุดและพบว่าระดับพลังงานลดลงตามระดับของกากเมล็ดฝ้ายที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับระดับพลังงานของกากเมล็ดฝ้ายที่ต่ำกว่ากากถั่วเหลือง และการย่อยได้ของอาหารทดลองที่ลดลงตามระดับของกากเมล็ดฝ้ายที่เพิ่มขึ้น จึงทำให้อาหารทดลองที่มีระดับของกากเมล็ดฝ้ายเพิ่มสูงขึ้นมีพลังงานลดต่ำลงตามไปด้วย พลังงานเมทาบอไลซ์และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นมของอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ สูงกว่าอาหารข้นที่มีกากข้าวมอลต์แห้งเป็นส่วนประกอบที่ระดับ 0, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ที่มีพลังงานเมทาบอไลซ์เฉลี่ยเท่ากับ 11.00 MJ/kgDM และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นมเฉลี่ยเท่ากับ 6.82 MJ/kgDM (จีรวัฒน์, 2545) สูงกว่าอาหารข้นสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด 6 ชนิดที่มีพลังงานเมทาบอไลซ์เฉลี่ยเท่ากับ 9.48 MJ/kgDM และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นมเฉลี่ยเท่ากับ 5.62 MJ/kgDM (นฤมล, 2541) และสูงกว่าอาหารข้น 40 ชนิดที่ De Boever *et al*. (1986) ได้รายงานไว้ว่ามีค่าพลังงานเมทาบอไลซ์เฉลี่ยเท่ากับ 11.76 MJ/kgDM และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นมเฉลี่ยเท่ากับ 7.12 MJ/kgDM ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของแหล่งพลังงานในอาหาร ซึ่งอาหารทดลองที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีมันเส้นเป็นแหล่งพลังงานสูงถึง 60 เปอร์เซ็นต์

5.3 การศึกษาการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนโดยวิธี Nylon bag technique

5.3.1 การย่อยได้ของวัตถุแห้งของกากเมล็ดฝ้ายและกากถั่วเหลืองโดยวิธี Nylon bag technique (Ørskov and McDonald, 1979)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการศึกษาการสลายตัวของวัตถุแห้งของกากเมล็ดฝ้ายและกากถั่วเหลืองโดยวิธี Nylon bag technique พบว่าส่วนที่ละลายได้ (a) ของวัตถุแห้งของกากเมล็ดฝ้ายมีแนวโน้มสูงกว่ากากถั่วเหลือง คือ 30.13 และ 24.30 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนที่ละลายได้ (a) ของวัตถุแห้งของกากเมล็ดฝ้ายนี้ใกล้เคียงกับใบกระถินหมักที่มีส่วนที่ละลายได้ 30.1 เปอร์เซ็นต์ (วรรณา, 2545) แต่ต่ำกว่าเปลือกเสาวรสหมักที่มีส่วนที่ละลายได้ 38.11 เปอร์เซ็นต์ (จุฑามาศ, 2544) และสูงกว่ากาก

ข้าวมอลต์แห้งที่มีส่วนที่ละลายได้ 20.9 เปอร์เซ็นต์ (จีรวัฒน์, 2545) และฟางข้าวที่มีส่วนที่ละลายได้ 11.2 เปอร์เซ็นต์ (เสาวลักษณ์, 2542)

ส่วนที่ไม่ละลายแต่ย่อยสลายได้ (b) ของวัตถุแห้งของกากเมล็ดฝ้ายต่ำกว่ากากถั่วเหลืองมาก คือ 57.95 และ 74.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่สูงกว่าเปลือกเสาวรสหมัก (43.86 เปอร์เซ็นต์) ใบกระถินหมัก (48.1 เปอร์เซ็นต์) ฟางข้าว (52.5 เปอร์เซ็นต์) และกากข้าวมอลต์แห้ง (53.5 เปอร์เซ็นต์) และตามรายงานของ จุฑามาศ (2544) ; วรรณา (2545) ; เสาวลักษณ์ (2542) ; จีรวัฒน์ (2545) ตามลำดับ

จากการที่กากเมล็ดฝ้ายมีส่วนที่ไม่ละลายแต่ย่อยสลายได้ (b) ของวัตถุแห้งต่ำกว่ากากถั่วเหลืองมากจึงทำให้การสลายตัว (a+b) ของวัตถุแห้งของกากเมล็ดฝ้ายต่ำกว่ากากถั่วเหลือง คือ 88.08 และ 98.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อาจเนื่องจากกากเมล็ดฝ้ายนั้นต้องผ่านกระบวนการสกัดน้ำมันที่ต้องมีการอบเพื่อให้ผนังเซลล์แตก และผ่านขั้นตอนการรีดให้เป็นแผ่นเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสกับตัวทำละลาย ซึ่งทั้ง 2 ขั้นตอนนี้ล้วนทำให้เกิดความร้อน (ประสงค์, 2542) และความร้อนที่เกิดขึ้นนี้ทำให้กากเมล็ดฝ้ายมีการย่อยสลายของโปรตีนลดลง (ฉลอง และคณะ, 2534)

เมื่อทำการเปรียบเทียบกับวัตถุดิบชนิดอื่น พบว่าทั้งกากเมล็ดฝ้ายและกากถั่วเหลืองมีค่าการสลายตัว (a+b) ของวัตถุแห้งสูงกว่า ฟางข้าว (65.9 เปอร์เซ็นต์) กากข้าวมอลต์แห้ง (74.1 เปอร์เซ็นต์) ใบกระถินหมัก (78.2เปอร์เซ็นต์) และเปลือกเสาวรสหมัก (81.97 เปอร์เซ็นต์) ตามรายงานของ เสาวลักษณ์ (2542) ; จีรวัฒน์ (2545) ; วรรณา (2545) ; จุฑามาศ (2544) ตามลำดับ

ดังนั้น กากใช้กากเมล็ดฝ้ายในการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องจะทำสัตว์มีโอกาสได้รับโภชนะต่าง ๆ ที่รอดพ้นจากการย่อยในกระเพาะรูเมนเข้าสู่ลำไส้เล็กมากขึ้น สอดคล้องกับ Clark *et al.* (1987) ที่รายงานว่า กากเมล็ดฝ้ายมีปริมาณโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยในกระเพาะรูเมน (RUP) สูงกว่ากากถั่วเหลือง ส่งผลให้ปริมาณกรดอะมิโนที่เข้าสู่ลำไส้เล็กมีมากขึ้นทำให้สัตว์มีโอกาสได้รับโปรตีนหรือกรดอะมิโนจากอาหารเพิ่มมากขึ้น

เมื่อพิจารณาถึงวิธีการศึกษาการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนของวัตถุดิบอาหารข้นในที่นี้คือ กากเมล็ดฝ้ายและกากถั่วเหลือง โดยวิธี Cellulase technique และ Nylon bag technique พบว่าผลการย่อยได้ของวัตถุแห้งจากทั้ง 2 วิธีมีค่าใกล้เคียงกันและมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน คือ ผลการศึกษาโดยวิธี Cellulase technique กากเมล็ดฝ้ายและกากถั่วเหลืองมีการย่อยได้เท่ากับ 85.92 และ 97.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผลการศึกษาโดยวิธี Nylon bag technique กากเมล็ดฝ้ายและกากถั่วเหลืองมีการย่อยได้เท่ากับ 88.08 และ 98.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5.3.2 การย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุของอาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 0, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Nylon bag technique (Ørskov and McDonald, 1979)

อาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 0, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีส่วนที่ละลายได้ (a) ของวัตถุแห้ง (เฉลี่ยเท่ากับ 60.83 เปอร์เซ็นต์) และอินทรียวัตถุ (เฉลี่ยเท่ากับ 63.77 เปอร์เซ็นต์) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งสูงกว่าอาหารข้นผสมที่เสริมกากข้าวมอลต์แห้งที่ระดับ 0, 20, 40 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ที่มีส่วนที่ละลายได้ (a) ของวัตถุแห้งเฉลี่ยประมาณ 45 เปอร์เซ็นต์ (จีรวัฒน์, 2545) สูงกว่าอาหารข้นที่จำหน่ายตามท้องตลาดจำนวน 6 ชนิด ที่เอกสิทธิ์ (2541) รายงายว่ามีส่วนที่ละลายได้ของวัตถุแห้งอยู่ในช่วง 8.9–17.7 เปอร์เซ็นต์ และสูงกว่าอาหารข้นผสมที่เสริมไดอะโตไมท์จากกระบวนการผลิตผงชูรส (diatomite filter aid residue) ที่ระดับ 30, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ที่มีส่วนที่ละลายได้ (a) ของวัตถุแห้งเฉลี่ยประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ (Insung, 1999)

ส่วนที่ไม่ละลายแต่ถูกย่อยสลายได้ (b) ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุของอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ เท่ากับ 38.10, 36.20, 36.83 และ 32.33 เปอร์เซ็นต์ และ 35.88, 34.18, 34.38 และ 31.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่าอาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ มีส่วนที่ไม่ละลายแต่ถูกย่อยสลายได้ (b) ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุต่ำที่สุด สอดคล้องกับค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุของกากเมล็ดฝ้ายที่ต่ำกว่ากากถั่วเหลืองจากวิธี Cellulase technique และวิธี Nylon bag technique เมื่อในอาหารมีสัดส่วนของกากเมล็ดฝ้ายเพิ่มขึ้นและกากถั่วเหลืองลดลงจึงทำให้มีส่วนที่ทนทานต่อการย่อยเพิ่มขึ้น และการย่อยได้ลดลง ส่วนที่ไม่ละลายแต่ถูกย่อยสลายได้ (b) ของวัตถุแห้งของอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ มีค่าใกล้เคียงกับอาหารข้นผสมที่เสริมกากข้าวมอลต์แห้งที่ระดับ 0, 20, 40 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ที่มีส่วนที่ไม่ละลายแต่ถูกย่อยสลายได้ (b) ของวัตถุแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 36 เปอร์เซ็นต์ (จีรวัฒน์, 2545) และอยู่ในช่วงเดียวกันกับอาหารข้นที่จำหน่ายตามท้องตลาดที่มีส่วนที่ไม่ละลายแต่ถูกย่อยสลายได้ (b) ของวัตถุแห้งอยู่ใยช่วง 50.7–87.9 เปอร์เซ็นต์ (เอกสิทธิ์, 2541) แต่สูงกว่าอาหารข้นผสมที่เสริมไดอะโตไมท์จากกระบวนการผลิตผงชูรส (diatomite filter aid residue) ที่ระดับ 30, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ที่มีส่วนที่ไม่ละลายแต่ถูกย่อยสลายได้ (b) ของวัตถุแห้งเฉลี่ยประมาณ 48 เปอร์เซ็นต์ (Insung, 1999)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการที่อาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ มีส่วนที่ละลายได้ (a) ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุสูงถึง 60–65 เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้อาหารทดลองทั้ง 4 ระดับมีการย่อยสลายได้ (a+b) ของวัตถุแห้ง (98.30, 97.58, 97.70 และ 93.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และอินทรียวัตถุค่อนข้างสูง (98.83, 98.48, 98.50 และ 95.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และพบว่าค่าการย่อยสลายได้ (a+b) ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุของอาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์มีค่าต่ำที่สุด ค่าการย่อยสลายได้ของอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับสูงกว่าอาหารข้นผสมที่เสริมกากข้าวมอลต์แห้งที่ระดับ 0, 20, 40 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ที่มีความสามารถในการย่อยสลายได้ (a+b) ของวัตถุแห้งเฉลี่ยประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์ (จีรวัฒน์, 2545) สูงกว่าอาหารข้นที่จำหน่ายตามท้องตลาดที่มีความสามารถในการย่อยสลายได้ (a+b) ของวัตถุแห้งอยู่ในช่วง 68.4–98.0 เปอร์เซ็นต์ (เอกสิทธิ์, 2541) และสูงกว่าอาหารข้นผสมที่เสริมไดอะโตไมท์จากกระบวนการผลิตผงชูรส (diatomite filter aid residue) ที่ระดับ 30, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ที่มีความสามารถในการย่อยสลายได้ (a+b) ของวัตถุแห้งเฉลี่ยประมาณ 63 เปอร์เซ็นต์ (Insung, 1999)

การที่อาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ มีส่วนที่ละลายได้ (a) และความสามารถในการย่อยสลายได้ (a+b) ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุสูงเนื่องจากอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับมีมันเส้นเป็นส่วนประกอบอยู่สูงถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมันเส้นมีคุณสมบัติในการละลายและย่อยได้สูงในกระเพาะรูเมน (เกรียงศักดิ์ และคณะ, 2533) จึงทำให้ส่วนที่ละลายได้และการสลายตัวของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุในอาหารทดลองสูงตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากในการทดลองครั้งนี้ต้องการลดปัจจัยความคลาดเคลื่อนจากแหล่งโปรตีนชนิดอื่นนอกเหนือจากกากเมล็ดฝ้ายและกากถั่วเหลือง จึงเลือกใช้มันเส้นซึ่งมีโปรตีนต่ำเป็นแหล่งพลังงานเพียงอย่างเดียว แต่ในความเป็นจริงการประกอบสูตรอาหารข้นควรมีการใช้วัตถุดิบที่เป็นแหล่งพลังงานมากกว่านี้ ซึ่งวัถตุดิบแหล่งพลังงานแต่ละชนิดจะมีปริมาณการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนแตกต่างกันไป และจะส่งผลให้มีพลังงานรอดพ้นจากการย่อยสลายในกระเพาะรูเมนไปยังลำไส้เล็กแตกต่างกันไปด้วย (เทอดชัย, 2530 ก ; เทอดชัย, 2530 ข ; เกรียงศักดิ์, 2533 ; เกรียงศักดิ์ และคณะ 2533 ; เทอดชัย 2535 ; ภาดา, 2536 ; เทอดชัย, 2542) แต่อย่างไรก็ตามอาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์มีค่าการสลายตัวของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุต่ำที่สุด ดังนั้นเมื่อใช้อาหารดังกล่าวเลี้ยงสัตว์จะทำให้มีโภชนะต่าง ๆ รอดพ้นการย่อยในกระเพาะรูเมนไปยังลำไส้เล็กมากขึ้น และสัตว์มีโอกาสได้รับโภชนะนั้นโดยตรงมากที่สุดด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อพิจารณาถึงวิธีการศึกษาการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนของอาหารข้นผสมในที่นี้คือ อาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ โดยวิธี Cellulase technique และ Nylon bag technique พบว่าผลการย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุโดยวิธี Cellulase technique มีค่าต่ำกว่าผลการย่อยโดยวิธี Nylon bag technique เล็กน้อย (เฉลี่ยประมาณ 4 เปอร์เซ็นต์) แต่มีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน คือ การย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุจะลดลงตามระดับของกากเมล็ดฝ้ายที่เพิ่มขึ้นในอาหาร

5.3.3 การย่อยได้ของโปรตีนรวมและโปรตีนแท้ของอาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 0, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Nylon bag technique (Ørskov and McDonald, 1979)

ส่วนที่ละลายได้ (a) ของโปรตีนรวมและโปรตีนแท้ของอาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 0, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 34.95, 41.58, 41.90 และ 41.00 เปอร์เซ็นต์ และ 36.40, 40.80, 42.73 และ 39.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่าอาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ มีส่วนที่ละลายได้ของโปรตีนรวมและโปรตีนแท้ต่ำที่สุด สอดคล้องกับค่าการละลายได้ของวัตถุแห้งของกากถั่วเหลืองที่มีแนวโน้มต่ำกว่ากากเมล็ดฝ้าย เมื่อสัดส่วนของถั่วเหลืองในอาหารสูงกว่ากากเมล็ดฝ้ายจึงทำให้ส่วนละลายได้ของโปรตีนรวมและโปรตีนแท้ซึ่งเป็นส่วนประกอบของวัตถุแห้งลดต่ำลง ส่วนที่ละลายได้ของโปรตีนรวมและโปรตีนแท้ของอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ ต่ำกว่าอาหารข้นผสมที่เสริมกากข้าวมอลต์แห้งที่ระดับ 0, 20, 40 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ที่มีส่วนที่ละลายได้ (a) ของโปรตีนรวมเฉลี่ยประมาณ 45 เปอร์เซ็นต์ (จีรวัฒน์, 2545) การที่โปรตีนรวมและโปรตีนแท้ของอาหารทดลองที่มีกากเมล็ดฝ้ายเป็นส่วนประกอบมีส่วนที่ละลายได้ (a) ของโปรตีนรวมและโปรตีนแท้สูงกว่าอาหารทดลองที่ไม่มีกากเมล็ดฝ้าย (มีเฉพาะกากถั่วเหลือง) อาจเนื่องมากจากความแตกต่างของชนิดโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบ โดยเทอดชัย (2542) รายงานว่า โปรตีนในชนิด globulin และ albumin จะมีการละลายในน้ำได้มากกว่า prolamine และ glutelin

ส่วนที่ไม่ละลายแต่สามารถถูกย่อยสลายได้ (b) ของโปรตีนรวมและโปรตีนแท้ของอาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงที่สุด คือ 65.05 และ 63.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สอดคล้องกับส่วนที่ไม่ละลายแต่ย่อยสลายได้ของกากถั่วเหลืองที่สูงกว่ากากเมล็ดฝ้าย เมื่อสัดส่วนของกากถั่วเหลืองในอาหารสูงกว่ากากเมล็ดฝ้ายจึงทำให้มีส่วนที่ไม่ละลายแต่ย่อยสลายได้เพิ่มสูงขึ้น ส่วนที่ไม่ละลายแต่สามารถถูกย่อยสลายได้ (b) ของโปรตีนรวมและโปรตีนแท้ของอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับมีค่าเฉลี่ยประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สูงกว่าอาหารข้นผสมที่เสริมกากข้าวมอลต์แห้งที่ระดับ 0, 20, 40 และ 60 เปอร์เซ็นต์ที่มีส่วนที่ไม่ละลายแต่สามารถถูกย่อยสลายได้ (b) ของโปรตีนรวมเฉลี่ยเท่ากับ 44 เปอร์เซ็นต์ (จีรวัฒน์, 2545)

ถึงแม้ว่าอาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ มีส่วนที่ละลายได้ของโปรตีนรวมและโปรตีนแท้ต่ำที่สุด แต่ส่วนที่ไม่ละลายก็สามารถถูกย่อยสลายได้สูงสุดจึงทำให้ความสามารถในการย่อยสลาย (a+b) ของโปรตีนรวมและโปรตีนแท้ไม่แตกต่างจากลุ่มอื่น ๆ โดยอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับมีความสามารถในการย่อยสลายได้ ของโปรตีนรวมและโปรตีนแท้สูงมากเฉลี่ยประมาณ 99 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าอาหารข้นผสมที่เสริมกากข้าวมอลต์แห้งที่ระดับ 0, 20, 40 และ 60 เปอร์เซ็นต์ที่มีความสามารถในการย่อยสลายได้ของโปรตีนรวมเฉลี่ยประมาณ 89 เปอร์เซ็นต์ (จีรวัฒน์, 2545)

5.4 การศึกษาการย่อยได้ในแต่ละส่วนของทางเดินอาหารของโค (*In vivo* digestibility) โดยวิธีการใช้สารบ่งชี้ (Indicator method)

5.4.1 ปริมาณวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุ ที่กิน เข้าสู่ลำไส้เล็ก เข้าสู่ลำไส้ใหญ่ ขับออกทางมูล และการย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุในแต่ละส่วนของทางเดินอาหารของโคที่ได้รับอาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 0, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยมีฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหยาบ

ปริมาณวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม และโปรตีนแท้ที่กิน (intake) ของโคที่ได้รับอาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 0, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เนื่องจากการให้อาหารได้กำหนดไว้ในปริมาณที่เท่ากันคือ 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวในรูปวัตถุแห้ง แบ่งเป็นอาหารข้นคืออาหารทดลอง 1.5 เปอร์เซ็นต์ และอาหารหยาบคือฟางข้าว 1.5 เปอร์เซ็นต์ และในอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับมีปริมาณโภชนะคือวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม และโปรตีนแท้ใกล้เคียงกัน จึงทำให้โคได้รับโภชนะต่าง ๆ ไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับรายงานจากการทดลองอื่น ๆ ที่พบว่าปริมาณการกินวัตถุแห้งของอาหารที่มีกากเมล็ดฝ้ายและกากถั่วเหลืองเป็นองค์ประกอบไม่แตกต่างกัน (Coppock *et al.*, 1987 ; Blackwelder *et al.*, 1998 ; Mena *et al.*, 2001) และการใช้แหล่งโปรตีนต่างชนิดกันไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ของโค (England *et al.*, 1991 ; Mansfield *et al.*, 1994 ; Grummer *et al.*, 1996)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณโภชนะที่เข้าสู่ลำไส้เล็กเป็นส่วนที่เหลือจากการถูกย่อยและดูดซึมในกระเพาะรูเมน ซึ่งสามารถบ่งบอกถึงการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนได้ ยกเว้นอาหารประเภทโปรตีนที่จะมีการสังเคราะห์โปรตีนเพิ่มขึ้นโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน แต่ในการทดลองนี้ไม่สามารถจำแนกได้ว่าปริมาณโปรตีนที่สังเคราะห์ขึ้นโดยจุลินทรีย์มีมากน้อยเพียงใด จึงไม่สามารถบอกได้ว่ามีการย่อยโปรตีนรวมและโปรตีนแท้ในกระเพาะรูเมนมากน้อยเพียงใด บอกได้เพียงปริมาณโปรตีนรวมที่เพิ่มขึ้นในกระเพาะรูเมน ปริมาณโภชนะที่เข้าสู่ลำไส้ใหญ่เป็นส่วนที่เหลือจากการถูกย่อยและดูดซึมในลำไส้เล็กซึ่งสามารถบ่งบอกถึงการย่อยได้ในลำไส้เล็กได้ โภชนะทุกชนิดโดยเฉพาะโปรตีนทั้งโปรตีนจากอาหารและโปรตีนจุลินทรีย์ก็ล้วนจะถูกย่อยและดูดซึมในลำไส้เล็กในรูปกรดอะมิโนได้เหมือนกัน ปริมาณโภชนะที่ขับออกทางมูลเป็นส่วนที่เหลือจากการถูกย่อยและดูดซึมในลำไส้ใหญ่ สามารถบ่งบอกถึงปริมาณโภชนะที่ถูกย่อยในลำไส้ใหญ่เมื่อพิจารณาจากปริมาณโภชนะที่เข้าสู่ลำไส้ใหญ่ และการย่อยได้ในทุกส่วนของทางเดินอาหารเมื่อพิจารณาจากปริมาณโภชนะที่กินเข้าไป ยกเว้นอาหารประเภทโปรตีนซึ่งในลำไส้ใหญ่มีกระบวนการหมักย่อยเหมือนในกระเพาะรูเมนและมีโปรตีนจุลินทรีย์เป็นผลผลิตร่วมด้วย จึงไม่สามารถบอกได้ว่าอาหารประเภทโปรตีนถูกย่อยและดูดซึมในลำไส้ใหญ่ได้มากน้อยเพียงใด เทอดชัย (2542) รายงานว่าการที่มีโปรตีนหลงเหลือมายังลำไส้ใหญ่นับว่าไม่เกิดประโยชน์แก่สัตว์และถือว่าเป็นการสิ้นเปลือง เนื่องจากในลำไส้ใหญ่ถึงแม้จะมีกระบวนการหมักคล้ายกับกระเพาะรูเมนแต่ผลผลิตที่ได้คือโปรตีนจากจุลินทรีย์ที่สัตว์ไม่สามารถดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้ซึ่งจะถูกขับออกมาทางมูล

การย่อยได้ของวัตถุแห้งในกระเพาะรูเมน ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ และทุกส่วนของทางเดินอาหารของโคที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และเมื่อพิจารณาถึงปริมาณโภชนะที่ย่อยได้ในแต่ละส่วน พบว่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งในกระเพาะรูเมนมีเฉลี่ยประมาณ 37 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าโคที่ได้รับมันเส้น ข้าวเปลือกบด และปลายข้าว ที่มีการย่อยได้ 52, 57 และ 42 เปอร์เซ็นต์ (เกรียงศักดิ์, 2533) ปลายข้าวไม่แช่น้ำ ปลายข้าวแช่น้ำ ปลายข้าวผสมมันเส้นในอัตราส่วน 50 ต่อ 50, 35 ต่อ 65 และ 20 ต่อ 80 ที่มีการย่อยได้ 40, 42, 45, 41 และ 41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่สูงกว่าปลายข้าวผสมมันเส้นในอัตรา 75 ต่อ 25 ที่มีการย่อยได้ 34 เปอร์เซ็นต์ (ภาดา, 2536) การย่อยได้ของวัตถุแห้งในลำไส้เล็กมีค่าใกล้เคียงกับกระเพาะรูเมน คือทุกกลุ่มการทดลองมีการย่อยของวัตถุแห้งในลำไส้เล็กเฉลี่ยประมาณ 37 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าโคที่ได้รับมันเส้น ข้าวเปลือกบด และปลายข้าว ที่มีการย่อยได้ 19, 12 และ 24 เปอร์เซ็นต์ (เกรียงศักดิ์, 2533) ปลายข้าวไม่แช่น้ำ ปลายข้าวแช่น้ำ ปลายข้าวผสมมันเส้นในอัตราส่วน 75 ต่อ 25, 50 ต่อ 50, 35 ต่อ 65 และ 20 ต่อ 80 ที่มีการย่อยได้ 17, 24, 24, 21, 21 และ 29 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตามลำดับ (ภาดา, 2536) การย่อยได้ของวัตถุแห้งในลำไส้ใหญ่มีค่าต่ำที่สุด คือเฉลี่ยประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าโคที่ได้รับมันเส้น ข้าวเปลือกบด และปลายข้าว ที่มีการย่อยได้ 5, 6 และ 6 เปอร์เซ็นต์ (เกรียงศักดิ์, 2533) ปลายข้าวไม่แช่น้ำ ปลายข้าวแช่น้ำ ปลายข้าวผสมมันเส้นในอัตราส่วน 75 ต่อ 25, 50 ต่อ 50, 35 ต่อ 65 และ 20 ต่อ 80 ที่มีการย่อยได้ 12, 5, 8, 6, 8 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาดา, 2536) การที่อาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 0, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีการย่อยได้ในลำไส้ใหญ่ต่ำ เนื่องจากวัตถุแห้งส่วนใหญ่ได้ถูกย่อยที่กระเพาะรูเมนและลำไส้เล็กไปมากแล้ว และการย่อยได้ของวัตถุแห้งในทุกส่วนของทางเดินอาหารมีค่าเฉลี่ยประมาณ 77 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับโคที่ได้รับมันเส้น ข้าวเปลือกบด และปลายข้าว ที่มีการย่อยได้ 76, 75 และ 72 เปอร์เซ็นต์ (เกรียงศักดิ์, 2533) ปลายข้าวไม่แช่น้ำ ปลายข้าวแช่น้ำ ปลายข้าวผสมมันเส้นในอัตราส่วน 75 ต่อ 25, 50 ต่อ 50, 35 ต่อ 65 และ 20 ต่อ 80 ที่มีการย่อยได้ 68, 71, 65, 71, 70 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาดา, 2536)

การย่อยได้ของอินทรียวัตถุในกระเพาะรูเมน ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ และทุกส่วนของทางเดินอาหารของโคที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อพิจารณาถึงปริมาณโภชนะที่ย่อยได้ในแต่ละส่วน พบว่าการย่อยได้ของอินทรียวัตถุในกระเพาะรูเมนมีค่าเฉลี่ยประมาณ 43 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าโคที่ได้รับมันเส้น และข้าวเปลือกบดที่มีการย่อยได้ 59 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับปลายข้าวที่มีการย่อยได้ 47 เปอร์เซ็นต์ (เกรียงศักดิ์, 2533) ปลายข้าวไม่แช่น้ำ ปลายข้าวแช่น้ำ ปลายข้าวผสมมันเส้นในอัตราส่วน 75 ต่อ 25, 50 ต่อ 50, 35 ต่อ 65 และ 20 ต่อ 80 ที่มีการย่อยได้ 46, 47, 49, 55, 55 และ 53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาดา, 2536) การย่อยได้ของอินทรียวัตถุในลำไส้เล็กต่ำกว่าในกระเพาะรูเมนคือเฉลี่ยประมาณ 36 เปอร์เซ็นต์ แต่สูงกว่าโคที่ได้รับมันเส้น ข้าวเปลือกบด และปลายข้าว ที่มีการย่อยได้ 16, 12 และ 21 เปอร์เซ็นต์ (เกรียงศักดิ์, 2533) ปลายข้าวไม่แช่น้ำ ปลายข้าวแช่น้ำ ปลายข้าวผสมมันเส้นในอัตราส่วน 75 ต่อ 25, 50 ต่อ 50, 35 ต่อ 65 และ 20 ต่อ 80 ที่มีการย่อยได้อินทรียวัตถุที่ถูกย่อยที่ลำไส้เล็กเท่ากับ 16, 23, 20, 18, 17 และ 17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาดา, 2536) การย่อยได้ของอินทรียวัตถุในลำไส้ใหญ่ต่ำกว่าในกระเพาะรูเมนและลำไส้เล็ก คือเฉลี่ยประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าโคที่ได้รับมันเส้น ข้าวเปลือกบด และปลายข้าว ที่มีการย่อยได้ 4, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ (เกรียงศักดิ์, 2533) ปลายข้าวไม่แช่น้ำ ปลายข้าวแช่น้ำ ปลายข้าวผสมมันเส้นในอัตราส่วน 75 ต่อ 25, 50 ต่อ 50, 35 ต่อ 65 และ 20 ต่อ 80 ที่มีการย่อยได้ 9, 3, 4, 4, 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาดา, 2536) การที่อาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

แทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 0, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์มีการย่อยได้ในลำไส้ใหญ่ต่ำมากเพียง 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นเหตุผลเดียวกับวัตถุแห้งคืออินทรียวัตถุส่วนใหญ่ได้ถูกย่อยที่กระเพาะรูเมนและลำไส้เล็กไปมากแล้ว และการย่อยได้ของอินทรียวัตถุในทุกส่วนของทางเดินอาหารเฉลี่ยประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับโคที่ได้รับมันเส้น ข้าวเปลือกบด และปลายข้าว ที่มีการย่อยได้ 79, 77 และ 74 เปอร์เซ็นต์ (เกรียงศักดิ์, 2533) ปลายข้าวไม่แช่น้ำ ปลายข้าวแช่น้ำ ปลายข้าวผสมมันเส้นในอัตราส่วน 75 ต่อ 25, 50 ต่อ 50, 35 ต่อ 65 และ 20 ต่อ 80 ที่มีการย่อยได้ 71, 73, 73, 77, 78 และ 77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาดา, 2536)

ความสามารถในการย่อยวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุของกระเพาะรูเมน ลำไส้เล็ก และลำไส้ใหญ่โดยพิจารณาจากปริมาณวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุที่เข้าไปในแต่ละส่วน (base on entering of each section) พบว่าความสามารถในการย่อยวัตถุแห้งของกระเพาะรูเมนต่ำกว่าลำไส้เล็กคือเฉลี่ยประมาณ 37 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุแห้งที่เข้าไป ส่วนลำไส้ใหญ่มีการย่อยได้เฉลี่ยประมาณ 11 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุแห้งที่เข้าไป ส่วนความสามารถในการย่อยอินทรียวัตถุ พบว่ากระเพาะรูเมนมีความสามารถในการย่อยอินทรียวัตถุได้เฉลี่ยประมาณ 43 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าลำไส้เล็กที่สามารถย่อยอินทรียวัตถุได้เฉลี่ยประมาณ 62 เปอร์เซ็นต์ และลำไส้ใหญ่สามารถย่อยอินทรียวัตถุได้ต่ำที่สุดคือเฉลี่ยประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์ ความสามารถของลำไส้เล็กในการย่อยอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับนี้ต่ำกว่าความสามารถในการย่อยกากถั่วเหลืองที่ ปราโมทย์ และคณะ (2543) ได้รายงานว่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุของกากถั่วเหลืองในลำไส้เล็กมีค่าเท่ากับ 75.90 และ 89.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การย่อยได้ในกระเพาะรูเมนจากการศึกษาในตัวสัตว์ (*in vivo*) มีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุต่ำกว่าจากการศึกษาโดยวิธี Cellulase technique และ Nylon bag technique เนื่องจากในการศึกษาการย่อยได้ในตัวสัตว์เป็นการให้อาหารทดลองซึ่งเป็นอาหารข้นควบคู่กับการให้ฟางข้าวซึ่งเป็นอาหารหยาบ ผลการย่อยได้จึงเป็นผลการย่อยได้ของอาหารทั้งหมดทั้งฟางข้าวและอาหารทดลองร่วมกัน ส่วนการศึกษาโดยวิธี Cellulase technique และ Nylon bag technique เป็นการศึกษาเฉพาะในอาหารข้นอย่างเดียวจึงมีค่าการย่อยได้สูงกว่าการศึกษาในตัวสัตว์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5.4.2 ปริมาณโปรตีนรวม ที่กิน เพิ่มขึ้นในกระเพาะรูเมน เข้าสู่ลำไส้เล็ก เข้าสู่ลำไส้ใหญ่ ขับออกทางมูล และการย่อยได้ของโปรตีนรวมในลำไส้เล็กของโคที่ได้รับอาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 0, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยมีฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหยาบ

โปรตีนรวมที่เพิ่มขึ้นในกระเพาะรูเมนไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) คือเฉลี่ยประมาณ 254 กรัมต่อวัน สูงกว่าโคที่ได้รับอาหารข้นที่มีกากข้าวมอลต์แห้งเป็นองค์ประกอบที่ระดับ 0, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ที่มีปริมาณโปรตีนรวมเพิ่มขึ้นในกระเพาะรูเมนเฉลี่ยเพียง 35 กรัมต่อวัน (จีรวัฒน์, 2545) ปริมาณโปรตีนรวมที่เพิ่มขึ้นในกระเพาะรูเมนนี้เป็นไนโตรเจนทุกชนิดทั้งโปรตีนไนโตรเจนคือโปรตีนจุลินทรีย์และไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนคือแอมโมเนียที่เข้าสู่กระเพาะรูเมนทางวัฏจักรยูเรีย (urea cycle) จากการเพิ่มขึ้นของโปรตีนรวมในกระเพาะรูเมนนี้เองเป็นสาเหตุให้ปริมาณโปรตีนรวมที่เข้าสู่ลำไส้เล็กมีปริมาณมากคือเฉลี่ยประมาณ 815 กรัมต่อวัน มากกว่าโปรตีนรวมที่กินเข้าไป สาเหตุที่ปริมาณโปรตีนรวมในกระเพาะรูเมนเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันนั้นสอดคล้องกับผลการทดลองโดยวิธี nylon bag technique ที่พบว่าอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับมีการย่อยสลายได้ของอินทรียวัตถุซึ่งเป็นแหล่งพลังงาน และโปรตีนรวมกับโปรตีนแท้ซึ่งเป็นแหล่งไนโตรเจน ในกระเพาะรูเมนใกล้เคียงกันทำให้สภาพภายในกระเพาะรูเมนมีวัตถุดิบที่ใช้ในการสังเคราะห์โปรตีนจุลินทรีย์คือพลังงานและไนโตรเจนใกล้เคียงกันจึงทำให้จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนสังเคราะห์โปรตีนได้ในปริมาณที่ใกล้เคียงกันไปด้วย

โปรตีนรวมที่เข้าสู่ลำไส้เล็กนั้นประกอบไปด้วยโปรตีนจากอาหารที่ไม่ถูกย่อยในกระเพาะรูเมน โปรตีนจากจุลินทรีย์ โปรตีนจากเยื่อบุทางเดินอาหาร และแอมโมเนียที่มาจากกระเพาะรูเมน โปรตีนรวมเหล่านี้ถูกย่อยในลำไส้เล็กเฉลี่ยวันละ 636 กรัม ความสามารถของลำไส้เล็กในการย่อยโปรตีนรวมของโคที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) คือเฉลี่ยประมาณ 78 เปอร์เซ็นต์ของโปรตีนที่เข้าไปในลำไส้เล็ก สูงกว่าโคที่ได้รับอาหารข้นที่มีกากข้าวมอลต์แห้งเป็นองค์ประกอบที่ระดับ 0, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ที่มีการย่อยได้ของโปรตีนรวมในลำไส้เล็กเฉลี่ยเท่ากับ 62.58 เปอร์เซ็นต์ (จีรวัฒน์, 2545) แต่ต่ำกว่าการย่อยได้ของโปรตีนรวมของกากถั่วเหลืองที่มีการย่อได้ในลำไส้เล็ก 82.84 เปอร์เซ็นต์ (ปราโมทย์ และคณะ, 2543) การย่อยได้ในลำไส้เล็กที่ไม่แตกต่างกันนี้ทำให้มีปริมาณโปรตีนรวมเข้าสู่ลำไส้ใหญ่และขับออกทางมูลไม่แตกต่างกันด้วย คือเฉลี่ยประมาณ 179 และ 150 กรัมต่อวัน ตามลำดับ การขับโปรตีนรวมออกทางมูลของโคที่ได้รับอาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 0, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าโคที่ได้รับอาหารข้นที่มีกากข้าวมอลต์แห้งเป็นองค์ประกอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่ระดับ 0, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ที่ขับโปรตีนรวมออกทางมูลเฉลี่ยเท่ากับ 222 กรัมต่อวัน (จีรวัฒน์, 2545) แสดงให้เห็นว่าการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนรวมอาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 0, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าอาหารทดลองที่มีกากข้าวมอลต์แห้งเป็นส่วนประกอบ

5.4.3 ปริมาณโปรตีนแท้ ที่กิน เข้าสู่ลำไส้เล็ก เข้าสู่ลำไส้ใหญ่ ขับออกทางมูล และการย่อยได้ของโปรตีนแท้ในลำไส้เล็กของโคที่ได้รับอาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 0, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยมีฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหยาบ

ปริมาณโปรตีนแท้ที่เข้าสู่ลำไส้เล็กไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) คือประมาณ 443 กรัมต่อวัน โปรตีนแท้ที่เข้าสู่ลำไส้เล็กประกอบด้วยโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยในกระเพาะรูเมน และโปรตีนจุลินทรีย์ที่สังเคราะห์ขึ้นในกระเพาะรูเมน ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ไม่สามารถแยกประเภทโปรตีนแท้ได้ว่าเป็นโปรตีนแท้จากอาหารที่ไม่ถูกย่อยในกระเพาะรูเมนหรือโปรตีนแท้จากจุลินทรีย์ แต่อย่างไรก็ตามโปรตีนแท้ที่เข้ามาสู่ลำไส้เล็กนั้นไม่ว่าจะอยู่ในรูปใดก็จะถูกเอนไซม์จากทางเดินอาหารย่อยและดูดซึมไปใช้ประโยชน์แก่ร่างกาย ซึ่งอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับทำให้มีปริมาณโปรตีนแท้เข้าสู่ลำไส้เล็กไม่แตกต่างกันก็จะทำให้สัตว์ได้รับโปรตีนแท้ไปใช้ประโยชน์ไม่แตกต่างกันเช่นกัน โดยปริมาณโปรตีนแท้ที่ถูกย่อยในลำไส้เล็กก็ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) คือเฉลี่ยประมาณ 290 กรัมต่อวัน ส่วนความสามารถลำไส้เล็กในการย่อยโปรตีนแท้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) คือประมาณ 65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าการย่อยโปรตีนรวม (78 เปอร์เซ็นต์) สาเหตุที่ทำให้มีการย่อยโปรตีนรวมได้มากกว่าโปรตีนแท้อาจเนื่องจากการดูดซึมไนโตรเจนประเภทแอมโมเนียในลำไส้เล็กซึ่งดูดซึมได้ง่ายและไม่ต้องมีการย่อยแต่อย่างใด ส่วนอาหารที่เป็นโปตีนแท้จะต้องมีการย่อยโดยเอนไซม์จากทางเดินอาหารก่อนจึงจะถูกดูดซึมได้

กากเมล็ดฝ้ายมีปริมาณโปรตีนที่ไม่ย่อยสลายในกระเพาะรูเมนมากกว่ากากถั่วเหลือง ทำให้มีปริมาณโปรตีนหรือกรดอะมิโนถูกดูดซึมที่ลำไส้เล็กมากขึ้น (Clark *et al.*, 1987) การที่มีโปรตีนรวมหรือโปรตีนแท้เข้าสู้ลำไส้เล็กจำนวนมากไม่ว่าจะเป็นโปรตีนจากอาหารหรือโปรตีนจุลินทรีย์ก็ล้วนถูกย่อยโดยเอนไซม์ในลำไส้เล็กและดูดซึมไปใช้ประโยชน์แก่ร่างกายซึ่งจะส่งผลให้สัตว์ให้ผลผลิตมากตามไปด้วย (เทอดชัย, 2542) โดย Blackwelder *et al.* (1998) ; Bernard (1997) ; Sanchez and Claypool (1983) ; Van Horn *et al.* (1979) ; Velasquez-Pereira *et al*. (2002)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

รายงานสอดคล้องกันว่า สามารถใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองในอาหารโคนมซึ่งจะให้ปริมาณผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบของน้ำนมไม่แตกต่างกัน

5.4.4 สภาพภายในกระเพาะรูเมน

5.4.4.1 ความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมน

ความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมน (ruminal pH) หลังจากที่โคได้รับอาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 0, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ชั่วโมงต่าง ๆ พบว่าก่อนที่โคจะได้รับอาหาร (0 ชั่วโมง) ความเป็นกรด–ด่างในกระเพาะรูเมนของทุกกลุ่มการทดลองอยู่ในช่วง 6.12–6.50 หรือเฉลี่ย 6.27 และหลังจากที่โคได้รับอาหารไปแล้ว 1–5 ชั่วโมงความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนของทุกกลุ่มการทดลองมีแนวโน้มลดต่ำลง โดยที่ชั่วโมงที่ 5 หลังจากได้รับอาหารความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนของทุกกลุ่มการทดลองอยู่ในช่วง 5.85-6.21 หรือเฉลี่ย 5.98 และหลังจากชั่วโมงที่ 5 เป็นต้นไป ความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนของทุกกลุ่มการทดลองมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยที่ชั่วโมงที่ 11 หลังจากได้รับอาหารความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนของทุกกลุ่มการทดลองอยู่ในช่วง 6.03–6.49 หรือเฉลี่ย 6.28 การที่ความเป็นกรด–ด่างในกระเพาะรูเมนลดต่ำลงหลังจากการกินอาหารในช่วงแรก ๆ เกิดจากการหมักย่อย คาร์โบไฮเดรทที่ย่อยง่ายซึ่งได้กรดเป็นผลผลิตและในช่วงหลังจะเป็นการหมักย่อยคาร์โบไฮเดรทที่เป็นเยื่อใย (เทอดชัย, 2542) และการที่ความเป็นกรด–ด่างในกระเพาะรูเมนของโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) อาจเนื่องจากการย่อยได้ของอินทรียวัตถุในกระเพาะรูเมนในการศึกษาครั้งนี้ไม่แตกต่างกัน ซึ่งความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนมีความสัมพันธ์กับการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุในกระเพาะรูเมน ดังนั้นถ้าการย่อยได้ของอินทรียวัตถุในกระเพาะรูเมนไม่แตกต่างกันจึงมีผลให้ความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนไม่แตกต่างกันไปด้วย (Garcia *et al.*, 1999) ในการทดลองครั้งนี้โคได้รับอาหารข้นที่มีมันเส้นเป็นแหล่งคาร์โบไฮ- เดรทในปริมาณที่ใกล้เคียงกันจึงทำให้เกิดการย่อยได้ของอินทรียวัตถุใกล้เคียงกัน และอาจเนื่องจากการทดลองนี้ได้ให้ฟางข้าวเป็นอาหารหยาบในปริมาณที่เท่ากันซึ่งฟางข้าวมีน้ำเป็นองค์ประกอบต่ำมากจึงกระตุ้นให้เกิดการหลั่งน้ำลายออกจำนวนมาก (เทอดชัย, 2542) และฟอสเฟต (phosphate) และไบคาร์บอเนต (bicarbonate) ในน้ำลายมีหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ (buffer) รักษาสภาพความเป็นกรด-ด่างไว้ ประกอบกับการดูดซึมกรดอย่างรวดเร็วทำให้สามารถรักษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สภาพความเป็นกรด-ด่างไว้ได้ (McDonald *et al.*, 1995) ทำให้ความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนจึงลดต่ำลงไม่มากและไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มการทดลอง

ความเป็นกรด–ด่างในกระเพาะรูเมนระหว่างกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกันนี้ สอดคล้องกับการทดลองของ Wanapat *et al.* (1996) ที่พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนของโคที่ได้รับฟางข้าวเป็นอาหารหยาบหลัก และทำการเสริมกากเมล็ดฝ้าย 2, 3, 4 และ 5 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ไม่แตกต่างกัน Judkins *et al.* (1991) รายงานว่าไม่มีความแตกต่างของค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมน ระหว่างการเสริมและไม่เสริมกากเมล็ดฝ้ายแก่โคที่ได้รับหญ้าแห้งเพียงอย่างเดียว เกรียงศักดิ์ (2533) และ ภาดา (2536) รายงานว่าไม่มีความแตกต่างของค่าความเป็นกรด–ด่างในกระเพาะรูเมนในโคที่ได้รับอาหารที่มีแหล่งแป้งต่างชนิดกัน Blackwelder *et al.* (1998) รายงานว่าปริมาณกรดไขมันระเหยได้ของโคที่ได้รับอาหารที่มีกากเมล็ดฝ้ายและกากถั่วเหลืองเป็นองค์ประกอบไม่แตกต่างกัน Nagalaksnmi *et al.* (2003) รายงานว่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนหลังจากแกะได้รับอาหารที่มีกากถั่วลิสงและกากเมล็ดฝ้ายไม่แตกต่างกัน และ Batajoo and Shaver (1997) รายงานว่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนที่ชั่วโมงที่ 6 หลังจากโคได้รับเมล็ดธัญญพืชต่าง ๆ ได้แก่ ข้าวบาร์เลย์ ข้าวมอลต์ กากถั่วเหลือง ข้าวโพด คอนกลูเตน เปลือกเมล็ดถั่วเหลือง ข้าวสาลี ไม่แตกต่างกัน

5.4.4.2 แอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะรูเมน

แอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะรูเมน (ruminal ammonia-nitrogen) หลังจากที่โคได้รับอาหารทดลองที่ใช้กากเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งโปรตีนแทนที่กากถั่วเหลืองที่ระดับ 0, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ชั่วโมงต่าง ๆ พบว่า ก่อนที่โคจะได้รับอาหาร (0 ชั่วโมง) ความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนของทุกกลุ่มการทดลองอยู่ในช่วง 13.03–16.78 หรือเฉลี่ย 14.77 mg/100 ml หลังจากได้รับอาหารไปแล้วความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนของทุกกลุ่มการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วง 1–2 หลังจากกินอาหาร หลังจากนั้นลดต่ำลงโดยที่ชั่วโมงที่ 5 หลังจากได้รับอาหาร แอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนของโคที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับ ลดลงเหลือ 6.35–9.25 หรือเฉลี่ย 7.91 mg/100 ml และหลังจากชั่วโมงที่ 5 แอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนของทุกกลุ่มการทดลองค่อย ๆ เพิ่มขึ้น โดยที่ชั่วโมงที่ 11 หลังจากได้รับอาหารทุกกลุ่มการทดลองมีแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนอยู่ในช่วง 12.27–13.10 หรือเฉลี่ย 12.82 mg/100 ml เป็นไปในลักษณะเดียวกับรายงานของ Insung (1999) ที่พบว่าหลังจากที่โคได้รับอาหารข้นที่มีไดอะโตไมท์จากกระบวนการผลิตผงชูรส (diatomite filter

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

aid residue) ความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนจะเพิ่มขึ้นภายใน 2 ชั่วโมง หลังจากสัตว์ได้รับอาหารและหลังจากนั้นจะลดต่ำลง การที่ในช่วงเวลา 2 ชั่วโมงแรกหลังจากการกินอาหารแล้วความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนเพิ่มขึ้น อาจเกิดจากการแตกตัวของโปรตีนในอาหารทดลองซึ่งทั้งกากเมล็ดฝ้ายและกากถั่วเหลืองมีส่วนที่ละลายได้ของค่อนข้างสูง (30.13 และ 24.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และการละลายได้ของโปรตีนรวมและโปรตีนแท้ในอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับที่มีการละลายได้อยู่ในช่วง 35–43 เปอร์เซ็นต์ จึงเกิดการแตกตัวเป็นแอมโมเนียอย่างรวดเร็วทำให้ความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนสูงขึ้น Satter and Slyter (1974) รายงานว่าปกติความเข้มข้นในของแอมโมเนียในกระเพาะรูเมนจะมีค่าสูงสุดหลังจากกินอาหาร 1–2 ชั่วโมง และหลังจากนั้นความเข้มข้นของแอมโมเนียในกระเพาะรูเมนของโคที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับก็ลดลงเรื่อย ๆ อาจเนื่องจากในอาหารทดลองทุกชนิดได้ใช้ มันเส้นบดเป็นแหล่งพลังงาน ซึ่งมันเส้นมีการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนได้สูงและรวดเร็ว (เกรียงศักดิ์, 2533) ทำให้จุลินทรีย์ได้รับพลังงานในการใช้แอมโมเนียในกระเพาะรูเมนสังเคราะห์เป็นโปรตีน จุลินทรีย์จึงทำให้ความเข้มข้นของแอมโมเนียในกระเพาะรูเมนลดลงในช่วงเวลาดังกล่าว แต่อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของแอมโมเนียในกระเพาะรูเมนของทุกกลุ่มการทดลองสูงกว่าระดับที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์โปรตีนจุลินทรีย์ คือ 5 mg/100ml (Satter and Slyter, 1974)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved