บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนะ

5.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของกากข้าวมอลต์แห้ง

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของกากข้าวมอลต์แห้งที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าปริมาณวัตถุแห้งมีค่าเท่ากับ 85.95 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าที่รายงานโดย Wahlstrom (1976), Huige (1995), Bath *et al.* (1997), NRC (2001) นฤมล (2541) และ สุรชัยและคณะ (2542) (93.7 92.0 92.0 90.7 93.9 และ 91.5 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) ทั้งนี้กากข้าวมอลต์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นกากข้าวมอลต์ที่อยู่ในสภาพสดมีความชื้นสูงประมาณ 75 % การผึ่งแดดหรือทิ้งไว้ให้แห้งตามธรรมชาติซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ไม่อาจลดปริมาณความชื้นลงไปถึงระดับดังกล่าวได้

ปริมาณโปรตีนหยาบมีค่าเท่ากับ 18.55 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำกว่ารายงานของ Wahlstrom (1976), Huige (1995), Bath *et al.* (1997), NRC (2001) และ สุรชัยและคณะ (2542) (25.4 28.0 25.4 29.2 และ 26.4 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) แต่มีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ นฤมล (2541) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 21.81 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าต่ำกว่ากากถั่วเหลืองตามรายงานของ NRC (2001) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 46.3 เปอร์เซ็นต์ ปัจจัยที่น่าจะเป็นสาเหตุให้กากข้าวมอลต์แห้งที่ใช้มีปริมาณโปรตีนต่ำกว่าที่อื่นคือสูญเสียไปในระหว่างการขนส่งจากกรุงเทพฯมายังเชียงใหม่ เพราะในระหว่างนั้นมีน้ำไหลออกจากกากข้าวมอลต์ตลอดการเดินทาง และด้วยวิธีการผึ่งแดดมีน้ำส่วนหนึ่งสูญหายไปซึ่งน่าจะชะเอาโภชนะส่วนหนึ่งออกไปด้วยได้แก่พวกโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ในน้ำเป็นต้น

กากข้าวมอลต์แห้งมีปริมาณเยื่อใยหยาบเท่ากับ 13.13 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยที่ละลายในด่างเท่ากับ 51.85 เปอร์เซ็นต์ใกล้เคียงกับหญ้ารูซี่ (54.80 เปอร์เซ็นต์) เยื่อใยที่ละลายในกรดเท่ากับ 22.69 เปอร์เซ็นต์ต่ำกว่าหญ้ารูซี่ (31.18 เปอร์เซ็นต์) ตามรายงานของ เอกสิทธิ์ (2541) ปริมาณเยื่อใยของกากข้าวมอลต์แห้งมีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ Wahlstrom (1976), Huige (1995), Bath *et al.* (1997), NRC (2001) นฤมล (2541) และ สุรชัยและคณะ (2542) จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นประเภทเยื่อใยซึ่งก็สอดคล้องกับรายงานของ (Morrison, 1956) ที่ได้รายงานไว้ว่าวัตถุดิบชนิดนี้มีองค์ประกอบของโภชนะที่เป็นเยื่อใยสูง

5.1.2 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับ

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับในการศึกษาครั้งนี้ มีค่าใกล้เคียงกันคือมีปริมาณวัตถุแห้งประมาณ 88 เปอร์เซ็นต์ อินทรียวัตถุประมาณ 79 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ ไขมันรวมประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ แต่ที่มีความแตกต่างกันก็คือองค์ประกอบที่เป็นเยื่อใย พบว่าปริมาณเยื่อใยหยาบ เยื่อใยที่ละลายในด่าง และเยื่อใยที่ละลายในกรดเฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลสเพิ่มขึ้นตามระดับของกากข้าวมอลต์แห้งในอาหาร และมีค่าสูงสุดในอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งที่ระดับ 40 เปอร์เซ็นต์คือ 9.20 38.70 16.12 22.58 และ 13.49 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

5.2 การสลายตัวของโภชนะภายในกระเพาะหมักโดยวิธีใช้ถุงไนล่อน (*In situ/ In sacco* rumen degradability techniques)

5.2.1 การสลายตัวของกากข้าวมอลต์แห้งในกระเพาะหมัก

จากค่าพารามิเตอร์ที่คำนวณได้ ส่วนที่ละลายได้ทันทีในกระเพาะหมักของวัตถุแห้งในกากข้าวมอลต์แห้งมีค่าเท่ากับ 20.9 เปอร์เซ็นต์สูงกว่าฟางข้าวตามที่ เสาวลักษณ์ (2542) รายงานไว้คือเท่ากับ 17.2 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังมีค่าต่ำกว่าหญ้ารูซี่และสูงกว่าหญ้าเนเปียร์ ตามรายงานของ เอกสิทธิ์ (2541) ที่ได้รายงานไว้ว่ามีค่าเท่ากับ 26.1และ 17.3 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนที่ไม่ละลายแต่เกิดการหมักย่อยได้โดยจุลินทรีย์มีค่าเท่ากับ 53.5 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าฟางข้าวซึ่งมีค่าเท่ากับ 46.5 เปอร์เซ็นต์ ตามรายงานของ เสาวลักษณ์ (2542) และพบว่ามีค่าสูงกว่าหญ้ารูซี่แต่ใกล้เคียงกับหญ้าเนเปียร์ซึ่งมีค่าเท่ากับ 46.5 และ 54.0 เปอร์เซ็นต์ตามรายงานของ เอกสิทธิ์ (2541) ศักยภาพในการสลายตัวสูงสุดของกากข้าวมอลต์แห้งเท่ากับ 74.4 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าในฟางข้าวซึ่งมีค่าเท่ากับ 63.7 เปอร์เซ็นต์จากรายงานของ เสาวลักษณ์ (2542) แต่มีค่าใกล้เคียงกับหญ้ารูซี่และหญ้าเนเปียร์ซึ่งเท่ากับ 72.7 และ 71.4 เปอร์เซ็นต์จากรายงานของ (เอกสิทธิ์, 2541) ประสิทธิภาพในการสลายตัวของวัตถุแห้งในกากข้าวมอลต์แห้งที่อัตรา 0.05 ส่วนต่อชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 36.7 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สูงกว่าในฟางข้าวซึ่งมีค่าเท่ากับ 31.9 เปอร์เซ็นต์ (เสาวลักษณ์, 2542) แต่มีค่าต่ำกว่าหญ้ารูซี่และหญ้าเนเปียร์ ซึ่งเท่ากับ 45.7 และ 44.9 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (เอกสิทธิ์, 2541) นอกจากนี้ยังพบว่ามีค่าต่ำกว่าเปลือกเสาวรสหมัก (54.35 เปอร์เซ็นต์) จากรายงานของ จุฑามาศ (2542)

5.2.2 การสลายตัวของโภชนะในอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับ

ผลการศึกษาพบว่าอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์มีส่วนที่ละลายได้ทันทีของวัตถุแห้งสูงที่สุด (50.1 เปอร์เซ็นต์) และมีค่าลดลงตามระดับที่เพิ่มขึ้นของกากข้าวมอลต์แห้งและพบว่ามีค่าสูงกว่าที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ แต่ทั้งนี้ส่วนที่ละลายได้ทันทีของโปรตีนหยาบกลับพบว่าที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงที่สุด (51.5 เปอร์เซ็นต์) และมีค่าลดลงตามระดับที่เพิ่มขึ้นของกากข้าวมอลต์แห้งเช่นกัน ค่าดังกล่าวสูงกว่าในอาหารสำเร็จรูปจากบริษัทซึ่งได้ศึกษาโดย เอกสิทธิ์ (2541) และรายงานว่าส่วนที่ละลายได้ทันทีมีค่าอยู่ในช่วง 8.9-17.7 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าสูงกว่าที่ Armentano *et al.* (1986) ที่ได้ศึกษาการสลายตัวของโภชนะในกระเพาะหมักของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้ง 17.4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าส่วนที่ละลายได้ทันทีเท่ากับ 20.0 เปอร์เซ็นต์ พบว่าส่วนที่ไม่ละลายแต่สามารถเกิดกระบวนการหมักย่อยโดยจุลินทรีย์ได้ของวัตถุแห้งในอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงที่สุด (45.3เปอร์เซ็นต์) และของโปรตีนหยาบที่พบว่าในอาหารทดลองที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงที่สุด (48.3 เปอร์เซ็นต์) แตกต่างจากอาหารข้นสำเร็จรูปจากบริษัทที่พบว่ามีส่วนที่ไม่ละลายแต่สามารถเกิดกระบวนการหมักย่อยโดยจุลินทรีย์ได้สูงคือมีค่าอยู่ในช่วง 50.7- 87.9 เปอร์เซ็นต์ เอกสิทธิ์ (2541) โดยมีค่าสูงกว่าที่ Armentano *et al.* (1986) ได้รายงานไว้เท่ากับ 42.0 เปอร์เซ็นต์ ศักยภาพในการสลายตัวสูงสุดของวัตถุแห้งพบว่าอาหารทดลองที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงที่สุด (91.3 เปอร์เซ็นต์) แตกต่างจากโปรตีนหยาบที่พบว่าอาหารทดลองที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงที่สุด (93.8 เปอร์เซ็นต์) ประสิทธิภาพในการสลายตัวของวัตถุแห้งและโปรตีนหยาบที่อัตรา 0.05 ส่วนต่อชั่วโมงของอาหารทดลองที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 68.7 และ 72.6 เปอร์เซ็นต์ และมีแนวโน้มลดลงตามระดับที่เพิ่มขึ้นของกากข้าวมอลต์แห้ง

5.2.3 ค่าทำนายวัตถุแห้งกินได้ (DMI) วัตถุแห้งย่อยได้ที่สัตว์ได้รับ (DDMI) อัตราการเจริญเติบโต (Growth rate) และค่าดัชนีบ่งชี้ (Index value) ของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับที่คำนวณจากวิธีการใช้ถุงไนล่อน

พบว่าค่าทำนายวัตถุแห้งกินได้ วัตถุแห้งย่อยได้ที่สัตว์ได้รับ และค่าดัชนีบ่งชี้ของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงที่สุดคือเท่ากับ 9.62 8.06 กิโลกรัมต่อวัน และ 67.15 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของอาหารทดลองที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงที่สุดคือเท่ากับ 0.63 กิโลกรัมต่อวัน แต่อย่างไรก็ตามค่าทำนายดังกล่าวนี้ก็มีแนวโน้มลดลงตามระดับที่เพิ่มขึ้นของกากข้าวมอลต์แห้ง

5.3 การประเมินค่าการย่อยได้และพลังงานโดยวิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น (Gas Production techniques)

5.3.1 การย่อยได้และพลังงานของกากข้าวมอลต์แห้งโดยวิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น

การย่อยได้ของอินทรียวัตถุของกากข้าวมอลต์แห้งมีค่าเท่ากับ 33.45 เปอร์เซ็นต์ พลังงานใช้ประโยชน์ได้มีค่าเท่ากับ 7.30 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นมเท่ากับ 3.94 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง พบว่าพลังงานสุทธิเพื่อการให้นมของกากข้าวมอลต์แห้งในการศึกษาครั้งนี้มีค่าต่ำกว่ารายงานของ Huige (1995), Bath *et al.* (1997), NRC (2001) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 7.11 6.28 และ 7.15 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ตามลำดับ ทั้งนี้การย่อยได้ของวัตถุแห้งมีค่าต่ำกว่ารายงานของนฤมล (2541) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 38.98 เปอร์เซ็นต์ แต่ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นมกลับมีค่าสูงกว่า (7.13 และ 3.75 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) เมื่อเปรียบเทียบค่ากับวัตถุดิบชนิดอื่นเช่นข้าวโพดและกากถั่วเหลืองพบว่า ค่าการย่อยได้ของข้าวโพดและกากถั่วเหลืองจากวิธีการศึกษาด้วยการวัดปริมาณแก๊สมีค่าเท่ากับ 78.90 และ 76.9 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (นฤมล, 2541) นอกจากนี้ ค่าทำนายพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (12.81 และ 11.41 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม (8.08 และ 6.83 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) ก็สูงกว่าในกากข้าวมอลต์แห้งเช่นกัน

5.3.2 ค่าการย่อยได้และพลังงานของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับ โดยวิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น

ผลจากวิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นและคำนวณค่าพารามิเตอร์ (a, b, a+b และ c) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป NEWAY แม้ว่าปริมาณแก๊สที่เกิดจากส่วนที่ละลายได้ทันทีของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่าต่ำกว่าอาหารทดลองที่ระดับ 20 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ (34.0 36.7 36.9 และ 36.3 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) แต่พบว่าปริมาณแก๊สที่เกิดจากส่วนที่ไม่ละลายโดยทันทีแต่สามารถเกิดกระบวนการหมักย่อยโดยจุลินทรีย์ของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้ง 0 เปอร์เซ็นต์เพิ่มมากกว่าอาหารทดลองที่ระดับ 20 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 2 และเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อชั่วโมงที่ 24 จึงมีผลให้ปริมาณแก๊สที่จะเกิดขึ้นได้สูงสุดมีปริมาณมากกว่าตามไปด้วย และเมื่อพิจารณาจากส่วนประกอบวัตถุดิบของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ในตาราง 5 ซึ่งมีส่วนของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างของพืช (Non structural carbohydrate) เช่น แป้งและน้ำตาลเป็นปริมาณมาก (ได้แก่ มันเส้นและกากถั่วเหลือง) องค์ประกอบ

เหล่านี้ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักได้เกือบหมด และอัตราการเกิดแก๊สของอาหารทดลองที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ซึ่งสูงกว่าอาหารทดลองที่ระดับ 20 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ (0.133 0.127 0.119 และ 0.121) ก็เป็นปัจจัยที่มีผลให้ปริมาณแก๊สที่ผลิตได้สูงสุดอีกด้วย

5.3.3 ค่าทำนายการย่อยได้อินทรียวัตถุ (Organic matter digestibility, OMD) พลังงานใช้ประโยชน์ (Metabolizable energy, ME) และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม (Net energy for lactation, NE_L) ของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับโดยวิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น

ค่าทำนายการย่อยได้ของอินทรียวัตถุของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้ง 0 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงที่สุด (84.04 เปอร์เซ็นต์) เมื่อเทียบกับอาหารทดลองที่ระดับ 20 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ จากเหตุผลที่มีองค์ประกอบที่เป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทแป้งจากมันเส้นในปริมาณสูงซึ่งมันเส้นมีค่าการย่อยได้ของแป้งในกระเพาะหมักสูงถึง 94 เปอร์เซ็นต์ (เกรียงศักดิ์และคณะ, 2533) เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารข้นสำเร็จรูปจากบริษัทตามรายงานของ นฤมล (2541) ซึ่งมีค่าทำนายการย่อยได้ของอินทรียวัตถุอยู่ในช่วง 67.50-60.95 เปอร์เซ็นต์ใกล้เคียงกับอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้ง 20 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ (65.35 64.64 และ 62.77 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ)

พลังงานใช้ประโยชน์ได้ของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์ที่ระดับ 20 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ (10.33 10.34 และ 10.12 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) ใกล้เคียงกับอาหารข้นสำเร็จรูปจากบริษัท (8.66-9.63 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) แต่ทั้งนี้อาหารทดลองที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์แตกต่างไปอย่างชัดเจน (13.24 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) รวมถึงพลังงานสุทธิเพื่อการให้นมของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งก็มีความแตกต่างเช่นเดียวกับพลังงานใช้ประโยชน์ได้เช่นกัน

5.3.4 ค่าทำนายวัตถุแห้งกินได้ (DMI) วัตถุแห้งย่อยได้ที่สัตว์ได้รับ (DDMI) อัตราการเจริญเติบโต (Growth rate) และค่าดัชนีบ่งชี้ (Index value) ของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับ จากวิธีการวัดปริมาณแก๊ส

พบว่าค่าทำนายวัตถุแห้งของอาหารทดลองที่มีกากข้าวมอลต์แห้งที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงสุด (11.17 กิโลกรัมต่อวัน) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างอาหารทดลองที่มีกากข้าวมอลต์แห้งผสมอยู่พบว่าที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงสุดและมีแนวโน้มลดลงตามระดับที่เพิ่มขึ้นของกากข้าวมอลต์แห้ง ค่าทำนายนี้สูงกว่าเมื่อเทียบกับค่าทำนายวัตถุแห้งกินได้ของเปลือกเสาวรสหมัก (9.88 กิโลกรัมต่อวัน) ตามรายงานของ จุฑามาศ (2544) ปริมาณวัตถุแห้งย่อยได้ที่สัตว์ได้รับของอาหาร

ทดลองที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงกว่า 20 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์เช่นกัน (9.45 8.51 8.37 และ 8.15 กิโลกรัมต่อวันตามลำดับ) สอดคล้องกับอัตราการเจริญเติบโต และ ค่าดัชนีบ่งชี้ ทั้งนี้ค่าทำนายดังกล่าวนี้อาศัยความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากโปรแกรม NEWAY เหมือนกันจึงให้ผลในการทำนายที่มีความสอดคล้องกัน

5.4 การย่อยได้ในตัวสัตว์ (*In vivo* digestibility)

5.4.1 การย่อยได้ในตัวสัตว์โดยวิธีดั้งเดิม (Conventional method) ของโคทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับ

แม้ว่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้ง 0 เปอร์เซ็นต์ (54.23 เปอร์เซ็นต์) จะมีค่าน้อยกว่าที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ (55.50 เปอร์เซ็นต์) แต่ก็พบว่าการย่อยได้ของอาหารทดลองมีค่าลดลงเมื่อระดับของกากข้าวมอลต์แห้งในอาหารเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับรายงานของสุรชัยและคณะ (2542) ซึ่งได้ศึกษาการทดแทนอาหารข้นด้วยกากข้าวมอลต์แห้งที่ระดับ 0 – 30 เปอร์เซ็นต์และพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งเมื่อทดแทนอาหารข้นด้วยกากข้าวมอลต์แห้งที่ระดับ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์มีค่าเท่ากับ 54.5 และ 55.7 เปอร์เซ็นต์

ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรียวัตถุของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ (63.78 เปอร์เซ็นต์) มีค่าสูงกว่าอาหารทดลองที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ (62.80 เปอร์เซ็นต์) แต่ก็มีแนวโน้มลดลงเมื่อระดับที่เพิ่มขึ้นของกากข้าวมอลต์ในอาหารทดลอง เช่นเดียวกับการศึกษาของปราโมทย์และคณะ (2543) ที่พบว่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรียวัตถุในอาหารที่มีระดับกากข้าวมอลต์แห้ง 10 เปอร์เซ็นต์ (57.6 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ (56.4) และมีค่าลดลงเมื่อระดับของกากข้าวมอลต์แห้งในอาหารเพิ่มขึ้นถึงระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ (53.2 เปอร์เซ็นต์)

ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนหยาบในอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งที่ระดับ 0 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์จะมีค่าใกล้เคียงกันแต่ก็มีความแตกต่างกับอาหารทดลองที่ระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ถึงแม้จะไม่มีนัยสำคัญก็ตาม (61.53 61.14 61.85 และ 58.85 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) แต่ก็พบว่าสูงกว่าที่ปราโมทย์และคณะ (2543) ที่ได้รายงานว่าการย่อยได้ของอาหารทดลองที่มีระดับกากข้าวมอลต์แห้งเป็น 0 10 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์เท่ากับ 48.3 46.8 45.6 และ 44.8 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ในส่วนขององค์ประกอบที่เป็นเยื่อใยที่ละลายในด่างนั้นพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับระดับของกากข้าวมอลต์แห้งในอาหารกล่าวคือที่ระดับ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ (43.55 และ 43.78 เปอร์เซ็นต์) กลับมีแนวโน้มสูงกว่าที่ระดับ 0 และ 40 เปอร์เซ็นต์ (37.62 และ 39.67) ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของ

เยื่อใยที่ละลายในด่างของอาหารทดลองที่ศึกษาต่ำกว่าที่ปราโมทย์และคณะ (2543) รายงานไว้คือมีค่าอยู่ในช่วง 51.4 – 54.3 เปอร์เซ็นต์ (ในอาหารที่มีระดับกากข้าวมอลต์แห้ง 0 10 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์)

ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใยที่ละลายในกรดมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับของกากข้าวมอลต์แห้ง (20.08 24.23 24.53 และ 26.23 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) แม้จะมีความสอดคล้องกับรายงานของสุรชัยและคณะ (2542) ที่พบว่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใยที่ละลายในกรดเพิ่มตามระดับของการทดแทนอาหารข้นด้วยกากข้าวมอลต์แห้งแต่ค่าที่ได้มีความแตกต่างกันมากกว่า 10 – 15 เปอร์เซ็นต์ (36.7 38.5 36.4 และ 41.2 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับการทดแทน 0 10 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ)

เป็นที่น่าสังเกตว่าค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใยมีค่าสูงจนย่อยได้เกือบหมด ทั้งนี้เพราะว่าสัตว์ทดลองสามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งโดยตัวสัตว์เองและโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก

อย่างไรก็ดี ค่าการย่อยได้จากการศึกษามาจากทั้งอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับร่วมกับอาหารหยาบที่ให้คือหญ้ารูซี่ (อัตราส่วนอาหารข้นต่ออาหารหยาบ 45 : 55) ดังนั้นควรมีการพิจารณาถึงการใช้ประโยชน์ได้ของหญ้ารูซี่สดร่วมด้วย

5.4.2 โภชนะรวมย่อยได้ (TDN) พลังงานรวม (Gross Energy, GE) พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม (NE_L) ของโคทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับ

โภชนะย่อยได้รวมของอาหารทดลองที่ศึกษาในครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกัน (ประมาณ 59-60 เปอร์เซ็นต์) ยกเว้นในอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งที่ระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีค่าต่ำกว่าระดับอื่นๆ (56.26 เปอร์เซ็นต์) ใกล้เคียงกับปริมาณโภชนะย่อยได้รวมของเปลือกเสาวรสหมัก (59.84 เปอร์เซ็นต์) ที่รายงานโดย จุฑามาศ (2544) แต่จะสูงกว่าของหญ้ารูซี่หมักซึ่งรายงานโดยสมสุข (2544) เพียงเล็กน้อย (57.69 เปอร์เซ็นต์) แม้ว่าปริมาณโภชนะที่ย่อยได้จากการศึกษาจะไม่มีความสัมพันธ์กับระดับของกากข้าวมอลต์แห้งในอาหารทดลองแต่ก็มีแนวโน้มว่าหากใช้สูงถึง 40 เปอร์เซ็นต์ในอาหารก็มีผลทำให้ค่าดังกล่าวลดลงได้

พลังงานใช้ประโยชน์ได้จากอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้ง 0 เปอร์เซ็นต์มีแนวโน้มสูงที่สุดเมื่อเทียบกับที่ระดับ 20 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์แม้จะไม่แตกต่างกันทางสถิติ (12.85 12.74 12.71 และ 11.59 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) แต่ค่าที่ได้ก็สูงกว่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของเปลือก

เสาวรสหมัก (9.27 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) ซึ่งได้รายงานโดย จุฑามาศ (2544) และของฟางข้าว (6.49 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) ซึ่งรายงานโดย เสาวลักษณ์ (2542)

พลังงานสุทธิเพื่อการให้นมของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับมีแนวโน้มไปในทางเดียวกับการพลังงานใช้ประโยชน์ได้คือ มีค่าสูงที่สุดในอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้ง 0 เปอร์เซ็นต์ (8.49 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) สูงกว่าเปลือกเสาวรสหมัก (5.63 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง)ตามรายงานของ จุฑามาศ (2544) และ ข้าวโพดหมัก (6.32เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) ตามรายงานของ ฉันทนา (2543)

5.4.3 การย่อยได้ในตัวสัตว์โดยวิธีการใช้สารบ่งชี้ (Indicator method) ของโคทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับ

ผลจากการศึกษาพบว่าการย่อยได้ที่เกิดขึ้นจากตัวสัตว์ที่บริเวณลำไส้เล็กโดยเฉพาะวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุมีค่าต่ำกว่าเมื่อเทียบกับค่าการย่อยได้ปรากฏซึ่งเป็นการย่อยได้ตลอดทางเดินอาหารของสัตว์ทดลอง พบว่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งที่บริเวณลำไส้เล็กของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 35.23 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ที่บริเวณลำไส้เล็กของปลายข้าว (40.0 เปอร์เซ็นต์) และมันเส้น (39.0 เปอร์เซ็นต์) แต่มีค่าสูงกว่าข้าวเปลือกเจ้าบด (28.0 เปอร์เซ็นต์) จากรายงานของ เกรียงศักดิ์และคณะ (2533) สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ที่บริเวณลำไส้เล็กในอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งที่ 20 (29.88 เปอร์เซ็นต์) 30 (26.47เปอร์เซ็นต์) และ 40 (29.39เปอร์เซ็นต์) เปอร์เซ็นต์นั้นก็มีค่าต่ำกว่าปลายข้าวและถั่วเหลืองเช่นกัน เมื่อเปรียบเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ตลอดทางเดินอาหารของวัตถุแห้งที่อาหารทดลองระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ซึ่งเท่ากับ 53.23 เปอร์เซ็นต์พบว่ามีค่าต่ำกว่า สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรียวัตถุของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงสุดเท่ากับ 35.04 เปอร์เซ็นต์ทั้งนี้ไม่พบว่ามีแนวโน้มลดตามระดับที่เพิ่มขึ้นของกากข้าวมอลต์แห้งพบว่าต่ำกว่าค่าการย่อยได้ปรากฏเช่นกัน (62.80 เปอร์เซ็นต์) แต่อย่างไรก็ตามกลับพบว่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนหยาบที่บริเวณลำไส้เล็กมีค่าสูงกว่าค่าการย่อยได้ตลอดทางเดินอาหาร (68.75 และ 61.53 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) รวมถึงสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไขมันรวมก็มีค่าสูงกว่าเช่นเดียวกัน (78.13 และ 55.96 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) ส่วนที่แทบไม่ถูกย่อยหรือย่อยสลายได้น้อยมากคือเยื่อใยที่ละลายในด่างซึ่งพบว่ามีค่าการย่อยได้อยู่ที่ประมาณ 1-2 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นเอง

5.4.4 ปริมาณโปรตีนหยาบที่ตำแหน่งต่าง ๆของทางเดินอาหาร

ปริมาณโปรตีนหยาบที่บริเวณลำไส้เล็กของสัตว์ทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับ พบว่าอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันคือประมาณ 600-610 กรัมต่อวัน ยกเว้นในอาหารทดลองที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ซึ่งเท่ากับ 578.25 กรัมต่อวัน และเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณโปรตีนหยาบที่สัตว์ทดลองได้รับก็ไม่พบว่าปริมาณที่บริเวณลำไส้เล็กแตกต่างกันยกเว้นในอาหารทดลองที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ (ประมาณ 108 เปอร์เซ็นต์ของโปรตีนหยาบที่ได้รับ) และถึงแม้ว่าจะพบความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) ของโปรตีนหยาบที่บริเวณลำไส้เล็กส่วนปลายซึ่งในอาหารที่ระดับ 40 เปอร์เซ็นต์มีแนวโน้มสูงที่สุด (253.48 กรัมต่อวัน) และต่ำที่สุดที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ (189.80 กรัมต่อวัน) กลับพบว่าปริมาณโปรตีนหยาบที่หายไปที่บริเวณลำไส้เล็กของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) แต่ก็มีแนวโน้มลดลงตามระดับที่เพิ่มขึ้นของกากข้าวมอลต์แห้ง และเห็นได้ชัดเจนขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณโปรตีนหยาบที่บริเวณลำไส้เล็กซึ่งจะมีค่าคิดเป็น 68.78 63.38 60.78 และ 57.37 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ปริมาณโปรตีนหยาบที่ขับออกมาในมูลของอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และมีปริมาณสูงที่สุดในอาหารทดลองที่ระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ (231.96 กรัมต่อวัน)

5.4.5 สภาพภายในกระเพาะหมักของโคทดลองเมื่อได้รับอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับ

อาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งทั้ง 4 ระดับไม่มีผลต่อความเป็นกรด-ด่างภายในกระเพาะหมักของสัตว์ทดลองเนื่องจากค่าที่วัดได้ไม่แตกต่างกัน (6.33 6.20 6.05 และ 6.08 ตามลำดับ) สอดคล้องกับรายงานของ Younker *et al.* (1998) ที่พบว่าการใช้กากข้าวมอลต์แห้งทดแทนแหล่งอาหารหยาบและอาหารข้นในระดับ 12 และ 24 เปอร์เซ็นต์ของอาหารผสมสำเร็จไม่ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างแตกต่างกัน แต่มีค่าที่ได้ต่ำกว่ารายงานของสุรชัยและคณะ (2542) ที่ได้ศึกษากากทดแทนอาหารข้นด้วยกากข้าวมอลต์แห้งที่ระดับ 0 10 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ (6.82 6.89 6.81 และ 6.89 ตามลำดับ) และต่ำกว่าผลการศึกษาเปรียบเทียบการใช้กากข้าวมอลต์แห้งและข้าวมอลต์สดของ Rogers et al. (1986) ซึ่งมีค่า 6.7 และ 6.5 ตามลำดับ ความเป็นกรด-ด่างภายในกระเพาะหมักมีความสำคัญต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ และสัมพันธ์กับการเกิดกรดชนิดต่างๆ ถ้าหากความเป็นกรด-ด่างอยู่ในระดับ 6.2-6.8 จะมีผลให้จุลินทรีย์ประเภทที่ย่อยเยื่อใยเจริญและทำงานได้ดี แต่ถ้าความเป็นกรด-ด่างมีค่าอยู่ในระหว่าง 5.2-6.0 ก็จะมีผลดีต่อจุลินทรีย์ประเภทที่ย่อยแป้งทำงานได้ดีกว่า แต่อย่างไรก็ดีหากความเป็นกรด-ด่างมีค่าต่ำกว่า 6.0 ก็อาจมีผลเสียต่อจุลินทรีย์ประเภทที่ย่อย

เยื่อใยและจะส่งผลให้ปริมาณกรดอะซีติกลดลง (Ruckebusch and Thivend, 1979) ซึ่งความเป็นกรด-ด่างจากการศึกษาในครั้งนี้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับจุลินทรีย์ทั้งประเภทย่อยเยื่อใยและย่อยแป้ง

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนของอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งที่ระดับ 0 และ 40 เปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้นสูงสุดที่ชั่วโมงที่ 1 หลังให้อาหารในตอนเช้า (14.15 และ 15.34 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์) ยกเว้นในอาหารทดลองที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้นสูงสุดในชั่วโมงที่ 2 (15.25มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์) และที่ระดับ 40 เปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้นสูงสุดในชั่วโมงที่ 3 (13.94 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์) สำหรับในชั่วโมงที่ 3 พบว่าความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนของอาหารทดลองที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์มีค่าต่ำที่สุด (6.54มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์) สอดคล้องกับรายงานของ Satter *et al.* (1981) ซึ่งได้กล่าวว่าความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนมีความผันแปรแต่ทั้งนี้จะเพิ่มจนถึงระดับสูงสุดในระหว่างชั่วโมงที่ 1 - 2 หลังจากสัตว์ทดลองได้รับอาหารในตอนเช้าและจะค่อยลดระดับลงในเวลาต่อมา สำหรับระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนในชั่วโมงที่ 5 หลังได้รับอาหารในตอนเช้าพบมีค่าระหว่าง 4.73 - 5.21 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ซึ่งเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์คือที่ระดับ 5 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าหากความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนลดลงจนถึงที่ระดับ 2 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ก็จะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักมีประสิทธิภาพลดลง อาหารถูกย่อยได้น้อยลงและสัตว์จะกินอาหารได้น้อยลง (Satter *et al.*, 1981) ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในกรณีที่อาหารมีปริมาณไนโตรเจนต่ำหรือมีโปรตีนที่ไม่ถูกสลายตัวในกระเพาะหมักมากเกินไป อย่างไรก็ดีพบว่าผลการทดลองที่ได้แตกต่างจากรายงานของ สุรชัยและคณะ (2542) ซึ่งได้ศึกษาผลของการทดแทนอาหารข้นด้วยกากข้าวมอลต์แห้งที่ระดับ 0 10 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ และรายงานว่าความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนมีแนวโน้มลดลงตามระดับการทดแทนที่เพิ่มขึ้น

ระดับของกากข้าวมอลต์แห้งในอาหารทดลองไม่ทำให้ปริมาณกรดไขมันระเหยได้รวมมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ก็มีแนวโน้มลดลงตามระดับที่เพิ่มขึ้นของกากข้าวมอลต์แห้งในอาหารโดยพบว่าในอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้งที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงสุดเท่ากับ 97.76 ไมโครโมลต่อมิลลิลิตร และต่ำสุดที่ระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีค่าเท่ากับ 85.73 ไมโครโมลต่อมิลลิลิตร และเมื่อพิจารณากรดไขมันระเหยได้แต่ละชนิดเปรียบเทียบกับรายงานสัดส่วนอาหารข้นต่ออาหารหยาบที่มีผลต่อกรดไขมันระเหยได้ในกระเพาะหมักโคนมโดย Ishler *et al.* (1996) ที่ได้รายงานว่าระดับกรดไขมันระเหยได้ที่อัตราส่วนอาหารข้นต่ออาหารหยาบเท่ากับ 50:50 (ใช้ในการศึกษาครั้งนี้) ควรมีปริมาณกรดกรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก และกรดบิวทีริกเท่ากับ 65.3 18.4 และ 10.2 ไมโครโมลต่อมิลลิลิตรตามลำดับ และจากผลการศึกษาพบว่ากรดอะซีติกของอาหารทดลองที่ระดับ 0 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์อยู่ในระดับที่ใกล้เคียง ยกเว้นในอาหารทดลองที่ระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีค่าต่ำกว่า (59.39ไมโครโมลต่อมิลลิลิตร) กรดโพรพิโอนิกในอาหารทดลองทั้ง 4 ระดับมีค่าสูงกว่า แต่สำหรับกรด

บิวทีริกนั้นพบว่ามีค่าต่ำค่าจากการรายงานของ Ishler *et al.* (1996) ทั้งนี้สัดส่วนของกรดอะซีติกต่อกรดโพรพิโอนิกจากการศึกษาพบว่าในอาหารทดลองที่ผสมกากข้าวมอลต์แห้ง 30 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงที่สุด (3.21:1) ในขณะที่ระดับ 40 เปอร์เซ็นต์มีค่าต่ำที่สุด (2.90:1) ซึ่งก็ถือว่าสัดส่วนดังกล่าวอยู่ในระดับที่เหมาะสมซึ่งควรจะมีค่าเท่ากับ 3:1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University