บทที่ 5
อภิปราย สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 ความเป็นกรด - ด่าง ของเหลวในกระเพาะหมัก

การเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-ด่างของของเหลวภายในกระเพาะหมักหลังจากได้รับทรีทเมนต์ทดสอบ พบว่า กลุ่มโคเนื้อที่ได้รับการเสริมมันเส้นหมักยีสต์-มาเลท มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าในกลุ่มโคเนื้อที่ได้รับอาหารข้นโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4 ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่างของของเหลวในกระเพาะหมัก โดยสภาวะความเป็นกรด-ด่างของของเหลวในกระเพาะหมักครั้งนี้อยู่ในระดับที่เหมาะสมที่ระดับ 6.61- 6.92 และสอดคล้องกับรายงานโดยเมธา (2533) รายงานว่า สภาวะความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อนิเวศวิทยาของจุลินทรีย์ในสัตว์เคี้ยวเอื้องเขตร้อนมีค่าอยู่ระหว่าง 6.5-7.0 ซึ่งเป็นผลดีต่อจุลินทรีย์ในการปรับตัวกับสภาพนิเวศน์ภายในกระเพาะหมักโดยจะมีผลทำให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์ผลผลิตของกรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายและการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนมีประสิทธิภาพสูงสุด

นอกจากนี้ในสภาวะที่สัตว์ได้รับอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรทที่ย่อยสลายได้ง่ายในระดับสูงจะส่งผลให้เกิดกรดแลคติกเพิ่มขึ้นและสภาวะในกระเพาะรูเมนมี pH ต่ำ ซึ่งจะมีผลกระทบต่อจุลินทรีย์แกรมลบส่วนใหญ่ไม่สามารถดำรงชีพและส่งผลให้ประชากรของจุลินทรีย์แกรมบวกที่ทำหน้าที่สร้างกรดแลคติกที่สำคัญได้แก่ *Steptococcus bovis* และ *Lactobaciilus spp.* และในสภาวะที่เกิดกรดแลคติกเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งจุลินทรีย์ไม่สามารถนำไปใช้ได้หมดจะส่งผลให้เกิดปัญหาภาวะแอซิโดซีสในสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยสารอินทรีย์มาเลทจะช่วยเพิ่มการนำใช้กรดแลคติกของแบคทีเรีย *Selenemonas ruminanitum* เพื่อไปสังเคราะห์กรดโพรพิออนิคและเพิ่มอัตราการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนเพิ่มมากขึ้น (Martin et al., 1999) และจากการศึกษาโดย Khampa et al. (2006a,b) พบว่า การเสริมมาเลทในอาหารข้นที่มีมันเส้นเป็นองค์ปรกอบในระดับสูงสามารถป้องกันสภาวะความเป็นกรดในกระเพาะรูเมนและช่วยเพิ่มการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนในโดนมเพศผู้ตลอดจนเพิ่มประสิทธิภาพผลผลิตน้ำนมในโครีดนม

นอกจากนี้มีรายงานการศึกษาความสัมพันธ์ของการใช้ประโยชน์จากกรดแลคติกโดยจุลินทรีย์ในกลุ่ม *M. elsdenii* และ *S. ruminantium* ร่วมกับการเสริมเซลล์ยีสต์ที่มีชีวิตและเซลล์ยีสต์ที่ตายเปรียบเทียบกับไม่เสริม พบว่าการเสริมสามารถเพิ่มระดับของค่าความเป็น

กรด-ด่างได้เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับไม่เสริม (Bach et al., 2007) นอกจากนี้ในแพะที่ได้รับเมล็ดธัญพืชในระดับที่สูงร่วมกับมีเสริมยีสต์ พบว่าการเสริมยีสต์มีประสิทธิภาพในการกระตุ้นใช้ประโยชน์จากเมล็ดแป้งโดยโปรโตซัวและร่วมกับแบคทีเรียที่ย่อยสลายแป้ง ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่ระดับของค่าความเป็นกรด-ด่างได้เพิ่มขึ้นในกลุ่มที่มีการเสริมยีสต์ (Brossard et al., 2006) และในโครีดนม พบว่าการเสริมยีสต์ร่วมในอาหารสามารถเพิ่มระดับความเป็นกรด-ด่าง และลดระดับกรดแลคติกในของเหลวในกระเพาะหมักเมื่อโคได้รับอาหารข้นที่มีคาร์โบไฮเดรทที่ย่อยสลายได้ง่ายในระดับสูง (Guedes et al., 2007)

5.2 ความเข้มข้นแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ในกระเพาะหมัก

จากการทดลองเปรียบเทียบการเสริมมันเส้นหมักยีสต์-มาเลททดลองแทนอาหารข้นโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์พบว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนภายในกระเพาะหมักแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยพบว่าในกลุ่มโคเนื้อที่ได้รับมันเส้นหมักยีสต์-มาเลท มีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มโคเนื้อที่ได้รับการเสริมอาหารโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ (21.4 และ 17.2 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์) ดังแสดงในตารางที่ 4 ผลจากการทดลองพบว่าระดับของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่เพิ่มสูงขึ้นนั้นมาจากหลายส่วนดังนี้ ส่วนที่หนึ่งมาจากปริมารการกินได้ของอาหารข้นที่ได้รับในสูตรอาหารที่มีมันเส้นหมักยีสต์-มาเลทและสามารถกระตุ้นปริมาณการกินได้อิสระของฟางข้าวให้เพิ่มขึ้น ซึ่งมีความสัมพันธ์กับส่วนที่สองคือปริมาณการย่อยได้ของโภชนะโปรตีนและปริมาณการกินได้จากอาหารทั้งหมดเพิ่มขึ้นส่งผลโดยตรงต่อประชากรของแบคทีเรียที่ย่อยสลายโปรตีนที่เพิ่มขึ้นและทำให้การย่อยสลายโปรตีนที่เพิ่มขึ้นและทำให้การย่อยสลายโปรตีน เป็นเปปไทด์ กรดอะมิโน และให้ได้เป็นผลผลิตสุดท้ายคือแอมโมเนียไนโตรเจนที่เพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ยูเรียซึ่งเป็นแหล่งแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก ซึ่งการนำใช้ประโยชน์ของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์เพื่อนำไปสังเคราะห์เป็นกรดอะมิโนร่วนกับกรดคีโตที่ได้จากการย่อยสลายของคาร์โบไฮเดรตที่ถูกหมักได้อย่างรวดเร็ว (Church, 1979) นอกจากนี้ปัจจัยที่มีผลต่อระดับของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเพิ่มขึ้นนั้นมาจากความหลากหลายของสูตรอาหารต่อการใช้ประโยชน์จากสารอาหารโปรตีนและความสัมพันธ์องเซลล์ยีสต์มีชีวิตต่อนิเวศวิทยาตลอดจนความหลากหลายของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก (Chaucheyras Durand et al., 2007)

อย่างไรก็ตามระดับความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวในกระเพาะหมักมีค่าอยู่ในช่างที่เหมาะสมต่อนิเวศวิทยาของจุลินทรีย์ที่อยู่ภายในกระเพาะหมัก สอดคล้องกับรายงานของ Wanapat and Pimpa (1999) และ Perdok and Leng (1990)

รายงานว่าในสภาพนิเวศวิทยาภายในกระเพาะหมักของสัตว์เคี้ยวเอื้องในเขตร้อนระดับความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่เหมาะสมมีค่าอยู่ระหว่าง 15-30 mg/dl เนื่องจากยูเรียสามารถย่อยสลายได้อย่างรวดเร็วโดยจุลินทรีย์ ซึ่งให้ผลผลิตสุดท้ายคือแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้นและสามารถใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนในกระเพาะหมัก

5.3 ความเข้มข้นของยูเรียในกระแสเลือด

จากการทดลองตารางที่ 4 แสดงความเข้มข้นของระดับยูเรีย (Blood urea nitrogen; BUN) ในกระแสเลือดแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) พบว่ากลุ่มโคเนื้อที่ได้รับการเสริมมันเส้นหมักยีสต์-มาเลท มีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มโคเนื้อที่ได้รับเสริมอาหารข้นโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.4 และ 8.6 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์โดยความเข้มข้นของยูเรีย–ไนโตรเจนในกระแสเลือด มีค่าอยู่ในช่วงปกติที่ รายงานโดย เมธา (2533) รายงานว่าระดับของความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือดของโคนมและกระบือปกติจะอยู่ในช่วง 6.3-25.5 mg% ค่าความเข้มข้นของยูเรีย–ไนโตรเจนในกระแสเลือดที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการเกิดการหมักย่อยในอาหารโปรตีนได้เป็นแอมโมเนีย– ไนโตรเจนและถูกดูดซึมผ่านผนังกระเพาะหมักเข้าสู่กระแสเลือดก่อนที่จะถูกนำไปเปลี่ยนเป็นยูเรียโดยผ่านวัฏจักรยูเรีย (urea cycle) ที่ตับซึ่งความเข้มข้นของแอมโนเนีย – ไนโตรเจนในกระเพาะหมักมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของยูเรีย–ไนโตรเจนในกระแสเลือด (Van Soest, 1982)

นอกจากนี้ Hino and Russell (1986) ได้ให้เหตุผลว่าในช่วงนี้แอมโมเนียถูกนำไปสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์สอดคล้องกับปริมาณจุลินทรีย์โปรตีนที่ผลิตได้เมื่อประเมินโดยใช้อนุพันธ์พิวรีน จึงทำให้ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือดลดต่ำลงไปด้วย ทั้งนี้เพราะแอมโมเนียถูกนำไปสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนมากว่าที่ดูดซึมผ่านผนังกระเพาะหมักเข้าสู่กระแสเลือดและถูกนำไปเปลี่ยนเป็นยูเรียโดยผ่านวัฏจักรยูเรียที่ตับอีกครั้ง แต่อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดมีความสัมพันธ์กับการรักษา nitrogen pool ของร่างกายสัตว์เนื่องจากร่างกายสัตว์สามารถนำกลับยูเรียในกระแสเลือดมาใช้ใหม่เป็นแหล่งไนโตรเจนผ่านการดูดซึมของกระเพาะหมักและผ่านทางน้ำลาย (Church, 1979) ดังนั้นจึงไม่สามารถระดับยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือดที่เหมาะสมได้ โดยการนนำมาใช้ประโยชน์ได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความสมดุลของ nitrogen pool ระดับอาหารโปรตีนที่สัตว์ได้รับและสภาพสรีระวิทยาของสัตว์

จากการรายงานของ Broderick (2003); Nousiainen et al. (2004) ถึงระดับยูเรียในกระแสเลือดที่เหมาะสมมีค่าเฉลี่ย 12-15 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ที่สามารถใช้บ่งบอกได้ว่ากระบวนการใช้ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนที่ประสิทธิภาพได้ โดยหากประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนเป็นไปอย่างเหมาะสมความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนจะใกล้เคียงกับความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนแต่หากพบว่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนสูงกว่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมากอาจบ่งบอกได้ว่าการใช้ไนโตรเจนในกรหมักรูเมนมีประสิทธิภาพต่ำทำให้แอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนถูกดูดซึมผ่านผนังกระเพาะหมักรูเมนเข้าสู้กระแสเลือดจำนวนมากซึ่งเป็นการสูญเสียไนโตรเจนจากอาหารทางหนึ่งอย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้พบว่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือดมีค่าต่ำกว่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนกระเพาะรูเมนแสดงว่ากระบวนการนำใช้ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนเป็นไปอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

5.4 จำนวนแบคทีเรียโปรโตซัวและซูโอสปอร์

จากการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ในกระเพาะของเหลวในกระเพาะรูเมนหลังการให้อาหารทดลองโดยวิธีการนับตรง พบว่าจำนวนแบคทีเรียและเชื้อราในกระเพาะหมักแตกต่างทางสถิติ ($P> 0.05$) พบว่าในกลุ่มโคเนื้อที่ได้รับการเสริมมันเส้นหมักยีสต์-มาเลท มีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มโคเนื้อที่ได้รับอาหารข้นโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจุลินทรีย์กลุ่มแบคทีเรียมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.4 และ 6.8×10^6 เซลล์/มิลลิกรัม จากการรายงานของ Newbold and Rode (2006) พบว่าการเสริมเซลล์ยีสต์มีชีวิตสามารถเพิ่มประชากรแบคทีเรียได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ของแบคทีเรียทั้งหมด จากความหลากหลายของจุลินทรีย์ภายในกระเพาะหมักพบว่าประชากรของเชื้อราเพิ่มขึ้นและสอดคล้องกับรายงานของ Chaucheyras et al. (1995) รายงานว่าการเสริมเซลล์ยีสต์ร่วมกับวิตามินสามารถเพิ่มประชากรของเชื้อราได้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้พบว่ากลุ่มประชากรของโปรโตซัวของทั้ง 2 สปีชีส์ได้แก่ *Holotric and Entodiniomorph* ในกระเพาะหมักแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยพบว่าในกลุ่มโคนมสาวที่ได้รับการเสริมมันเส้นหมักยีสต์-มาเลท มีผลต่อประชากรของโปรโตซัวในกระเพาะหมักลดลงต่ำกว่ากลุ่มโคเนื้อที่ได้รับการเสริมอาหารข้น 14 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 5 ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Arcos-Garcia et al. (2000) พบว่าการเสริมเซลล์ยีสต์มีชีวิตในสูตรอาหารข้นที่มีแหล่งพลังงานหลักมาจากคาร์โบไฮเดรทที่ย่อยสลายได้ง่ายและได้รับอาหารข้นในระดับสูงสามารถลดจำนวนโปรโตซัว *Entodinimorp* และ *Holotrichidae* ลดลง ซึ่งจากการรายงานโดย

ฉลอง (2541) กล่าวว่าโปรโตซัวกลุ่ม *Entodiniomorph* จะชอบกินพวกแป้งมากกว่าน้ำตาล และ Owens et al. (1998) กล่าวว่าการกลืนกิน (engulfing) เม็ดแป้งและ glucose เพื่อเก็บสะสมในรูปของ โพลีแซคคาไรด์ในเซลล์ของโปรโตซัว จะช่วยชะลอไม่ให้แป้งถูกหมักอย่างรวดเร็ว โดยแบคทีเรียสามารถลดการเกิดกรดในปริมาณมาก ทำให้สามารถรักษาสภาพภายในกระเพาะหมักได้อย่างเหมาะสม

จากการศึกษาโดย Kumar et al. (1997) ได้ทำการทดลองในกระบือถึงผลการเสริมยีสต์ร่วมกับการได้อาหารหยาบในระดับสูงต่อประชากรจุลินทรีย์ พบว่าการเสริมยีสต์สามารถเพิ่มประชากรของแบคทีที่ย่อยสลายเยื่อใยและแบคทีเรียรวมทั้งหมดและมีแนวโน้มค่าเฉลี่ยของประชากรแบคทีเรียที่ย่อยสลายแป้งเพิ่มสูงขึ้น จากการรายงานของ Koul et al. (1998) พบว่าการเสริมเซลล์มีชีวิตสามารถกระตุ้นนิเวศวิทยาของกระเพาะหมักให้มีประสิทธิภาพต่อการดำรงชีพของจุลินทรีย์และเพิ่มการเจริญเติบโตของสัตว์เมื่อเปรียบเทียบกับไม่เสริม สอดคล้องกับการรายงานของ Jouany (2006)ได้อธิบายว่ายีสต์ จะไปช่วยย่อยน้ำตาล และ oligosaccharides ได้ผลผลิตเป็น ethanol, glecerol, peptide และ acid ซึ่งจะเป็นแหล่งอาหารสำหรับแบคทีเรียต่อไป นอกจากนี้ยีสต์ยังทำหน้าที่เป็นจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน ดังนั้นการเสริมยีสต์จะช่วยทำให้ออกซิเจนที่ติดมากับอนุภาคของอาหารถูกใช้และแบคทีเรียในกระเพาะหมักที่ไม่ใช้ออกซิเจนก็จะเข้าเกาะติดกับอนุภาคอาหารได้ดีขึ้น จากงานทดลองนี้อาจเป็นไปได้ว่า มันเส้นหมักยีสต์-มาเลท มียีสต์ที่มีชีวิตติดที่ มันเส้นด้วยจึงส่งผลดังกล่าวข้างต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5.5 สรุปและข้อเสนอแนะ

การทดลองครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่าการเสริมมันเส้นหมักยีสต์-มาเลททดแทนอาหารข้นโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์สามารถเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนและเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตตลอดจนสามารถลดต้นทุนในการผลิตด้านอาหารในโคเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นลู่ทางที่จะนำไปสู่การพัฒนาการผลิตปศุสัตว์ในประเทศต่อไปในอนาคต