บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนะของอาหาร

5.1.1 องค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลอบ

ปริมาณโปรตีนรวมของอาหารทดสอบของสุกรระยะรุ่น และขุนที่วิเคราะห์ได้มีระดับที่แตกต่างจากการคำนวณ ดังแสดงในตาราง 12 แต่ระดับโปรตีนรวมของอาหารทดสอบของสุกรรุ่น และขุนที่วิเคราะห์ได้ทั้ง 3 สูตร คือ โปรตีนระดับสูง กลาง และต่ำ มีระดับที่ลดลงคือ 17.46, 15.80 และ 15.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับในอาหารสุกรระยะรุ่น และ 16.22, 14.64 และ 12.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในอาหารสุกรระยะขุน ส่วนองค์ประกอบทางโภชนะอื่นๆ เช่น วัตถุแห้ง ไขมันรวม เยื่อใยรวม และเถ้า ที่วิเคราะห์ได้มีค่าใกล้เคียงกัน สำหรับค่าพลังงานที่ย่อยได้ (Digestible energy, MJ/kg) และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable energy, MJ/kg) ของอาหารทดสอบของสุกรระยะรุ่นและขุนทั้ง 3 สูตรที่คำนวณได้มีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อนำมาพิจารณาถึงสัดส่วนของโปรตีนรวมต่อพลังงานที่ย่อยได้ และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (g CP/MJ DE และ g CP/MJ ME) มีแนวโน้มว่าลดลงตามระดับโปรตีนในอาหารที่ลดลง และสัดส่วนของกรดอะมิโนต่อพลังงานที่ย่อยได้ และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (g Lysine/MJ DE และ g Lysine/MJ ME) มีค่าลดลงตามระดับโปรตีนในอาหารที่ลดลงเช่นเดียวกัน

จากการคำนวณสูตรอาหารโดยพิจารณาถึงต้นทุนค่าอาหารเมื่อลดระดับโปรตีนลง พบว่าอาหารทดสอบสูตร 3 หรือสูตรโปรตีนต่ำของสุกรทั้ง 2 ระยะมีต้นทุนค่าอาหารต่ำที่สุดคือ 6.45 และ 6.59 บาทต่อกิโลกรัมในอาหารทดสอบสุกรระยะรุ่น และขุน ตามลำดับ ซึ่งการที่อาหารโปรตีนต่ำมีต้นทุนค่าอาหารต่ำกว่าอาหารที่มีโปรตีนสูงเนื่องจากอาหารที่มีโปรตีนต่ำใช้วัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีน คือกากถั่วเหลืองน้อยกว่าสูตรอาหารที่มีโปรตีนสูง เพราะวัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีนจะมีราคาค่อนข้างแพง ดังนั้นเมื่อลดระดับการใช้วัตถุดิบเหล่านี้ลงจะช่วยลดราคาต้นทุนค่าอาหารได้ด้วย แต่ได้ทำการเสริมกรดอะมิโนสังเคราะห์ลงในอาหารเพื่อให้อาหารนั้นมีสัดส่วนของกรดอะมิโนที่เพียงพอกับความต้องการของสัตว์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.1.2 สัดส่วนของกรดอะมิโนในอาหารทดสอบ

กรดอะมิโนที่ใช้ในการคำนวณเป็นค่าของการย่อยได้ของกรดอะมิโนสิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็ก เพราะเป็นค่าที่สัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างแท้จริง กรดอะมิโนในอาหารทดสอบของสุกรระยะรุ่น และขุน มีระดับที่ลดลงตามการลดระดับโปรตีนในอาหารทดสอบ แต่ปริมาณของกรดอะมิโนเหล่านี้ยังมีเกินความต้องการของสุกรตามคำแนะนำของ NRC (1998) เมื่อคำนวณสัดส่วนของกรดอะมิโนเหล่านี้โดยเปรียบเทียบกับไลซีนเป็นหลัก ได้ค่าแสดงดังตาราง 13 ซึ่งกรดอะมิโนจำเป็นที่ต้องพิจารณาเป็นอันดับแรกคือ กรดอะมิโนที่มีจำกัดในอาหารสุกร ประกอบด้วย ไลซีน เมทไทโอนีนกับซีสเทอีน ทรีโอนีน และทริปโตเฟน โดยในสูตรอาหารทดสอบของสุกรระยะรุ่นและขุน มีสัดส่วนของกรดอะมิโนเหล่านี้โดยเฉลี่ย คือ 100, 60, 70 และ 20 ซึ่งสัดส่วนของกรดอะมิโนที่ได้นี้แตกต่างจากที่แนะนำไว้จากรายงานต่างๆ ซึ่งแนะนำว่า สัดส่วนของกรดอะมิโนเหล่านี้เท่ากับ 100, 60, 60 และ 20 แต่สัดส่วนเหล่านี้ไม่มีค่าที่กำหนดไว้แน่นอนเพราะขึ้นกับหลายๆ ปัจจัย เช่น อายุ ระยะการเจริญเติบโต พันธุ์ และสภาพแวดล้อม เป็นต้น (NRC,1998; ARC, 1981; Yen *et al.*, 1986b และ Wang and Fuller, 1989) ซึ่งในอาหารทดสอบของสุกรระยะรุ่น และขุนมีสัดส่วนของทรีโอนีนสูงกว่าคำแนะนำ คือ 70 และในอาหารทดสอบสูตร 3 หรือสูตรโปรตีนต่ำมีสัดส่วนของ เมทไทโอนีนกับซีสเทอีน และทรีโอนีนต่ำกว่าอาหารทดสอบสูตรอื่นๆ คือในอาหารทดสอบสุกรระยะรุ่นมีสัดส่วนของเมทไทโอนีนกับซีสเทอีน และทรีโอนีน เท่ากับ 61 และ 62 ตามลำดับ และในอาหารสุกรระยะขุนมีค่าเท่ากับ 57 และปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นทั้งหมดในอาหารสูตรควบคุมมีปริมาณที่มากกว่าอาหารสูตรอื่นๆ จะเห็นได้ว่าปริมาณกรดอะมิโนทั้งหมดในอาหารจะลดลงเล็กน้อยตามระดับโปรตีนในอาหารที่ลดลง แต่ยังคงมีปริมาณที่สูงกว่าความต้องการของสุกรตามที่แนะนำโดย NRC (1998) แต่สัดส่วนของกรดอะมิโนที่มีจำกัดทั้ง 4 ชนิดในอาหารเมื่อเทียบกับไลซีนเป็นหลักพบว่าอาหารทุกสูตรมีสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน

5.2 การศึกษาไนโตรเจนเมแทบอลิซึม และปริมาณไนโตรเจนที่ถูกขับถ่ายจากการใช้อาหารสุกรทดสอบสูตรต่างๆ ทั้ง 3 สูตร

จากการศึกษาไนโตรเจนเมแทบอลิซึม และปริมาณไนโตรเจนที่ถูกขับถ่ายของสุกรในช่วง 24 วันทั้งในระยะรุ่น และขุน ผลการทดลองแสดงดังในตาราง 14 และ 15 ในของเสียที่ถูกขับถ่ายของสุกร ส่วนของไนโตรเจนที่ถูกดูดซึมได้แต่ร่างกายไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้จะถูกเปลี่ยนเป็นยูเรียและขับออกมาทางปัสสาวะ ส่วนของไนโตรเจนในมูลจะประกอบด้วย อาหารไนโตรเจนที่ไม่ถูก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ย่อย ไนโตรเจนในร่างกายที่ไม่ได้มาจากอาหาร(endogenous nitrogen) และไนโตรเจนของจุลินทรีย์ซึ่งยูเรียในปัสสาวะสามารถเปลี่ยนเป็นแอมโมเนีย และระเหยสู่บรรยากาศได้อย่างรวดเร็วโดยการทำงานของจุลินทรีย์ในมูล (Jongbloed *et al.*, 1999) ดังนั้นในการศึกษานี้จึงได้ทำการเก็บมูลและปัสสาวะแยกออกจากกัน

ปริมาณอาหารที่กินของสุกรระยะรุ่น และขุนที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนระดับต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แสดงว่า การลดระดับโปรตีนในอาหารลงไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กินได้ของสุกร อย่างไรก็ตามในสุกรระยะรุ่นที่ได้รับอาหารสูตร 1 หรือสูตรควบคุมมีปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับในแต่ละวันสูงสุด (P<0.05) รองลงมาคือ สุกรที่ได้รับอาหารสูตร 2 และ 3 ตามลำดับ สำหรับสุกรระยะขุนปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับในแต่ละวันของทั้ง 3 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่า สุกรที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมมีปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับสูงสุดเช่นกัน และสุกรที่ได้รับอาหารสูตร 3 หรือสูตรโปรตีนต่ำมีปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับต่ำสุด (P> 0.05) ทำให้สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมทั้ง 2 ระยะมีปริมาณไนโตรเจนที่ถูกขับออกในปัสสาวะ และมูลแต่ละวันสูงสุด และการลดระดับโปรตีนในอาหารลงมีแนวโน้มว่าจะทำให้ปริมาณไนโตรเจนที่ถูกขับออกในน้ำมูลสุกรลดลง (P>0.05) โดยในสุกรระยะรุ่นเมื่อทำการลดระดับโปรตีนในอาหารลง 1 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ไนโตรเจนที่ถูกขับออกทางปัสสาวะลดลงประมาณ 40.65 เปอร์เซ็นต์ และไนโตรเจนที่ถูกขับออกทางมูลลดลง 19.85 เปอร์เซ็นต์ ส่วนไนโตรเจนที่ถูกขับออกในน้ำมูล (ปัสสาวะรวมกับมูล) ลดลงประมาณ 29.24 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในสุกรระยะขุนเมื่อทำการลดระดับโปรตีนในอาหารลง 1 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ไนโตรเจนที่ถูกขับออกทางปัสสาวะลดลงประมาณ 20.15 เปอร์เซ็นต์ และไนโตรเจนที่ถูกขับออกทางมูลลดลง 8.63 เปอร์เซ็นต์ ส่วนไนโตรเจนที่ถูกขับออกในน้ำมูล (ปัสสาวะรวมกับมูล) ลดลงประมาณ 16.22 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับการทดลองของ Voermans *et al.* (1994) ว่าการลดระดับโปรตีนในอาหารสุกรระยะรุ่น และขุนลง 1.5 หรือ 2.5 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ปริมาณไนโตรเจนที่ถูกขับออกลดลง 19 และ 28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่อาหารที่ทำการลดระดับโปรตีนลงจะต้องทำการเสริมกรดอะมิโนสังเคราะห์ด้วย จากผลการศึกษานี้ได้สนับสนุนสมมติฐานที่ว่า เมื่อระดับโปรตีนในอาหารลดลง แต่ทำการเสริมกรดอะมิโนสังเคราะห์เพื่อให้กรดอะมิโนในอาหารมีสัดส่วนที่สมดุล และเพียงพอกับความต้องการของสัตว์ จะช่วยลดปริมาณไนโตรเจนที่ถูกขับออก แต่ Gatel and Grosjean (1992) พบว่าการลดระดับโปรตีนในอาหารสุกรระยะรุ่น และขุนลงจาก 16.9 เป็น 15.6 และ 14.6 เป็น 13.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำให้ปริมาณไนโตรเจนที่ถูกขับออกทางปัสสาวะลดลงเท่านั้น แต่ปริมาณไนโตรเจนที่ถูกขับออกทางมูลไม่ลดลง นอกจากนี้สัดส่วนของไนโตรเจนในปัสสาวะต่อไนโตรเจนในมูลของสุกรที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมมีค่าสูงสุด (P>0.05) ถึงแม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติก็ตาม แต่การที่มีปริมาณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไนโตรเจนในปัสสาวะสูงจะทำให้มีปริมาณไนโตรเจนที่กักเก็บไว้ในร่างกายต่ำ ซึ่งการลดระดับโปรตีนในอาหารลงมีแนวโน้มว่า จะมีปริมาณไนโตรเจนที่กักเก็บไว้ในร่างกาย ค่าการย่อยได้ของไนโตรเจน และค่าทางชีวภาพของโปรตีนเพิ่มขึ้นตามระดับโปรตีนที่ลดลง ($P>0.05$) โดยค่าทางชีวภาพของโปรตีนเป็นค่าที่บอกถึงส่วนของโปรตีนในอาหารที่สัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการสังเคราะห์เป็นเนื้อเยื่อโปรตีน และองค์ประกอบต่างๆ ของร่างกาย คือส่วนของไนโตรเจนที่ถูกดูดซึมและยังคงอยู่ในร่างกายสัตว์ (McDonald *et al.*, 1995) ในสุกรระยะรุ่นที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมมีค่าทางชีวภาพของโปรตีนต่ำสุด ($P>0.05$) ค่าทางชีวภาพของโปรตีนในสุกรระยะขุนที่ได้รับอาหารทั้ง 3 สูตรไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่าสุกรที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมมีค่าทางชีวภาพของโปรตีนต่ำสุดด้วยเช่นกัน สุกรที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมมีค่าการย่อยได้ต่ำกว่าสุกรที่ได้รับอาหารสูตร 2 และ 3 ซึ่งอาหารที่มีโปรตีนสูงจะมีค่าการย่อยได้ต่ำ อาจเนื่องจากประสิทธิภาพการย่อยโปรตีน และการดูดซึมกรดอะมิโนและเปปไทด์สายสั้นลดลง เนื่องจากในกระบวนการดูดซึมกรดอะมิโนอิสระ และเปปไทด์สายสั้นเข้าสู่เซลล์ผนังลำไส้จะประกอบด้วยกระบวนการขนส่งต่างๆ ที่ซับซ้อน ซึ่งเป็นไปได้ว่าในอาหารที่มีโปรตีนสูงจะมีกรดอะมิโนและเปปไทด์สายสั้นเหล่านี้มากเกินความสามารถของประสิทธิภาพขนส่งเหล่านั้น (Fan *et al.*, 1994) จึงทำให้มีกรดอะมิโนและเปปไทด์บางส่วนถูกขับออกนอกร่างกาย และทำให้มีปริมาณไนโตรเจนในร่างกายที่ไม่ได้มาจากอาหารถูกขับออกเพิ่มมากขึ้นด้วย (Knabe *et al.*, 1989)

จากการศึกษาในสุกรทั้ง 2 ระยะจะเห็นว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนต่ำจะทำให้มีปริมาณไนโตรเจนที่ถูกขับออกต่ำ และมีปริมาณไนโตรเจนที่ถูกกักเก็บไว้ในร่างกายสูง ซึ่งบ่งชี้ว่าอาหารนั้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามปริมาณไนโตรเจนที่สูญเสียทางปัสสาวะจะเป็นค่าสำคัญที่สามารถใช้ประเมินคุณภาพของอาหารได้ดีกว่าค่าไนโตรเจนที่สูญเสียทางมูล (Huisman *et al.*, 1993) หมายความว่า เมื่อปริมาณของการสูญเสียไนโตรเจนในร่างกายที่ไม่ได้มาจากอาหารลดลง ไม่เพียงแต่จะทำให้ปริมาณไนโตรเจนที่ถูกขับออกในมูลลดลงแล้ว แต่ยังทำให้ปริมาณไนโตรเจนที่ถูกขับออกทางปัสสาวะลดลงด้วย ซึ่งในการผลิตสุกร การลดลงของไนโตรเจนที่ถูกขับออกจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณ และสัดส่วนของโปรตีนและกรดอะมิโนที่สมดุลในอาหาร เพราะโปรตีนและกรดอะมิโนที่มีปริมาณมากเกินไปในอาหารส่วนใหญ่จะถูกขับออกทางปัสสาวะ (Valoja and Alaviuhkola, 1993; Buttery and D' Mello, 1994) สุกรที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนระดับสูงจะมีปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับในแต่ละวันเพิ่มขึ้น ทำให้มีการขับออกมาทางปัสสาวะมากขึ้นแสดงว่า การลดลงของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่ถูกขับออกมาส่วนใหญ่จะเป็นการลดลงของปริมาณไนโตรเจนในรูปยูเรียที่ขับออกทางปัสสาวะ (Canh *et al.*, 1998) เพราะไนโตรเจนที่ถูกขับออกทางมูลมีค่าที่แตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (Figuero *et al.*, 2000) ซึ่งสุกรที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ได้รับอาหารสูตรควบคุมมีแนวโน้มว่ามีปริมาณไนโตรเจนที่ถูกขับออกสูง และปริมาณไนโตรเจนที่ถูกกักเก็บไว้ในร่างกายต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ และสุกรกลุ่มนี้ยังมีการขับไนโตรเจนออกทางปัสสาวะมากกว่าทางมูลซึ่งพบได้ในสุกรทั้งระยะรุ่น และขุนดังภาพ 9 และ 10 (34.27 และ 35.74 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนที่ได้รับ คือไนโตรเจนที่ถูกขับออกทางปัสสาวะของสุกรระยะรุ่น และขุน ตามลำดับ) สุกรที่ได้รับอาหารสูตร 2 และ 3 ของระยะรุ่น และขุน มีปริมาณไนโตรเจนที่ถูกขับออกทางปัสสาวะและมูลใกล้เคียงกัน ซึ่งทำให้มีปริมาณไนโตรเจนที่ถูกดูดซึมสูง จึงมีปริมาณไนโตรเจนที่ถูกกักเก็บไว้ในร่างกายสูง และค่าทางชีวภาพของโปรตีนก็มีค่ามากกว่าสุกรกลุ่มควบคุมด้วย แต่การทดลองนี้ให้ผลตรงข้ามกับการรายงานของ Figueroa *et al.* (2000) พบว่าเมื่อระดับโปรตีนในอาหารลดลงทำให้ปริมาณไนโตรเจนที่กักเก็บไว้ในร่างกาย และค่าทางชีวภาพของโปรตีนมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย

ผลการทดลองในการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Ketels (1999) ที่รายงานว่า การลดโปรตีนในอาหารลง 1 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดไนโตรเจนในของเสียได้ 10 – 15 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณโปรตีนที่ลดลง 1 เปอร์เซ็นต์ จะช่วยลดปริมาณไนโตรเจนที่ถูกขับออกได้ประมาณ 8.4 เปอร์เซ็นต์ (Sutton *et al.*,1999) โดยไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิต ซึ่งไนโตรเจนที่ถูกขับออกมาส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของยูเรียในปัสสาวะ (Jongbloed and Lenis, 1992) จะเป็นส่วนของไนโตรเจนที่ไม่ถูกใช้ประโยชน์หรือไม่ถูกย่อย และถูกขับถ่ายออกมาทางปัสสาวะ หลังจากนั้นยูเรียจะถูกสลาย (hydrolized) โดยเอนไซม์ไปเป็นแอมโมเนียแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งแอมโมเนียที่แพร่กระจายมาจากฟาร์มสุกรนั้นมียูเรียเป็นแหล่งกำเนิดประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์ (Voermans *et al.*, 1994) ดังนั้นเราจึงสามารถลดการปลดปล่อยแอมโมเนียได้โดยการลดระดับโปรตีนในอาหารลง

5.3 การศึกษาอัตราการเกิดการเปลี่ยนแปลงของของเสียที่ถูกขับถ่ายของสุกรในทุกระยะที่ได้รับอาหารทุกสูตร

5.3.1 ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)

ค่า pH เป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงสภาพกรดด่างของน้ำ ในทางปฏิบัติสเกลของความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วง 0 -14 โดยน้ำที่มีค่า pH เท่ากับ 7 ถือว่ามีสภาพเป็นกลาง กล่าวคือไม่เป็นทั้งกรดและด่าง น้ำที่มีค่า pH น้อยกว่า 7 มีสภาพเป็นกรด และสภาพความเป็นกรดของน้ำจะมากขึ้นเมื่อค่า pH ต่ำลง ส่วนน้ำที่มีค่า pH มากกว่า 7 คือมีสภาพเป็นด่างและสภาพความเป็นด่างของน้ำจะมากขึ้นเมื่อค่า pH มากขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในสุกรระยะรุ่นระดับโปรตีนในอาหารที่ลดลง ไม่มีผลต่อระดับค่า pH ของสิ่งขับถ่ายแต่อย่างใด (P>0.05) รวมทั้งปริมาณน้ำที่ใช้เจือจางและระยะเวลาในการหมักก็ไม่มีผลต่อค่า pH ของของเสียด้วย (P>0.05) แต่ในระยะขุนระยะเวลาในการหมักที่มากขึ้นทำให้ค่า pH มีระดับที่สูงขึ้น (P <0.05) แต่การลดระดับโปรตีนในอาหารลง และปริมาณน้ำที่ใช้เจือจางไม่มีผลต่อระดับค่า pH ของสิ่งขับถ่าย (P>0.05) จากการทดลองเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มมากขึ้นทำให้ค่า pH ของของเสียเพิ่มขึ้นเนื่องจากการทำงานของเอนไซม์ยูรีเอสของจุลินทรีย์ที่อยู่ในมูลไปสลายยูเรียที่ถูกขับออกมาทางปัสสาวะให้กลายเป็นแอมโมเนีย ซึ่งแอมโมเนียนี้มักอยู่ในรูปของเกลือแอมโมเนียมที่มีสภาพเป็นด่าง ถ้าของเสียมีสภาพเป็นด่างมากขึ้นแอมโมเนียมจะถูกกระตุ้นให้เกิดการแตกตัวเป็นแอมโมเนียอิสระระเหยสู่บรรยากาศ

5.3.2 ค่าปริมาณสารแขวนลอย (Total Suspended Solids; TSS, mg/L)

ในสุกรระยะรุ่น และขุนระดับของโปรตีนในอาหารที่ลดลงมีผลต่อค่า TSS ของสิ่งขับถ่ายลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยสุกรที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์มีค่า TSS มากที่สุด รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีน 16 และ 14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อปริมาณน้ำที่ใช้เจือจางของเสียเพิ่มมากขึ้น ทำให้ค่า TSS ลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) ซึ่งปริมาณน้ำที่ใช้เจือจางของเสียในสัดส่วนของเสียต่อน้ำ 1 : 1 มีค่า TSS มากที่สุด ส่วนระยะเวลาในการหมักก็ไม่มีผลต่อค่า TSS ของของเสียแต่อย่างใด (P>0.05)

ปริมาณของแข็งแขวนลอยนี้สามารถบอกให้ทราบถึงความรุนแรงของการเน่าเสียของน้ำ จากผลการทดลองการลดระดับโปรตีนในอาหารลงทำให้ปริมาณของแข็งแขวนลอยในของเสียลดลง แสดงว่าหลังจากที่นำมูลและปัสสาวะมาผสมรวมกันและเกิดกระบวนการหมักของของเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ การลดระดับโปรตีนในอาหารลงทำให้มีปริมาณสารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ เช่น ไนโตรเจนที่ถูกขับถ่ายออกมาในของเสียลดลง ทำให้ในกระบวนการหมักของของเสียมีการสร้างมวลชีวภาพ เช่น จุลินทรีย์ สาหร่ายเซลล์เดียว หรือสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กต่างๆ ลดลง ดังนั้นเมื่อกรองหาปริมาณของแข็งที่แขวนลอยของของเสียกลุ่มอาหารที่มีโปรตีนต่ำจึงมีค่าของปริมาณสารแขวนลอยต่ำด้วย นอกจากนี้สัดส่วนของปริมาณน้ำล้างคอกที่ใช้ก็มีผลต่อปริมาณสารแขวนลอยคือเมื่อใช้น้ำล้างคอกในสัดส่วนที่มากขึ้นทำให้ปริมาณสารแขวนลอยมีค่าลดลง เนื่องจากของเสียถูกเจือจาง จึงทำให้ปริมาณไนโตรเจนถูกเจือจางลดน้อยลงเช่นกัน จากค่าปริมาณสารแขวนลอยที่ได้จากการทดลองนี้พบว่ามีค่าที่ต่ำกว่าที่กรมควบคุมมลพิษได้กำหนดไว้เนื่องจากในการทดลองนี้เป็นของเสียที่เกิดจากการรวมกันระหว่างมูล ปัสสาวะ และปริมาณน้ำที่ใช้ล้างคอกเท่านั้น ซึ่งในความเป็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จริงจะมีส่วนของเศษอาหารที่ตกหล่น และสิ่งปฏิกูลต่างๆ เช่น เศษหญ้า ใบไม้ที่อยู่รอบๆ ฟาร์ม รวมอยู่ด้วยจึงทำให้ค่าปริมาณสารแขวนลอยที่กรมควบคุมมลพิษได้กำหนดไว้สูงกว่าค่าที่ได้จากการทดลองนี้

5.3.3 ค่าไนโตรเจน (Total Kjeldahl Nitrogen; TKN, mg/L)

จากการศึกษาในสุกรระยะรุ่น และขุนพบว่า ระดับของโปรตีนในอาหารที่ลดลง ไม่มีผลต่อค่า TKN ($P>0.05$) แต่เมื่อลดระดับโปรตีนในอาหารลง มีแนวโน้มของการลดลงเล็กน้อย ซึ่งในสุกรระยะขุนมีแนวโน้มของค่า TKN ต่ำสุดเมื่อลดระดับโปรตีนในอาหารลงเหลือ 11.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อปริมาณน้ำที่ใช้เจือจางของเสียมากขึ้น ทำให้ค่า TKN ลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) ซึ่งปริมาณน้ำที่ใช้เจือจางในสัดส่วนของเสียต่อน้ำคือ 1 : 1 มีค่าของ TKN มากที่สุด และมีแนวโน้มว่าปริมาณน้ำที่ใช้เจือจางในสัดส่วนของเสียต่อน้ำ 1 : 5 มีค่าของ TKN น้อยที่สุด และในสุกรระยะรุ่นระยะเวลาในการหมักที่นานขึ้นมีผลทำให้ค่า TKN ของของเสียเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เช่นกัน

ไนโตรเจนเป็นสารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และพืชน้ำ จากการทดลองมีแนวโน้มว่าไนโตรเจนในของเสียจะลดลงตามระดับโปรตีนในอาหารที่ลดลง เพราะในอาหารมีปริมาณของไนโตรเจนส่วนเกินที่สัตว์ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ลดลง ทำให้มีปริมาณไนโตรเจนที่ต้องถูกขับออกนอกร่างกายลดลง และถ้าสัดส่วนของปริมาณน้ำที่ใช้ในการล้างคอกเพิ่มมากขึ้นทำให้ของเสียเจือจางลงส่งผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนในของเสียมีน้อยลงด้วยดังนั้นเมื่อมีปริมาณการใช้น้ำมากขึ้นค่าไนโตรเจนของของเสียจึงลดลง ส่วนระยะเวลาการหมักที่เพิ่มขึ้นทำให้มีปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีปริมาณไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียสูงขึ้นโดยการทำงานของจุลินทรีย์ในกระบวนการหมัก ยิ่งเวลาในการหมักนานมากขึ้นเท่าใดการเกิดแอมโมเนียก็จะเพิ่มขึ้น แต่การลดระดับโปรตีนในอาหารลงจะช่วยให้มีปริมาณไนโตรเจนที่เปลี่ยนรูปไปเป็นแอมโมเนียลดลงด้วย

5.3.4 ค่าปริมาณออกซิเจนที่ต้องใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยใช้สารเคมี (Chemical Oxygen Demand; COD, mg/L)

จากการศึกษาในสุกรระยะรุ่น และขุนพบว่า ระดับโปรตีนในอาหารที่ลดลง ไม่มีผลต่อค่า COD ของของเสีย ($P>0.05$) แต่เมื่อระดับโปรตีนในอาหารลดลง ค่า COD ของของเสียมีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัด รวมทั้งปริมาณน้ำที่ใช้เจือจางของเสียมากขึ้นและระยะเวลาในการหมักที่นานขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ก็มีผลทำให้ค่า COD ของของเสียมีแนวโน้มลดลง (P>0.05) ซึ่งค่า COD เป็นค่าความต้องการออกซิเจนของน้ำ ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมดในน้ำทิ้งทั้งที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้และย่อยสลายไม่ได้ จากการทดลองการลดระดับโปรตีนในอาหารลงมีแนวโน้มว่าค่า COD จะลดลง อาจเนื่องจากปริมาณไนโตรเจนที่ถูกขับออกมาซึ่งเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ลดลงตามระดับโปรตีนในอาหาร จึงทำให้มีจำนวนจุลินทรีย์น้อยลง ส่งผลให้น้ำเสียนี้มีความต้องการออกซิเจนที่ถูกนำไปใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำลดลง และเมื่อใช้น้ำในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้น ของเสียเกิดการเจือจางทำให้มีปริมาณสารอินทรียที่ถูกย่อยสลายลดลง จึงทำให้ค่า COD มีแนวโน้มที่ลดลง แต่ค่า COD ที่ได้จากการทดลองนี้ค่อนข้างสูงกว่าค่าที่กรมควบคุมมลพิษได้กำหนดไว้มาก อาจเนื่องจากค่าที่กรมควบคุมมลพิษได้กำหนดไว้เป็นค่าที่ได้จากน้ำทิ้ง หรือน้ำเสียที่มีสัดส่วนของปริมาณการใช้น้ำในฟาร์มที่มากกว่าสัดส่วนที่ได้ทำการทดลองนี้ แต่จากการทดลองนี้สามารถทราบได้ว่าถ้าลดระดับโปรตีนในอาหารลงจะทำให้ค่า COD ของของเสียจากสุกรลดลงด้วย

5.3.5 การเกิดแอมโมเนีย (NH_3-N, mg/L)

จากการศึกษาในสุกรระยะรุ่นพบว่าระดับโปรตีนในอาหารที่ลดลง ไม่มีผลต่อระดับของการเกิดแอมโมเนียของสิ่งขับถ่ายแต่อย่างใด ส่วนปริมาณน้ำที่ใช้เจือจางของเสียมากขึ้นทำให้การเกิดแอมโมเนียของสิ่งขับถ่ายลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)โดยการเจือจางของเสียในสัดส่วนของเสียต่อน้ำ คือ 1 : 5 มีการเกิดแอมโมเนียของสิ่งขับถ่ายต่ำสุด และระยะเวลาในการหมักถึงแม้ไม่มีผลการเกิดแอมโมเนียของสิ่งขับถ่ายแต่แนวโน้มของการหมักที่ 6 ชั่วโมง มีการเกิดแอมโมเนียสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างกับการหมักที่ 3 และ 12 ชั่วโมง สำหรับในสุกรระยะขุนการลดระดับโปรตีนในอาหารลง ทำให้ระดับการเกิดแอมโมเนียของสิ่งขับถ่ายมีแนวโน้มลดลง (P>0.05) ส่วนปริมาณน้ำที่ใช้เจือจางของเสียมากขึ้นทำให้การเกิดแอมโมเนียของสิ่งขับถ่ายลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) โดยการเจือจางของเสียในอัตราของเสียต่อน้ำ คือ 1 : 5 มีการเกิดแอมโมเนียของสิ่งขับถ่ายต่ำสุด และระยะเวลาในการหมักก็มีผลการเกิดแอมโมเนียของสิ่งขับถ่ายอย่างมีนัยสำคัญ (P <0.05) โดยการหมักที่ 12 ชั่วโมง มีการเกิดแอมโมเนียสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับการหมักที่ 24 ชั่วโมง เมื่อทำการลดระดับโปรตีนในอาหารลง มีแนวโน้มว่าค่าแอมโมเนียไนโตรเจนลดลงตามระดับโปรตีนที่ลดลง เนื่องจากมีปริมาณไนโตรเจนที่ถูกขับออกลดลง และเมื่อใช้สัดส่วนของปริมาณน้ำล้างคอกมากขึ้นทำให้ทำให้ไนโตรเจนที่ถูกขับออกมาในของเสียเจือจางลงทำให้เกิดแอมโมเนียลดลงด้วย ส่วนการเกิดแอมโมเนียของของเสียจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้น เพราะจุลินทรีย์มีการสลายยูเรียที่ถูกขับออกมาทางปัสสาวะเป็นแอมโมเนียเพิ่มมากขึ้น ทำให้ของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เสียมีสภาวะเป็นด่างเพิ่มขึ้น และกระตุ้นให้เกิดการระเหยของแอมโมเนียสู่บรรยากาศเพิ่มมากขึ้น ซึ่งการระเหยของแอมโมเนียสามารถหยุดหรือลดลงได้ โดยสภาวะที่มีค่า pH ต่ำ (น้อยกว่า 6) (Voermans *et al.*, 1994)

ผลการทดลองครั้งนี้ในระยะสุกรรุ่นเมื่อลดระดับโปรตีนจาก 13.5 เปอร์เซ็นต์ไปเป็น 11.5 เปอร์เซ็นต์ทำให้แอมโมเนียไนโตรเจนลดลง 34.27 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลที่สอดคล้องกับ Aarnink and Canh (1999) ที่ได้ทำการศึกษาอาหารที่มีโปรตีนต่ำ โดยพบว่าความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-N) ในน้ำมูลลดลง 31 เปอร์เซ็นต์ และ 38 เปอร์เซ็นต์ เมื่อระดับโปรตีนในอาหารลดลงจาก 16.5 เปอร์เซ็นต์ เป็น 14.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนค่า pH ของน้ำมูลสุกรของผลการทดลองในครั้งนี้ไม่มีผลเนื่องจากการลดระดับโปรตีนในอาหาร ซึ่งให้ผลที่ขัดแย้งกับ Aarnink and Canh (1999) ที่พบว่าค่า pH ของน้ำมูลสุกรลดลง 0.66 หน่วยเมื่อระดับโปรตีนลดลง 40 กรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ทำให้การปลดปล่อยแอมโมเนียจากน้ำมูลสุกรลดลง 49 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการลดระดับโปรตีนในอาหารลง เป็นการลดการขับถ่ายไนโตรเจนส่วนเกิน มีผลในการลดการปลดปล่อยก๊าซแอมโมเนียและลดกลิ่นเหม็นของของเสีย และปริมาณไนโตรเจนที่ถูกขับออกทางปัสสาวะ และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของของเสียจะลดลงตามระดับโปรตีนในอาหารที่ลดลง และความเข้มข้นของแอมโมเนียที่ถูกขับถ่ายออกจากร่างกายและก๊าซแอมโมเนียที่ปลดปล่อยไปในอากาศลดลง โดยการลดโปรตีนในอาหารลง 1 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดการปลดปล่อยแอมโมเนียได้ 10–12.5 เปอร์เซ็นต์ (Canh *et al.*, 1998) ซึ่งการลดระดับโปรตีนในอาหารลง 3.5 เปอร์เซ็นต์ไม่เพียงแต่ช่วยลดการขับออกของไนโตรเจนถึง 40 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นแต่ยังลดปริมาณน้ำที่ถูกขับออกทางปัสสาวะได้ถึง 34 เปอร์เซ็นต์ทำให้น้ำมูล (slurry) มีวัตถุแห้ง (dry matter) เพิ่มขึ้นจาก 11.7 เป็น 17.1 เปอร์เซ็นต์ การที่น้ำมูลมีปริมาตรลดลงในด้านเศรษฐกิจทำให้ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา ขนส่ง และระยะเวลาในการแพร่กระจายของมูลลดลงด้วย (Ketels, 1999)

จากผลการทดลองจะเห็นว่าการลดระดับโปรตีนในอาหารลงมีแนวโน้มทำให้ค่า pH, TSS, TKN, COD และการเกิดแอมโมเนียลดลงตามระดับโปรตีนที่ลดลงซึ่งส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้สัดส่วนของปริมาณน้ำที่ใช้ในการล้างคอกที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าต่างๆ เหล่านี้ลดลงเช่นกัน แต่ในทางปฏิบัติถ้าใช้น้ำมากเกินไป ควรจะคำนึงถึงต้นทุนค่าใช้จ่ายภายในโรงเรือนด้วย ส่วนระยะเวลาในการหมักที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่า pH เพิ่มขึ้น แสดงว่าของเสียมีสภาพเป็นด่าง ซึ่งจะกระตุ้นการระเหยของแอมโมเนียเพิ่มขึ้นด้วย จากการทดลองระยะเวลาในการหมักที่ 12 ชั่วโมงจะมีค่าการเกิดแอมโมเนียสูงที่สุด แสดงว่าควรมีการจัดการของเสียในระยะเวลา 12 ชั่วโมงก่อนที่สุกร และผู้เลี้ยงจะได้รับพิษของก๊าซแอมโมเนีย และก่อนที่แอมโมเนียจะระเหยสู่บรรยากาศ ซึ่งส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.4 การศึกษาถึงประสิทธิภาพในการผลิตของสุกรทุกระยะ และที่ได้รับอาหารทุกสูตรรวมถึงคุณภาพซากของสุกร

การลดระดับโปรตีนในอาหารลงไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กิน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของสุกรระยะรุ่น, ขุน และรุ่นถึงขุน ($P>0.05$) ดังแสดงในตาราง 18, 19 และ 20 ตามลำดับ ซึ่งได้ให้ผลที่คล้ายคลึงกับการศึกษาของ Gatel and Grosjean, (1992); Valaja and Alaviuhkola (1993); Tuitoek *et al.* (1997b) และ Canh *et al.* (1998) อย่างไรก็ตาม การลดระดับโปรตีนในอาหารลงมีแนวโน้มว่าจะใช้เวลาในการเลี้ยงนานขึ้น ซึ่งพบในสุกรระยะรุ่น และรุ่นถึงขุน แต่ในระยะขุนสุกรที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมและสูตร 3 ใช้เวลาในการเลี้ยงเท่ากัน และสุกรที่ได้รับอาหารสูตร 2 ใช้เวลาในการเลี้ยงน้อยที่สุด จากการที่มีระยะเวลาในการเลี้ยงนานขึ้นทำให้มีปริมาณการกินอาหารทั้งหมดตลอดการทดลองมากขึ้นตามจำนวนวันที่เลี้ยงเพิ่มขึ้น แต่สุกรที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนระดับต่างๆ มีปริมาณการกินอาหารได้ในแต่ละวันใกล้เคียงกัน ให้ผลที่สอดคล้องกับการศึกษาของ Tuitoek *et al.* (1997a) นอกจากนี้น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยในแต่ละวันของสุกรที่ได้รับอาหารสูตร 3 หรืออาหารโปรตีนต่ำมีแนวโน้มว่าจะมีค่าน้อยที่สุด พบได้ทุกระยะการผลิตสุกรในการศึกษาครั้งนี้ สำหรับอัตราการเปลี่ยนอาหารของสุกรที่ได้รับอาหารสูตร 3 ในทุกระยะการผลิตมีค่ามากกว่ากลุ่มอื่น แต่สุกรที่ได้รับอาหารสูตร 2 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารน้อยกว่ากลุ่มอื่นทั้งในระยะขุน และระยะรุ่นถึงขุน เมื่อคิดต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม พบว่าในสุกรระยะรุ่นที่ได้รับอาหารสูตร 3 หรืออาหารที่มีโปรตีนต่ำมีต้นทุนค่าอาหารสูงสุด และสุกรที่ได้รับอาหารสูตร 2 มีต้นทุนค่าอาหารต่ำสุดในทุกระยะการผลิต ส่วนสุกรที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมมีต้นทุนค่าอาหารสูงกว่าสุกรที่ได้รับอาหารสูตร 2 และ 3 ในระยะขุน และระยะรุ่นถึงขุน สุกรที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนต่ำมีต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัมสูง อาจเนื่องจากสุกรในกลุ่มนี้มีปริมาณอาหารที่กินมากกว่ากลุ่มอื่น

โดยทั่วไปแล้วอาหารที่มีโปรตีนต่ำไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิต แต่ในบางการทดลองพบว่าช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิต อาจเป็นเพราะถ้าสัตว์ที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนสูงนั้น ร่างกายจำเป็นต้องใช้พลังงานมากในการสลายโปรตีนที่มากเกินไปออกจากร่างกาย ทำให้มีพลังงานไม่เพียงพอต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ ภายในร่างกาย ซึ่งถ้าลดระดับโปรตีนในอาหารลงแต่สัดส่วนของโภชนะต่างๆ ยังสมดุลอาจช่วยลดการนำพลังงานที่ใช้ในการขับโปรตีนที่มากเกินไป นอกจากนี้อาหารที่มีโปรตีนต่ำจะสัมพันธ์กับการสูญเสียพลังงาน (energy loss) โดยระดับโปรตีนที่ลดลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จะช่วยลดการสลายกรดอะมิโน ลดการขับยูเรียออกทางปัสสาวะทำให้มีการหมุนเวียน (turn over) ของโปรตีนภายในร่างกาย และทำให้เกิดผลผลิตความร้อน (heat production) ต่ำลง ซึ่งจะช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ได้ของพลังงานได้ดีขึ้น (Fernandez *et al.*, 1997) จากผลการทดลองสมรรถภาพการผลิตนี้ให้ผลสอดคล้องกับผลของ Tuitoek *et al.* (1997a, 1997b) ที่รายงานว่า การลดระดับโปรตีนในอาหารลงไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิต แต่ต้องทำการเสริมกรดอะมิโนให้สมดุลและเพียงพอต่อความต้องการด้วย และ Tuitoek *et al.* (1997b) แนะนำว่า ในอาหารสุกรระยะรุ่น และระยะขุนสามารถลดระดับโปรตีนในอาหารได้ถึง 13 และ 12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ในการทดลองนี้เราสามารถลดระดับโปรตีนในอาหารสุกรระยะรุ่น และระยะขุนได้เพียง 16 และ 13.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เพราะถ้าลดระดับโปรตีนให้ต่ำลงกว่านี้จะทำให้สมรรถภาพการผลิตของสุกรลดลง

นอกจากนี้ผลจากการทดลองยังให้ผลสอดคล้องกับ Figueroa *et al.* (2000) ที่รายงานว่าอาหารโปรตีนต่ำที่ระดับ 11 เปอร์เซ็นต์ทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง อาจเนื่องจากในอาหารที่มีโปรตีนระดับ 11 เปอร์เซ็นต์ มีกรดอะมิโนที่จำเป็นไม่เพียงพอ และประสิทธิภาพของการใช้กรดอะมิโนสังเคราะห์สำหรับการสะสมเป็นโปรตีนของร่างกาย (body protein) อาจต่ำกว่ากรดอะมิโนที่ได้รับจากวัตถุดิบในอาหาร คือ กรดอะมิโนสังเคราะห์จะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดได้เร็วกว่ากรดอะมิโนที่ถูกย่อยจากอาหาร จึงทำให้กรดอะมิโนสังเคราะห์ถูกออกซิไดซ์ (oxidized) ก่อนที่จะถูกนำไปสังเคราะห์เป็นโปรตีนของร่างกาย เพราะการสังเคราะห์โปรตีนจำเป็นที่จะต้องใช้กรดอะมิโนทุกตัวในสัดส่วนที่สมดุลและในเวลาเดียวกันด้วย ซึ่งการทดลองนี้ในสูตรอาหารที่มีโปรตีนระดับต่ำได้เสริมกรดอะมิโนสังเคราะห์ในปริมาณที่มากกว่าอาหารสูตรอื่น ดังนั้นเพื่อให้สัตว์นำกรดอะมิโนไปใช้ในการสังเคราะห์โปรตีนของร่างกายได้ดีขึ้น ควรจะให้อาหารสุกรมากกว่าวันละ 2 ครั้ง (Go'mez *et al.*, 2002) และการที่สุกรที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีน 11 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำสุด อาจเป็นเพราะสัดส่วนของกรดอะมิโนที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ คือเมทไธโอนีนกับซีสทีน และทรีโอนีน ที่คิดเป็นสัดส่วนต่อไลซีนในอาหารทดลองอาจมีไม่เพียงพอ (Tuitoek *et al.*, 1997b) ซึ่งในการทดลองนี้มีสัดส่วนของเมทไธโอนีนในอาหารที่มีโปรตีนระดับต่ำของสุกรระยะรุ่นเท่ากับ 28 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าในสูตรอาหารอื่นๆ ที่มีค่าประมาณ 30 และสัดส่วนของ กรดอะมิโนที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ (sulphur amino acids) และทรีโอนีนในอาหารที่มีโปรตีนระดับต่ำของสุกรระยะขุนเท่ากับ 57 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าในสูตรอาหารอื่นที่ทั้ง 2 ค่ามีค่าประมาณ 60 และเมื่อเปรียบเทียบตามสัดส่วนของ Ideal protein ตามตาราง 7 พบว่าสัดส่วนของเมทไธโอนีนกับซีสทีนมีค่าใกล้เคียงกับสัดส่วนของ Ideal protein แต่สัดส่วนของทรีโอนีน ในอาหารสุกรระยะขุนมีค่าเท่ากับ 57 ซึ่งค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับรายงาน ตามตาราง 3 ที่แนะนำไว้เท่ากับ 60 รวมทั้งในอาหาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สุกรระยะรุ่น ซึ่งค่าของทรีโอนีน จากการคำนวณเทียบเป็นสัดส่วนเท่ากับ 62 ซึ่งค่อนข้างใกล้เคียงกับที่มีการรายงานเอาไว้มาก แต่มีค่าต่ำกว่าอาหารสุกรรุ่นสูตรที่ 1 และ 2 มาก คือ มีค่าสัดส่วนเท่ากับ 70 และ 72 ตามลำดับ ซึ่งสมรรถภาพของสุกรที่ได้รับอาหารทั้งสองสูตรดังกล่าวก็ให้ผลดี ดังนั้นแสดงว่า สัดส่วนของทรีโอนีน ที่เหมาะสมสำหรับวัตถุดิบอาหารสัตว์ในประเทศไทยควรจะมากกว่า 60 ขึ้นไปทั้งในระยะรุ่น และระยะขุน NRC (1998) ได้แนะนำไว้ว่า สัดส่วนของทรีโอนีนเทียบกับไลซีนควรจะมีค่าประมาณ 63 เช่นกัน นอกจากนี้กรดอะมิโนสังเคราะห์ในอาหารอาจไม่สามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด จึงทำให้มีปริมาณของกรดอะมิโนต่ำกว่าความต้องการ ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตลดลง ดังนั้นการคำนวณสูตรอาหารที่ใช้แนวคิดโปรตีนอุดมคติต้องคำนึงถึงระดับของกรดอะมิโนไม่ให้ต่ำกว่าความต้องการ และถ้าสุกรมีการเจริญเติบโตของเนื้อแดงที่สูง ควรจะมีกรดอะมิโนในอาหารสูงกว่าความต้องการที่ได้แนะนำโดย NRC (1998) (Go'mez *et al.*, 2002)

จากรายงานของ Bikker *et al.* (1994) รายงานว่า อาหารสุกรจำเป็นต้องมีสัดส่วนของกรดอะมิโนต่อพลังงานที่เหมาะสม เพื่อให้มีการนำโปรตีนไปใช้ประโยชน์ได้สูงสุด ซึ่งสัดส่วนของไลซีนที่ย่อยได้ต่อพลังงานที่ย่อยได้ของสุกรระยะรุ่น และระยะขุนเท่ากับ 0.57 g Lysine/MJ DE และ 0.62 g Lysine/MJ DE สำหรับการสะสมโปรตีน ซึ่งในการศึกษานี้ในอาหารทดสอบสุกรระยะรุ่นสูตรควบคุม สูตร 2 และ 3 มีสัดส่วนของไลซีนที่ย่อยได้ต่อพลังงานที่ย่อยได้เท่ากับ 0.69, 0.59 และ 0.58 g Lysine/MJ DE ตามลำดับ และในอาหารทดสอบสุกรระยะขุนสูตรควบคุม สูตร 2 และ 3 มีสัดส่วนของไลซีนที่ย่อยได้ต่อพลังงานย่อยได้เท่ากับ 0.61, 0.56 และ 0.53 g Lysine/MJ DE ตามลำดับ ซึ่งอาหารสูตร 2 มีสัดส่วนของไลซีนที่ย่อยได้ต่อพลังงานที่ย่อยได้ใกล้เคียงกับรายงานของ Bikker *et al.* (1994) และอาหารทดสอบสูตร 3 มีสัดส่วนของไลซีนที่ย่อยได้ต่อพลังงานย่อยได้ต่ำกว่าที่รายงานไว้ ดังนั้นในการศึกษานี้สุกรที่ได้รับอาหารสูตร 2 จึงมีอัตราการเจริญเติบโต และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงที่ดีกว่าสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรอื่นๆ แต่ถ้าสุกรมีลักษณะทางพันธุกรรมของการสร้างเนื้อแดงสูง จะทำให้สัตว์มีความต้องการโปรตีนเพิ่มขึ้น ซึ่งความต้องการโปรตีนของสัตว์นอกจากขึ้นกับลักษณะทางพันธุกรรมแล้วยังขึ้นกับปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อสัดส่วนของไลซีนที่ย่อยได้ต่อพลังงานที่ย่อยได้ ได้แก่ น้ำหนักตัว เพศ สัดส่วนของกรดอะมิโน การย่อย และการใช้ประโยชน์ได้ของกรดอะมิโนในอาหาร และสภาพแวดล้อม เป็นต้น

ด้านคุณภาพซาก พบว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนระดับต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ดังแสดงในตาราง 21 แต่มีแนวโน้มว่าเมื่อลดระดับโปรตีนในอาหารลงความหนาของไขมันสันหลังจะเพิ่มขึ้น ซึ่งให้ผลที่คล้ายกับรายงานของ Go'mez *et al.* (2002) แต่สุกรที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมมีความหนาของไขมันสันหลังมากที่สุด และสุกรที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนระดับกลางมีความหนาของไขมันสันหลังน้อยที่สุด นอกจากนี้เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงของซากสุกรที่ได้รับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อาหารสูตร 2 หรืออาหารที่มีโปรตีนระดับกลางมีค่ามากที่สุด และสุกรที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนต่ำหรือสูตร 3 มีเปอร์เซ็นต์ซากน้อยที่สุด ซึ่งสุกรกลุ่มที่ได้รับโปรตีนต่ำสุด มีความหนาของไขมันสันหลังมากกว่าโปรตีนระดับกลางอาจเพราะ มีการสะสมของโปรตีนของร่างกายในช่วงขุนลดลง ทำให้มีการแบ่งพลังงานที่ใช้สำหรับการสะสมโปรตีนของร่างกายไปเป็นการสะสมไขมันของร่างกาย (body fat) แทน แต่เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และ Go'mez *et al.* (2002) ยังพบว่าอวัยวะภายในของสุกรที่ได้รับอาหารโปรตีนต่ำมีขนาดเล็กลง แสดงว่าสุกรที่ได้รับอาหารโปรตีนต่ำต้องการพลังงานใช้สำหรับดำรงชีพ และการสลายกรดอะมิโนที่มากเกินลดลง ดังนั้นจึงมีพลังงานที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ในร่างกายเหลือสำหรับมาสะสมไขมันในร่างกายมากขึ้น นอกจากนี้อาหารที่มีสัดส่วนของไลซีนต่อพลังงานที่ย่อยได้ลดลงจะทำให้การเจริญเติบโต และการสะสมโปรตีนลดลง และทำให้มีการสะสมไขมันเพิ่มขึ้น (Bikker *et al.*, 1994)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved