บทที่ 5

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 การเตรียมสูตรอาหาร

การประเมินองค์ประกอบของโภชนะในวัตถุดิบอาหารสัตว์

เมื่อนำวัตถุดิบอาหารสัตว์มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีตามวิธีของ AOAC (1990) รวมทั้งแคลเซี่ยม และ ฟอสฟอรัส แล้วนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูล NRC (1998) ได้ผลดังตารางที่ 12 พบว่าแป้งมันสำปะหลัง จากตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองปริมาณโภชนะที่ตรวจวิเคราะห์ได้มีค่าน้อยกว่าข้อมูลที่มาจาก NRC (1998) เนื่องจากค่าที่ได้จากตาราง NRC เป็นค่าวิเคราะห์ที่ได้จากมันอัดเม็ดยังไม่บริสุทธิ์เท่ากับมันสำปะหลังที่อยู่ในรูปของแป้ง ซึ่งใช้ในการศึกษาทดลอง ส่วนข้าวโพดและรำข้าวเห็นได้ว่า ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์และข้อมูลจาก NRC (1998) มีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งข้อมูลวิเคราะห์ที่ได้ยังใกล้เคียงกับพันทิพา (2539) รำข้าวที่นำมาใช้มีปริมาณโปรตีน 11.94 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าตารางองค์ประกอบทางเคมีของ NRC (1998) และกากถั่วเหลืองที่ใช้ในงานทดลองมีระดับโปรตีนสูงกว่า NRC คือ 49.47 และ 47.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนรำข้าวมีเยื่อใยในระดับปกติคือไม่เกิน 13 เปอร์เซ็นต์ แต่ในข้าวโพด กากถั่วเหลือง และกากทานตะวัน ที่ใช้ในงานทดลองเปรียบเทียบกับระดับเยื่อใยในตารางองค์ประกอบทางเคมีของ NRC (1998) พบว่า วัตถุดิบที่ใช้มีเปอร์เซ็นต์เยื่อใยสูงกว่า คือ 3.31 เปรียบเทียบกับ 2.80 ในข้าวโพด 6.34 เปรียบเทียบกับ 5.40 ในกากถั่วเหลือง และ 25.06 เปรียบเทียบกับ 18.40 ในกากทานตะวัน ซึ่งในกากทานตะวันมีเปอร์เซ็นต์เยื่อใยสูงมาก ปริมาณโปรตีนหยาบในกากทานตะวัน NRC (1998) รายงานว่ามี 42.2 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าวันดี (2544) มีค่า 35-40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งระดับโปรตีนในวัตถุดิบที่ใช้ในการทดสอบมีอยู่น้อยอาจเนื่องมาจากปริมาณเปลือกที่ปนมามากจนสามารถมองด้วยตาเปล่าได้ อีกทั้งในการศึกษาทดลองได้นำตัวอย่างวัตถุดิบกากทานตะวันบดผ่านตะแกรงที่มีรูวงกลมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 3 มม. ตัวอย่างวัตถุดิบที่ได้จึงยังมีบางส่วนมีลักษณะที่เป็นรูปลิ่มสามเหลี่ยมแบบแหลมอยู่ และเมื่อทำการผสมอาหารแล้ว พบว่าอาหารทดสอบกากทานตะวันมีความฟ่ามของอาหารที่เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารทดสอบอื่นๆ คือ อาหารทดสอบข้าวโพด รำข้าว และกากถั่วเหลือง อาจทำให้อัตราการไหลผ่านของอาหารในทางเดินอาหารของสัตว์ทดลองเร็วขึ้น ซึ่งอาจส่งผลต่อการย่อยได้ในอาหารทดสอบทำให้มีค่าต่ำลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.2 การศึกษาผลของเอนไซม์ไฟเตสต่อการย่อยได้ของฟอสฟอรัสในอาหารทดสอบชนิดต่างๆ

การศึกษาทดลองได้แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 ศึกษาในอาหารทดสอบแป้งมันสำปะหลัง ข้าวโพด และรำข้าว ทำการศึกษา ณ. ฟาร์มสุกร คณะวิชาสัตวศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพิษณุโลก สำหรับการทดลองที่ 2 ศึกษาในอาหารทดสอบกากถั่วเหลืองและกากทานตะวัน ทำการศึกษา ณ. ฟาร์มสุกร ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

5.2.1 การศึกษาผลของเอนไซม์ไฟเตสต่อการย่อยได้ของฟอสฟอรัสในอาหารทดสอบแหล่งพลังงาน

ในอาหารทดสอบแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งศึกษาอิทธิพลของแป้งมันสำปะหลังต่อการขับออกของ เอนโดจีนัส ซับแสตน (endogenous substance) จากการวิเคราะห์ตัวอย่างอาหารมีวัตถุแห้ง 87.29 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบ 0.08 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 0.45 เปอร์เซ็นต์ และฟอสฟอรัส 0.09 เปอร์เซ็นต์ พบว่า โปรตีนหยาบมีระดับต่ำกว่ารายงานของ ปริญญา (2540) คือ 0.59 เปอร์เซ็นต์ จากตารางที่ 15 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนหยาบในอาหารทดสอบแป้งมันสำปะหลังที่ไม่เสริมและเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 500, 1,000 และ 1,500 หน่วยต่อกก.อาหาร มีค่า –3,008.8, -2,766.8, -2,184.5 และ –2,189.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเห็นแนวโน้มว่า ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนหยาบในอาหารทดสอบแป้งมันสำปะหลังที่เสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 1,000 และ 1,500 หน่วยต่อกก.อาหาร มีค่าติดลบน้อยกว่ากลุ่มอาหารทดสอบแป้งมันสำปะหลังที่ไม่เสริมและเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 500 หน่วยต่อกก.อาหาร อาจมีเหตุผล 2 ประการ คือ เหตุผลที่ 1 เอนไซม์ไฟเตสอาจช่วยย่อยสลายไฟเตทที่มีคุณสมบัติเป็นตัวเลทจับกับโปรตีนในวัตถุดิบอาหารสัตว์ (De Rham and Jost, 1979. ; Anderson, 1985. และ Ravindran, 1995.) ทำให้ได้รับโปรตีนสูงขึ้น และเหตุผลที่ 2. การได้รับอาหารทดสอบแป้งมันสำปะหลัง(วัตถุแห้ง) เพิ่มขึ้นอาจทำให้การขับออกของเอนโดจีนัส ซับแสตนน้อยลง สอดคล้องกับ Furuya and Kaji (1992) ที่ทำการศึกษาในสุกรโดยให้อาหารสูตรปราศจากโปรตีนในระดับ 0.8, 1.2 และ 1.6 กิโลกรัม/วัน พบว่า การเพิ่มปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้มากขึ้นจะลดการขับเอนโดจีนัส ซับแสตน ออกมาน้อยลงอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของฟอสฟอรัสและแคลเซี่ยมในอาหารทดสอบแป้งมันสำปะหลัง มีค่า 36.9, 45.4, 53.4 และ 54.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับฟอสฟอรัส และ 58.2, 48.7, 18.1 และ 30.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับแคลเซี่ยม ซึ่งมีความสัมพันธ์กันแบบผกผันคือ เห็นได้จากค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของฟอสฟอรัสในอาหารทดสอบแป้งมันสำปะหลังที่เสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 1,000 และ 1,500 หน่วยต่อกก.อาหาร มีค่าสูงขึ้นจาก 36.9 เปอร์เซ็นต์ เป็น 53.4 และ 54.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่เสริมเอนไซม์ไฟเตส และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของแคลเซียม มีค่าลดลงจาก 58.2 เปอร์เซ็นต์ เป็น 18.1 และ30.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่เสริมเอนไซม์ไฟเตส ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของ Ashmed and Zunino (1993) ที่ว่า ปฏิกิริยาร่วมระหว่างแร่ธาตุ 2 ชนิด คือ ฟอสฟอรัสและแคลเซียมจะมีการดูดซึมแบบแก่งแย่งแข่งขัน โดยฟอสฟอรัสมีความสามารถถูกดูดซึมได้ดีกว่าแคลเซียม ฉะนั้นถ้าในอาหารมีสัดส่วนของแคลเซี่ยมที่สูงกว่าฟอสฟอรัสก็จะทำให้สัตว์ไม่เกิดอาการขาดแคลเซี่ยมได้ ซึ่งการเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 500 หน่วยต่อกก.อาหาร จะมีสมดุลของการย่อยได้ของฟอสฟอรัสและแคลเซียมดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 15

ในอาหารทดสอบข้าวโพดและรำข้าวที่ไม่เสริมและเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 500, 1,000 และ 1,500 หน่วยต่อกก.อาหาร ใช้โปรตีนหลักคือ กากถั่วเหลือง โดยอาหารทดสอบทั้ง 2 ชนิด จะปรับให้มีโปรตีนหยาบ 16 เปอร์เซ็นต์ และให้มีพลังงานเมทาบอไลซ์อยู่ในระดับ 3,400-3,500 กิโลแคลอรี่/กก.อาหาร ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของสุกรระยะรุ่นน้ำหนักตัว 30-40 กก. แต่มีระดับเยื่อใยในอาหารในระดับที่ต่างกันคือ 3.80 และ 4.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีสัดส่วนของแคลเซียมต่อฟอสฟอรัสในอัตราส่วนโดยประมาณ 1:1 อีกทั้งยังมีสัดส่วนของฟอสฟอรัสที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ต่อฟอสฟอรัสรวมในอัตราส่วนโดยประมาณ 1:3 ซึ่งถือว่าค่อนข้างจะใกล้เคียงกันมากดังแสดงในตารางที่ 8 และ 9 เมื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะต่างๆ ในอาหารทดสอบทั้ง 2 ชนิดจากตารางที่ 16 และ 17 โดยเฉพาะค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนในอาหารทดสอบข้าวโพดมีค่า 96.0, 94.5, 94.9 และ 96.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ ในอาหารรำข้าวมีค่า 91.8, 88.2, 90.2 และ 89.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่า กลุ่มอาหารทดสอบรำข้าวมีค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนต่ำกว่ากลุ่มอาหารทดสอบข้าวโพดพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) สอดคล้องกับพันทิพา (2539) รายงานว่า ในอาหารสุกรที่มีการใช้รำข้าวในอัตรา 30 เปอร์เซ็นต์จะมีค่าเทียบเท่ากับการใช้ข้าวโพด ซึ่งในการศึกษาได้ลดสัดส่วนของรำข้าวลงและได้เพิ่มแป้งมันสำปะหลังเป็นแหล่งพลังงานทดแทน จะเห็นได้ว่า ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนมีค่าในระดับที่ใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับ Bruce and Sundstol (1996) กล่าวว่า เอนไซม์ไฟเตสจากจุลินทรีย์มีอิทธิพลที่จำกัดต่อการย่อยได้ของโภชนะ ซึ่ง Mroz *et al.* (1994) ก็กล่าวว่า เอนไซม์ไฟเตสจากจุลินทรีย์มีอิทธิพลต่อการย่อยได้ของโปรตีนที่อยู่ในรูปของสารประกอบที่มีโปรตีนเชื่อมต่อกับไฟเตท และสอดคล้องกับ Ketaren *et al.* (1993) ที่รายงานว่าพบอัตราการสะสมโปรตีนสูงขึ้น ดังในอาหารทดสอบรำข้าวที่เสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 1,500 หน่วยต่อกก.อาหาร มีค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีน 89.7 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเถ้าในอาหารทดสอบข้าวโพด มีค่า 79.2, 82.8, 97.0 และ 102.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในอาหารทดสอบรำข้าวมีค่า 66.2, 72.4, 77.1 และ 73.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของฟอสฟอรัสในอาหารทดสอบข้าวโพด มีค่า 89.7, 92.0, 94.3 และ 98.9

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในอาหารทดสอบรำข้าวมีค่า 58.8, 69.5, 74.7 และ 70.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของแคลเซี่ยมในอาหารทดสอบข้าวโพดมีค่า 68.4, 80.9, 83.3 และ 85.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในอาหารทดสอบรำข้าวมีค่า 57.6, 68.0, 73.1 และ 68.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใยในอาหารทดสอบข้าวโพดมีค่า 62.5, 58.8, 64.0 และ 62.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในอาหารทดสอบรำข้าวมีค่า 50.9, 58.1, 51.0 และ 46.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 16 และ 17 จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่า การย่อยได้ของเถ้ามีค่าสูงขึ้นเมื่อเสริมเอนไซม์ไฟเตสในระดับที่สูงขึ้นทั้งในอาหารทดสอบข้าวโพดและรำข้าว สอดคล้องกับข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของฟอสฟอรัสและแคลเซี่ยมที่มีค่าสูงขึ้นเมื่อเสริมเอนไซม์ไฟเตส โดยในอาหารทดสอบข้าวโพดการย่อยได้ของฟอสฟอรัสมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่แคลเซี่ยมเพิ่มขึ้นมากจนพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และมีค่าสูงกว่า Nasi *et al.* (1999) ที่รายงานค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของฟอสฟอรัสและแคลเซี่ยมในอาหารทดสอบข้าวโพด-กากถั่วเหลืองที่เสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 1,000 หน่วยต่อกก.อาหาร คือ 59.2 และ 60.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อาจเป็นเพราะส่วนประกอบของอาหารทดสอบข้าวโพดที่ใช้ในการทดลองมีแป้งมันสำปะหลังสูงจึงทำให้การดูดซึมโปรตีนและแร่ธาตุเพิ่มสูงตาม

5.2.2 การศึกษาผลของเอนไซม์ไฟเตสต่อการย่อยได้ของฟอสฟอรัสในอาหารทดสอบแหล่งโปรตีน

อาหารทดสอบกากถั่วเหลืองและกากทานตะวันที่ไม่เสริมและเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 500, 1,000 และ 1,500 หน่วยต่อกก.อาหาร ทำการศึกษาเปรียบเทียบแหล่งโปรตีนจาก 2 แหล่ง คือ กากถั่วเหลืองและกากทานตะวัน ในอาหารทดสอบกากถั่วเหลืองใช้กากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนหลัก และอาหารทดสอบกากทานตะวันใช้กากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนร่วมกับกากทานตะวัน โดยใช้กากทานตะวันทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลือง 50 เปอร์เซ็นต์ จะปรับให้มีโปรตีนหยาบ 16 เปอร์เซ็นต์ และให้มีพลังงานเมทาบอไลซ์อยู่ในระดับ 3,400-3,500 กิโลแคลอรี่/กก.อาหาร ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของสุกรระยะรุ่นน้ำหนักตัว 30-40 กก. แต่ในอาหารทดสอบกากทานตะวันมีค่าพลังงานเมทาบอไลซ์อยู่ในระดับ 3,262.45 กิโลแคลอรี่/กก.อาหาร เท่านั้นซึ่งน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารทดสอบชนิดอื่น และมีระดับยื่อใยในอาหารในระดับที่ต่างกันคือ 3.75 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารทดสอบกากถั่วเหลืองและ 7.03 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารทดสอบกากทานตะวัน มีสัดส่วนของแคลเซียมต่อฟอสฟอรัสในอัตราส่วนโดยประมาณ 1:1 มีสัดส่วนของฟอสฟอรัสที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ต่อฟอสฟอรัสรวมในอัตราส่วนโดยประมาณ 1:3 ในอาหารทดสอบกากถั่วเหลือง แต่ในกากทานตะวันมีสัดส่วนของฟอสฟอรัสที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ต่อฟอสฟอรัสรวมในอัตราส่วนโดยประมาณ 1:9 ซึ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ถือว่าค่อนข้างแตกต่างกันมากดังแสดงในตารางที่ 8 และ 9 เมื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะต่างๆ ในอาหารทดสอบทั้ง 2 ชนิดจากตารางที่ 18 และ 19 โดยค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนในอาหารทดสอบกากถั่วเหลืองมีค่า 93.0, 93.3, 92.3 และ 93.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในอาหารทดสอบกากทาตะวันมีค่า 85.8, 87.8 86.7 และ 86.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่า กลุ่มอาหารทดสอบกากถั่วเหลืองมีค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนสูงกว่ากลุ่มอาหารทดสอบกากทานตะวัน พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) อาจเป็นตามที่ วันดี (2544) รายงานว่า สำหรับสุกรระยะต่างๆ ได้แก่ รุ่น- ขุน สามารถใช้ได้ถึง 10 เปอร์เซ็นต์ และควรคำนึงถึงระดับไลซีนที่มีอยู่น้อยซึ่งต้องเสริมให้เพียงพอ สิ่งที่สำคัญคือระดับเยื่อใยในอาหารทดสอบกากทานตะวันสูงกว่าอาหารทดสอบชนิดอื่นๆมาก อาจทำให้กินอาหารได้น้อยลงหรือถ้าการกินอาหารมากขึ้นทำให้อัตราการไหลของอาหารเร็วขึ้นตาม จากการศึกษาในคอกทดลองพบว่าสัตว์ทดลองถ่ายมูลเป็นก้อนกลมๆ แข็ง แห้ง และมีปริมาณมาก มีสัตว์ทดลองบางตัวมีอาการส่วนของลำไส้ปรินออกมาในช่วงวันสุดท้ายของการทดลอง แต่ก็ยังมีการเจริญเติบโตเป็นปกติอยู่เมื่อเปลี่ยนอาหารชนิดอื่นให้กิน ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเถ้าในอาหารทดสอบกากถั่วเหลืองมีค่า 84.0, 88.8, 95.6 และ 96.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในอาหารทดสอบกากทานตะวันมีค่า 63.6, 71.6, 79.8 และ 77.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของฟอสฟอรัสในอาหารทดสอบกากถั่วเหลืองมีค่า 74.2, 85.1, 86.5 และ 89.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในอาหารทดสอบกากทาตะวันมีค่า 59.8, 72.6, 72.9 และ 76.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของแคลเซี่ยมในอาหารทดสอบกากถั่วเหลืองมีค่า 67.1, 76.1, 73.3 และ 76.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในอาหารทดสอบกากทาตะวันมีค่า 49.7, 61.6, 60.8 และ 59.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใยในอาหารทดสอบกากถั่วเหลืองมีค่า 63.0, 73.6, 60.1 และ 94.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในอาหารทดสอบกากทาตะวันมีค่า 23.3, 34.6, 30.2 และ 26.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของฟอสฟอรัสในอาหารทดสอบกากถั่วเหลืองมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 500, 1,000 และ 1,500 หน่วยต่อกก.อาหาร โดยการเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 1,500 หน่วยต่อกก.อาหาร มีค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้สูงสุด คือ 89.6 เปอร์เซ็นต์ เป็นที่น่าสังเกตุว่าการขับถ่ายของสัตว์ทดลองมีอัตราที่ช้ามาก สอดคล้องกับข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใยในอาหารทดสอบกากถั่วเหลืองที่เสริมเอนไซม์ไฟเตสระดับ 1,500 หน่วยต่อกก.อาหาร มีค่า 94.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่ง Champagne (1988) และ พันทิพา (2539) รายงานว่าการที่เยื่อใยตกค้างในทางเดินอาหารมากจะเกิดขบวนการ chelation ระหว่างแร่ธาตุกับพวก polysaccharides ทำให้การดูดซึมแร่ธาตุลดลง จะเห็นได้ชัดจากค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของฟอสฟอรัสในอาหารทดสอบกากทานตะวันมีค่าต่ำกว่าในอาหารทดสอบกากถั่วเหลือง เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใยมีค่าต่ำมากสอดคล้องกับรายงานข้างต้น และสัดส่วนของฟอสฟอรัสที่สามารถใช้ประโยชน์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ได้ต่อฟอสฟอรัสรวมในอาหารทดสอบกากทานตะวันมีค่าค่อนข้างต่ำดังที่ได้กล่าวมาแล้ว แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าส่วนต่างระหว่างกลุ่มที่เสริมเอนไซม์ไฟเตสกับกลุ่มที่ไม่เสริมในอาหารทดสอบกากทานตะวันมีค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของฟอสฟอรัสที่สูงกว่ากลุ่มอาหารทดสอบกากถั่วเหลือง ซึ่งบ่งบอกถึงศักยภาพของเอนไซม์ไฟเตสที่ใช้มีค่าสูงมาก แต่การเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับสูงขึ้นย่อมส่งผลต่อราคาต้นทุนค่าอาหาร ในรายงานของ Sands *et al.* (2001) ได้ศึกษาถึงการใช้ข้าวโพดสายพันธุ์ที่มีสัดส่วนของฟอสฟอรัสที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ต่อฟอสฟอรัสรวมสูง และเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 600 หน่วยต่อกก.อาหาร พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของฟอสฟอรัสมีค่าสูงขึ้นจาก 38.65 เป็น 58.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวโพดสายปกติที่ไม่เสริมเอนไซม์ไฟเตส ซึ่งน่าจะนำมาประยุกต์ใช้กับวัตถุดิบกากทานตะวัน โดยการปรับปรุงสายพันธุ์ให้มีเยื่อใยต่ำลงและมีปริมาณฟอสฟอรัสที่สามารถใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น

5.3 การศึกษาผลของเอนไซม์ไฟเตสต่อการย่อยได้ของฟอสฟอรัสในวัตถุดิบชนิดต่างๆ

ในการศึกษาผลของเอนไซม์ไฟเตสต่อการย่อยได้ของฟอสฟอรัสในวัตถุดิบชนิดต่างๆ สามารถศึกษาได้จากสมการการศึกษาผลของการย่อยได้ในวัตถุดิบชนิดต่างๆ โดยวิธีเทียบสัดส่วนดัดแปลงจาก Tartrakoon (2000) ดังแสดงในสมการที่ 5-8 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของฟอสฟอรัสที่ไม่เสริมและเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 500, 1,000, 1,500 หน่วยต่อกก.อาหาร ในวัตถุดิบแป้งมันสำปะหลังมีค่า 36.9, 45.4, 53.4 และ 54.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวัตถุดิบข้าวโพดมีค่า 34.4, 35.1, 35.8 และ 37.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวัตถุดิบรำข้าวมีค่า 43.1, 51.1, 54.7 และ 51.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวัตถุดิบกากถั่วเหลืองมีค่า 25.8, 29.6, 30.1 และ 31.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในวัตถุดิบกากทานตะวันมีค่า 28.1, 34.1, 33.8 และ 35.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขัดแย้งกับ Jongbloed (1987) ที่รายงานเปอร์เซ็นต์การดูดซึมฟอสฟอรัสในวัตถุดิบอาหารข้าวโพด รำข้าว และกากถั่วเหลือง มีค่า 18 $\pm$ 9, 25 และ 26 $\pm$ 9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในวัตถุดิบที่ไม่เสริมเอนไซม์ไฟเตส เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มข้อมูลจากการศึกษาทดลอง พบว่า ข้าวโพด และรำข้าว มีค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของฟอสฟอรัสที่สูงกว่า ยกเว้นกากถั่วเหลืองที่มีค่าอยู่ในช่วงเดียวกันแต่ขัดแย้งกับ CVB (1999) ที่รายงานค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของฟอสฟอรัสในกากถั่วเหลืองและกากทานตะวัน คือ 40 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากตารางที่ 13 Eeckhout and de Paepe (1993) รายงานค่าความสามารถในการทำงานของเอนไซม์ไฟเตสในวัตถุดิบแป้งมันสำปะหลัง ข้าวโพด และรำข้าว คือ 9, 15 และ 122 หน่วย/กก. ตามลำดับ อาจเป็นไปได้ที่ปริมาณเอนไซม์ไฟเตสในวัตถุดิบรำข้าวจะช่วยส่งเสริมการย่อยสลายไฟเตทในอาหารทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของฟอสฟอรัสสูงกว่ารายงานของ Jongbloed (1987) ส่วนวัตถุดิบข้าวโพดมีปริมาณเอนไซม์ไฟเตสมากในระดับหนึ่ง แต่ที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำคัญในข้าวโพดที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ส่วนใหญ่มีเยื่อใยต่ำและมีสัดส่วนของฟอสฟอรัสที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ต่อฟอสฟอรัสรวมค่อนข้างสูง อาจช่วยให้ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของฟอสฟอรัสสูง รวมถึงการมีแหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่สูงจะช่วยเพิ่มการดูดซึมแร่ธาตุ สอดคล้องกับ Kelly *et al.* (1984) และ Knowles *et al.* (1988) ใช้ glucose polymer ศึกษาร่วมกับแคลเซี่ยมที่ฉาบด้วยรังสี พบว่า การดูดซึมแคลเซียมจะเพิ่มขึ้นได้ 1.5-5 เท่า ในมนุษย์ และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของฟอสฟอรัสในวัตถุดิบกากทานตะวันมีค่าสูงกว่าที่ CVB (1999) รายงานไว้ อาจมีเหตุผลที่สอดคล้องกับวัตถุดิบข้าวโพด

5.4 การศึกษาผลของเอนไซม์ไฟเตสต่อปริมาณไนโตรเจนในสิ่งขับถ่ายของสุกรเฉลี่ยต่อวัน

ปริมาณไนโตรเจนในสิ่งขับถ่ายของสุกรจากอาหารทดสอบ 8 ชนิด ดังแสดงในตารางที่ 24 คือ อาหารทดสอบข้าวโพดและรำข้าวที่ไม่เสริมและเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 500, 1,000 และ 1,500 หน่วยต่อกก.อาหาร ซึ่งมีการปรับความสมดุลของระดับโปรตีนในอาหารเป็น 16 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกมากับมูลเฉลี่ยต่อวันจากสุกรที่ได้รับอาหารทดสอบข้าวโพด คือ 3.12, 3.45, 3.69 และ 3.47 กรัมต่อวัน ตามลำดับ และในอาหารทดสอบรำข้าวเท่ากับ 4.22, 5.83, 5.36 และ 5.56 กรัมต่อวัน ตามลำดับ สำหรับปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกมากับปัสสาวะเฉลี่ยต่อวันจากสุกรที่ได้รับอาหารทดสอบข้าวโพด คือ 4.52, 6.15, 6.18 และ 5.54 กรัมต่อวัน ตามลำดับ และในอาหารทดสอบรำข้าวเท่ากับ 6.54, 5.93, 7.33 และ 7.08 กรัมต่อวัน ตามลำดับ และพบว่าปริมาณไนโตรเจนในสิ่งขับถ่ายรวมจากมูลและปัสสาวะเฉลี่ยต่อวันจากสุกรที่ได้รับอาหารทดสอบข้าวโพด คือ 7.64, 9.60, 9.87 และ 9.01 กรัมต่อวัน ตามลำดับ และในอาหารทดสอบรำข้าวเท่ากับ 10.76, 11.76, 12.69 และ 12.63 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งอาหารทดสอบรำข้าวที่เสริมเอนไซม์ไฟเตส 500 หน่วย/กก.อาหาร มีปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกมากับมูลมากที่สุด คือ 5.83 กรัมต่อวัน เป็นที่น่าสังเกตุว่าทั้งอาหารทดสอบข้าวโพดและรำข้าวที่ได้รับการเสริมเอนไซม์ไฟเตสจะมีการขับไนโตรเจนออกมาทางมูล ($P<0.05$) ปัสสาวะ และสิ่งขับถ่ายรวม มากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมเอนไซม์ไฟเตส ซึ่งมีความขัดแย้งกับข้อมูล Nasi *et al.* (1999) รายงานถึงปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกมาทางมูลเมื่อเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 1,100 หน่วยต่อกก.อาหาร คือ 7.0 กรัมต่อวัน และขับออกมาทางปัสสาวะเมื่อเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 1,100 หน่วยต่อกก.อาหาร คือ 20.9 กรัมต่อวัน ซึ่งเมื่อตรวจเช็คถึงปริมาณอาหารที่กิน (วัตถุแห้ง) ของกลุ่มที่เสริมเอนไซม์ไฟเตสทั้งในอาหารทดสอบข้าวโพดและรำข้าว พบว่า มีปริมาณอาหารที่กิน (วัตถุแห้ง) มากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมเอนไซม์ไฟเตสทั้งในอาหารทดสอบข้าวโพดและรำข้าว สอดคล้องกับข้อคิดเห็นของ ปริญญา (2540) และ Misir and Sauer (1982) การหลงเหลือของปริมาณโภชนะที่เป็นแหล่งพลังงานเช่น แป้ง และไขมัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มีอิทธิพลต่อการย่อยสลายและสังเคราะห์โปรตีนหรือกรดอะมิโนเพิ่มขึ้น ดังที่ Misir and Sauer (1982) ได้ทดลองฉีดสารละลายน้ำแป้งข้าวโพดเข้าทางลำไส้ใหญ่ในสุกรที่ได้รับการผ่าตัดใส่ท่อเก็บตัวอย่าง และสัตว์ทดลองยังคงได้รับอาหารที่ประกอบด้วยเนื้อและกระดูกป่น (meat and bone meal) และกากถั่วเหลือง พบว่า หลังจากการฉีดสารละลายน้ำแป้งข้าวโพดเข้าสู่ลำไส้ใหญ่แล้ว มีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกมาทางมูลเพิ่มสูงขึ้น ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกมากับปัสสาวะลดลง และการย่อยได้ของโปรตีนจากเนื้อและกระดูกป่นลดลงจาก 73.9 เหลือ 69.1 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรกากถั่วเหลืองลดลงจาก 73.9 เหลือ 69.1 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณไนโตรเจนในสิ่งขับถ่ายของสุกรจากอาหารทดสอบ 8 ชนิด ดังแสดงในตารางที่ 25 คือ อาหารทดสอบกากถั่วเหลืองและกากทานตะวันที่ไม่เสริมและเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 500, 1,000 และ 1,500 หน่วยต่อกก.อาหาร ซึ่งมีการปรับความสมดุลของระดับโปรตีนในอาหารเป็น 16 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกมากับมูลเฉลี่ยต่อวันจากสุกรที่ได้รับอาหารทดสอบกากถั่วเหลือง คือ 2.31, 2.15, 2.63 และ 2.64 กรัมต่อวัน ตามลำดับ และในอาหารทดสอบกากทานตะวันเท่ากับ 4.28, 3.86, 4.47 และ 5.02 กรัมต่อวัน ตามลำดับ สำหรับปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกมากับปัสสาวะเฉลี่ยต่อวันจากสุกรที่ได้รับอาหารทดสอบกากถั่วเหลืองคือ 13.70, 6.46, 9.10 และ 8.26 กรัมต่อวัน ตามลำดับ และในอาหารทดสอบกากทานตะวันเท่ากับ 4.62, 8.08, 5.30 และ 18.23 กรัมต่อวัน ตามลำดับ และพบว่าปริมาณไนโตรเจนในสิ่งขับถ่ายรวมจากมูลและปัสสาวะเฉลี่ยต่อวันจากสุกรที่ได้รับอาหารทดสอบกากถั่วเหลืองคือ 16.01, 8.60, 11.73 และ 10.90 กรัมต่อวัน ตามลำดับ และในอาหารทดสอบกากทานตะวันเท่ากับ 8.90, 11.95, 9.77 และ 23.25 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งจากข้อมูลในอาหารทดสอบกากถั่วเหลืองและกากทานตะวันมีลักษณะแนวโน้มเป็นเช่นเดียวกับอาหารทดสอบข้าวโพดและรำข้าว

5.5 การศึกษาผลของเอนไซม์ไฟเตสต่อปริมาณฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายของสุกรเฉลี่ยต่อวัน

ปริมาณฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายของสุกรจากอาหารทดสอบ 8 ชนิด ดังแสดงในตารางที่ 26 คือ อาหารทดสอบข้าวโพดและรำข้าวที่ไม่เสริมและเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 500, 1,000 และ 1,500 หน่วยต่อกก.อาหาร มีปริมาณฟอสฟอรัสที่ขับออกมากับมูลเฉลี่ยต่อวันจากสุกรที่ได้รับอาหารทดสอบข้าวโพดคือ 5.28, 4.70, 4.42 และ 3.51 กรัมต่อวัน ตามลำดับ และในอาหารทดสอบรำข้าวเท่ากับ 20.90 18.16, 15.63 และ 17.32 กรัมต่อวัน ตามลำดับ สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่ขับออกมากับปัสสาวะเฉลี่ยต่อวันจากสุกรที่ได้รับอาหารทดสอบข้าวโพดคือ 0.022, 0.020, 0.040 และ 0.020 และในอาหารทดสอบรำข้าวเท่ากับ 0.085, 0.025, 0.045 และ 0.035 กรัมต่อวัน ตามลำดับ และพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายรวมจากมูลและปัสสาวะเฉลี่ยต่อวันจากสุกรที่ได้รับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อาหารทดสอบข้าวโพดคือ 5.31, 4.72, 4.46 และ 3.53 กรัมต่อวัน ตามลำดับ และในอาหารทดสอบรำข้าวเท่ากับ 20.98, 18.18, 15.68 และ 17.68 กรัมต่อวัน ตามลำดับ โดยพบว่า อาหารทดสอบข้าวโพดที่ไม่เสริมเอนไซม์ไฟเตสมีปริมาณฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายรวมประมาณ 5.3 กรัมต่อวัน ซึ่งการเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 1,500 หน่วยต่อกก.อาหารทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายรวมมีค่าต่ำที่สุด คือ 3.5 กรัมต่อวัน โดยการเสริมเอนไซม์ไฟเตสในระดับนี้จะช่วยการขับฟอสฟอรัสออกในสิ่งขับถ่ายรวมสูงถึง 33.5 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายรวมที่เกิดจากอาหารทดสอบรำข้าว พบว่า อาหารทดสอบรำข้าวที่ไม่เสริมเอนไซม์ไฟเตสมีปริมาณฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายรวมประมาณ 21.0 กรัมต่อวัน และพบว่าเมื่อเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 1,000 หน่วยต่อกก.อาหารทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายรวมมีค่าต่ำที่สุด คือ 15.7 กรัมต่อวัน ซึ่งสามารถลดการขับฟอสฟอรัสออกในสิ่งขับถ่ายรวมสูงถึง 25.3 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายรวม พบว่า ในวัตถุดิบข้าวโพดจะขับฟอสฟอสรัสออกมาในสิ่งขับถ่ายรวมน้อยกว่าวัตถุดิบรำข้าว พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ปริมาณฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายของสุกรจากอาหารทดสอบ 8 ชนิด คือ อาหารทดสอบกากถั่วเหลืองและกากทานตะวันที่ไม่เสริมและเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 500, 1,000 และ 1,500 หน่วยต่อกิโลกรัมอาหาร มีปริมาณฟอสฟอรัสที่ขับออกมากับมูลเฉลี่ยต่อวันจากสุกรที่ได้รับอาหารทดสอบกากถั่วเหลืองคือ 8.29, 5.45, 6.25 และ 5.91 กรัมต่อวัน ตามลำดับ และในอาหารทดสอบกากทานตะวัน 14.11, 10.22, 11.72 และ 11.59 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่ขับออกมากับปัสสาวะเฉลี่ยต่อวันจากสุกรที่ได้รับอาหารทดสอบกากถั่วเหลืองคือ 0.16, 0.14, 0.25 และ 0.17 กรัมต่อวัน ตามลำดับ และในอาหารทดสอบกากทานตะวัน 0.07, 0.13, 0.11 และ 0.24 กรัมต่อวัน ตามลำดับ และปริมาณฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายรวมจากมูลและปัสสาวะเฉลี่ยต่อวันจากสุกรที่ได้รับอาหารทดสอบกากถั่วเหลืองคือ 8.44, 5.60, 6.50 และ 6.08 และในอาหารทดสอบกากทานตะวัน 14.18, 10.35, 11.83 และ 11.84 กรัมต่อวัน ตามลำดับ พบว่าในอาหารทดสอบกากถั่วเหลืองที่ไม่เสริมเอนไซม์ไฟเตสมีปริมาณฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายรวมประมาณ 8.4 กรัมต่อวัน เมื่อเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 500 หน่วยต่อกก.อาหารทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายรวมมีค่าต่ำที่สุด คือ 5.6 กรัมต่อวัน โดยการเสริมเอนไซม์ไฟเตสในระดับนี้จะช่วยการขับฟอสฟอรัสออกในสิ่งขับถ่ายรวมสูงถึง 33.65 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายรวมที่เกิดจากอาหารทดสอบกากทานตะวัน พบว่า อาหารทดสอบกากทานตะวันที่ไม่เสริมเอนไซม์ไฟเตสมีปริมาณฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายรวมประมาณ 14.2 กรัมต่อวัน และพบว่าเมื่อเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 500 หน่วยต่อกก.อาหารทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายรวมมีค่าต่ำที่สุด คือ 10.4 กรัมต่อวัน ซึ่งสามารถลดการขับฟอสฟอรัสออกในสิ่งขับถ่ายรวมสูงถึง 27.0 เปอร์เซ็นต์ เมื่อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายรวม พบว่า ในวัตถุดิบกากถั่วเหลืองจะขับฟอสฟอรัสออกมาในสิ่งขับถ่ายรวมน้อยกว่าวัตถุดิบรำข้าว พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) จากการศึกษาปริมาณฟอสฟอรัสที่ขับออกมาทางมูล พบว่า การเสริมเอนไซม์ไฟเตสสามารถลดฟอสฟอรัสในมูลและสามารถเพิ่มการย่อยได้ของฟอสฟอรัสในอาหาร (Simon *et al.*, 1990.; Cromwell *et al.*, 1993. ; Jongbloed et al., 1997. ; Kemme *et al.*, 1999. ; Sands *et al.*, 2001.) ซึ่งในอาหารทดสอบข้าวโพด รำข้าว กากถั่วเหลือง และ กากทานตะวัน พบแนวโน้มในกลุ่มที่เสริมเอนไซม์ไฟเตสจะมีปริมาณฟอสฟอรัสในมูลลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่เสริมเอนไซม์ไฟเตส แต่ปริมาณฟอสฟอรัสที่พบในมูลมีค่าสูงกว่าข้อมูลของ Helander *et al.* (1996) และ Nasi *et al.* (1999) แต่ในส่วนของฟอสฟอรัสที่ขับออกมาทางปัสสาวะจากอาหารทดสอบข้าวโพดและรำข้าวมีปริมาณที่ขับออกมาใกล้เคียงกันกับข้อมูลของ Helander *et al.* (1996) ที่รายงานปริมาณฟอสฟอรัสที่ขับออกทางปัสสาวะในอาหารทดสอบที่มีการใช้ถั่วลันเตา 25 เปอร์เซ็นต์ในอาหารที่ไม่เสริมอนินทรีย์ฟอสฟอรัสซึ่งไม่เสริมและเสริมเอนไซม์ไฟเตสมีค่า 0.023 และ 0.035 กรัมต่อวัน ส่วนของฟอสฟอรัสที่ขับออกมาทางปัสสาวะจากอาหารทดสอบกากถั่วเหลืองและกากทานตะวันมีปริมาณที่ขับออกมาสูงกว่า Helander *et al.* (1996) และ Nasi *et al.* (1999) แต่ใกล้เคียงกับข้อมูลของ Sands *et al.* (2001) ดังนั้นจากผลการทดลองนี้ ชี้ให้เห็นได้ว่า การเสริมเอนไซม์ไฟเตสช่วยให้การใช้ประโยชน์ได้ของฟอสฟอรัสเพิ่มมากขึ้น และลดการขับฟอสฟอรัสออกมากับสิ่งขับถ่ายให้น้อยลง ซึ่งเป็นการช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของฟอสฟอรัสในอาหารทดสอบที่เป็นแหล่งพลังงาน ได้แก่ ข้าวโพด และรำข้าว และในอาหารทดสอบที่เป็นแหล่งโปรตีน ได้แก่ กากถั่วเหลือง และกากทานตะวัน ซึ่งในอาหารทดสอบแต่ละชนิดที่ไม่เสริมและเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 500, 1,000 และ 1,500 หน่วยต่อกก.อาหาร พบว่า

1. วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งพลังงาน คือ ข้าวโพด และรำข้าว ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของฟอสฟอรัสในข้าวโพดมีค่า 34.4, 35.1, 35.8 และ 37.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของฟอสฟอรัสในรำข้าวมีค่า 43.1, 51.1, 54.7 และ 51.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่า ทั้งในข้าวโพดและรำข้าว มีค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของฟอสฟอรัสเปรียบเทียบกันระหว่างกลุ่มที่ไม่เสริมและเสริมเอนไซม์ไฟเตสในวัตถุดิบแต่ละชนิด พบความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) แต่สังเกตุเห็นแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของฟอสฟอรัสในรำข้าว เมื่อเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 1,000 หน่วยต่อกก.อาหาร

2. วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งโปรตีน คือ กากถั่วเหลืองและกากทานตะวัน ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของฟอสฟอรัสในกากถั่วเหลือง มีค่า 25.8, 29.6, 30.1 และ 31.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของฟอสฟอรัสระหว่างกลุ่มที่ไม่เสริมและเสริมเอนไซม์ไฟเตส และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้สูงสุด คือ 31.2 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 1,500 หน่วยต่อกก.อาหาร และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของฟอสฟอรัสในกากทานตะวันมีค่า 28.1, 34.1, 33.8 และ 35.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของฟอสฟอรัสระหว่างกลุ่มที่ไม่เสริมและเสริมเอนไซม์ไฟเตส พบว่ามีแนวโน้มของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของฟอสฟอรัสสูงสุด คือ 35.6 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 1,500 หน่วยต่อกก.อาหาร

3. ปริมาณฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายรวมที่เกิดจากอาหารทดสอบข้าวโพดและรำข้าว พบว่าในอาหารทดสอบข้าวโพดที่เสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 1,500 หน่วยต่อกก.อาหาร จะทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายรวมมีค่าต่ำที่สุด ช่วยลดการขับฟอสฟอรัสออกมาในสิ่งขับถ่ายรวมสูงถึง 33.5 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายรวมที่เกิดจากอาหารทดสอบ รำข้าว เมื่อเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 1,000 หน่วยต่อกก.อาหาร ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายรวมมีค่าต่ำที่สุด ซึ่งสามารถลดการขับฟอสฟอรัสออกมาในสิ่งขับถ่ายรวม 25.3 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายรวม พบว่า ในวัตถุดิบข้าวโพด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขับฟอสฟอสรัสออกมาในสิ่งขับถ่ายรวมน้อยกว่าวัตถุดิบรำข้าว พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

4. ปริมาณฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายรวมที่เกิดจากอาหารทดสอบกากถั่วเหลืองและกากทานตะวัน พบว่าในอาหารทดสอบกากถั่วเหลืองเมื่อเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 500 หน่วยต่อกก.อาหาร ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายรวมมีค่าต่ำที่สุด ช่วยลดการขับฟอสฟอรัสออกมาในสิ่งขับถ่ายรวม 33.65 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายรวมที่เกิดจากอาหารทดสอบกากทานตะวัน พบว่า การเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 500 หน่วยต่อกก.อาหาร ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายรวมมีค่าต่ำที่สุด โดยสามารถลดการขับฟอสฟอรัสออกมาในสิ่งขับถ่ายรวมสูงถึง 27.0 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสในสิ่งขับถ่ายรวม พบว่าในวัตถุดิบกากถั่วเหลืองขับฟอสฟอรัสออกมาในสิ่งขับถ่ายรวมน้อยกว่าวัตถุดิบรำข้าว พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการศึกษาทดลอง

ในปัจจุบันการนำเข้าเอนไซม์หลายชนิดเพื่อนำมาใช้ผสมในอาหารสัตว์มีแนวโน้มปริมาณที่สูงขึ้นคิดเป็นเงินประมาณ 350-400 ล้านบาทต่อปี และการใช้เอนไซม์ไฟเตสในอาหารสัตว์เริ่มใช้กันในส่วนของบริษัทใหญ่ๆ ซึ่งการผลิตสัตว์จำนวนมากผลตอบแทนที่ได้ยังถือได้ว่าคุ้มทุนอยู่ แต่ในส่วนของฟาร์มขนาดเล็กนั้นยังก่อปัญหาทางด้านต้นทุนที่สูงอยู่ ส่วนใหญ่การวิจัยของภาครัฐให้ความสนใจศึกษาการผลิตเอนไซม์หลายชนิดรวมไปถึงเอนไซม์ไฟเตส พบว่าต้นทุนการผลิตเอนไซม์ต่อหน่วยยังค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับราคาต่อหน่วยของเอนไซม์ไฟเตสที่มีขายตามท้องตลาด แต่ยังมีความจำเป็นที่ต้องศึกษาวิธีการผลิตเอนไซม์ไฟเตสต่อไป อีกทั้งควรทำการศึกษาหาเทคนิควิธีการเพิ่มการใช้ประโยชน์ได้ของฟอสฟอรัสแบบอื่นๆ ได้แก่ การเสริมสารให้ประจุบวก (Acidifier) เช่น กรดซิทริก (Citric acid) กรดแลคติด (Lactric acid) และกรดฟอร์มิด (Formic acid) หรือการนำเทคโนโลยีการหมักมาใช้หมักวัตถุดิบอาหารสัตว์เพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะต่างๆ ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีอย่างง่ายเกษตรกรรายย่อยสามารถทำได้คือตัวอย่างการผลิตถั่วเน่าทางภาคเหนือ ซึ่งเราสามารถประยุกต์โดยทำการหมักวัตถุดิบอาหารสัตว์หลายๆชนิดโดยอาศัยจุลินทรีย์จากกระเพาะหมักของสัตว์เคี้ยวเอื้อง จุลินทรีย์เหล่านี้จะช่วยย่อยสลายโครงสร้างพวกโพลีแซคคาไรด์ (Polysaccharide) ไฟเตท (Phytate) และสามารถผลิตกรดอะมิโนที่จำเป็นบางชนิดได้ เมื่อวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ผ่านการหมักย่อยแล้วเราสามารถนำมาแปรรูปโดยการอบหรือตากแห้งแล้ว จากนั้นนำมาบดผสมกับอาหารสัตว์น่าจะช่วยเพิ่มสมรรถนะการผลิตสัตว์ได้สูงขึ้น โดยมีข้อได้เปรียบมากกว่าการเสริมเอนไซม์ในอาหารสัตว์ซึ่งมีปริมาณที่น้อยมากอาจจะลด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความสามารถในการทำงานลงเนื่องจากการผสมอาหารที่ใช้เวลาไม่เหมาะสมอาจจะทำให้เอนไซม์กระจายตัวไม่ทั่วถึง ความสูญเสียความสามารถในการทำงานเนื่องจากการเก็บรักษา และปัญหาความสามารถในการทำงานของเอนไซม์ไฟเตสที่แตกต่างเนื่องจากการผลิตแต่ละครั้ง ส่วนการใช้เทคนิควิธีการแช่วัตถุดิบอาหารสัตว์ (วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่อยู่ในสภาพเมล็ด) ในน้ำก่อนให้สัตว์กินจะเพิ่มการใช้ประโยชน์ของโภชนะต่างๆ ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ ซึ่งในแถบยุโรปใช้กันค่อนข้างมากในยุคก่อนปี 1980 โดยความชื้นจะเป็นตัวกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ในเมล็ดและจะทำการย่อยสารโภชนะต่างๆ ออกมา ซึ่งสัตว์สามารถใช้ประโยชน์ได้ทันที ซึ่งน่าจะทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างเทคนิควิธีแต่ละอย่าง เพื่อค้นหาเทคนิควิธีที่เหมาะสมสำหรับการผลิตสัตว์ในอนาคต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved