

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

เพื่อให้การวิจัยบรรลุตามวัตถุประสงค์ จึงได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง ดังต่อไปนี้

การทดลองที่ 1. ศึกษาการเสริมเลซิทินระดับ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารลูกสุกรหลังหย่านม อายุ 26-53 วัน และสุกรเล็กอายุ 58-98 วัน น้ำหนักเริ่มต้น 15 กิโลกรัม

การทดลองที่ 2. ศึกษาการเสริมเลซิทินระดับ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารลูกสุกรหลังหย่านม อายุ 26-53 วัน และสุกรเล็กอายุ 58-98 วัน น้ำหนักเริ่มต้น 15 กิโลกรัม

ทั้งการทดลองที่ 1 และ 2 แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลองย่อยคือ การทดลองย่อยที่ 1 ศึกษาสมรรถภาพการเจริญเติบโตและการย่อยได้ทั้งระบบทางเดินอาหาร (Overall digestibility) ในลูกสุกรหลังหย่านมอายุ 26-53 วัน การทดลองย่อยที่ 2 ศึกษาการย่อยได้ของโภชนะสัณสุคที่ปลายลำไส้เล็ก (Ileal digestibility) และทั้งระบบทางเดินอาหาร (Overall digestibility) ในสุกรเล็กอายุ 58-98 วัน น้ำหนักเริ่มต้น 15 กิโลกรัม

การทดลองที่ 1 ศึกษาสมรรถภาพการเจริญเติบโตและการย่อยได้ของโภชนะทั้งระบบทางเดินอาหาร (Overall digestibility) ในลูกสุกรหลังหย่านม อายุ 26-53 วัน

อุปกรณ์

1.1 สัตว์ทดลอง สุกรลูกผสม (Landrace x Large White) หลังหย่านมอายุ 25 วัน เพศผู้ น้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 6.5 กิโลกรัม จำนวน 20 ตัว

1.2 คอกทดลอง (Metabolic cage) เป็นกรงขังเดี่ยวขนาดกว้าง 30 เซนติเมตรยาว 70 เซนติเมตร สูง 50 เซนติเมตร พื้นปูด้วยเหล็กแบนขนาด 1 นิ้วประกอบกันเป็นชุด ๆ ละ 6 กรง รางอาหารทำด้วยแอสแตนเลสและที่ให้น้ำ (Nipple) ติดอยู่หน้ากรง ใต้กรงจะใช้พลาสติกหนาทำเป็นที่รองรับมูลที่ขับออกมาไม่ให้ปะปนกัน

1.3 ตัวอย่างอาหารที่ใช้ทดลอง ใช้อาหารลูกสุกรหย่านมทั้งสิ้น 5 สูตร
สูตรที่ 1. อาหารลูกสุกรหย่านมมีส่วนประกอบของ ถั่วเหลืองไขมันเต็ม

- สูตรที่ 2. อาหารลูกสุกรหย่านมมีส่วนประกอบของ กากถั่วเหลืองผสมน้ำมันปาล์ม 5 %
 สูตรที่ 3. อาหารลูกสุกรหย่านมมีส่วนประกอบของ กากถั่วเหลืองผสมน้ำมันปาล์ม 5 %
 เสริม De-oiled lecithin ระดับ 1 และ 2 %
 สูตรที่ 4. อาหารลูกสุกรหย่านมมีส่วนประกอบของ กากถั่วเหลืองผสมน้ำมันปาล์ม 5 %
 เสริม Single modified lecithin ระดับ 1 และ 2 %
 สูตรที่ 5. อาหารลูกสุกรหย่านมมีส่วนประกอบของ กากถั่วเหลืองผสมน้ำมันปาล์ม 5 %
 เสริม Double modified lecithin ระดับ 1 และ 2 %

1.4 ภาชนะสำหรับเก็บตัวอย่าง ใช้กระป๋องพลาสติกขนาดเล็กพอที่จะเก็บตัวอย่างได้หมด
 ในแต่ละช่วงต่อลูกสุกรหนึ่งตัวและมีฝาปิดอย่างมิดชิด

1.5 เครื่องชั่งสำหรับชั่งตัวอย่างอาหารและตัวอย่างมูลสุกร ใช้เครื่องชั่งไฟฟ้าแบบบอกน้ำหนักเป็นตัวเลข (Digital) ขนาดชั่งได้สูงสุด 12 กิโลกรัม

1.6 เครื่องชั่งสำหรับชั่งลูกสุกรเข้าและออก ใช้เครื่องชั่งไฟฟ้าแบบบอกน้ำหนักเป็นตัวเลข (Digital) ขนาดที่ชั่งได้สูงสุด 150 กิโลกรัม

อาหารทั้ง 5 สูตรปรับให้มีโปรตีน 24 เปอร์เซ็นต์ ที่ให้ระดับโปรตีนสูงกว่าปกติเนื่องจากในอาหารมีพลังงานสูงกว่าปกติ ทำให้ลูกสุกรอาจกินอาหารลดลงแต่โปรตีนที่ได้รับต่อหน่วยไม่ลดลงเพียงพอกับความต้องการของร่างกาย สัตว์ทดลองได้รับอาหารวันละ 8 ครั้ง คือ เวลา 07.00 , 10.00 , 12.00 , 14.00 , 16.00 , 18.00 , 20.00 และ 22.00 นาฬิกา เนื่องจากลูกสุกรหย่านมใหม่ การพัฒนาของระบบการย่อยและการดูดซึมอาหารไขมันต่ำ (Cera *et al.*, 1988, Cera *et al.*, 1989 และ Li *et al.*, 1990) จึงจำเป็นต้องให้ทีละน้อยๆแต่บ่อยครั้งเพื่อต้องการลดปัญหาอาการท้องร่วงของลูกสุกร ส่วนน้ำมิให้กินตลอดเวลา



ภาพที่ 3 ภาพของกรงทดลองศึกษาการย่อยได้ ในลูกสุกรหลังหย่านมอายุ 26-53 วัน



ภาพที่ 4 พื้นกรงและรางอาหารที่ใช้ทดลอง ในลูกสุกรหลังหย่านมอายุ 26-53 วัน



ภาพที่ 5 เครื่องชั่งสำหรับชั่งลูกสุกร เริ่มและสิ้นสุดการทดลอง



ภาพที่ 6 วิธีการชั่งลูกสุกร

ตารางที่ 9 ส่วนประกอบของสูตรอาหารเสริมเลซิทิน 1 เปอร์เซ็นต์ ที่ใช้ในการทดลอง (เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักสด) ศึกษาการย่อยได้ทั้งระบบทางเดินอาหารในลูกสุกรหลังหย่านม¹ (อายุ 26-53 วัน)

ส่วนประกอบ	ถั่วเหลืองไขมันเต็ม	กากถั่วเหลือง, น้ำมันปาล์ม	กากถั่วเหลือง, น้ำมันปาล์ม, De-oiled lecithin	กากถั่วเหลือง, น้ำมันปาล์ม, Single modified lecithin	กากถั่วเหลือง, น้ำมันปาล์ม, Double modified lecithin
ปลายข้าว	34.22	34.36	33.10	33.08	32.22
รำละเอียด	10	10	10	10	10
ถั่วเหลืองไขมันเต็ม	37.48				
กากถั่วเหลือง น้ำมันปาล์ม		32.34	32.57	32.58	32.73
ปลาป่น	4	5	5	5	5
หางนม	4	4	4	4	4
น้ำตาลทราย	10	10	10	10	10
ไคแคลเซียมฟอสเฟต	2	2	2	2	2
เกลือป่น	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
เลซิทิน ²	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
พรีมิกซ์สุกรเล็ก			1.03	1.04	1.75
รวม	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
รวม	100	100	100	100	100
ส่วนประกอบของโภชนะต่างๆในสูตรอาหารจากการคำนวณ					
โปรตีนรวม	24	24	24	24	24
พลังงาน (kCal/kg)	3410.94	3417.76	3453.42	3451.01	3486.53
ไขมัน	8.65	7.23	7.22	7.22	7.22
เยื่อใย	3.46	3.85	3.85	3.85	3.85
แคลเซียม	0.89	0.88	0.88	0.88	0.88
ฟอสฟอรัส	0.62	0.61	0.61	0.61	0.61
ไลซีน	1.50	1.48	1.48	1.48	1.48
เมทไทโอนีน	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75

¹ หย่านมอายุ 25 วัน, ² คำนวณจากค่า Phospholipids ที่มีในเลซิทินแต่ละชนิดให้เท่ากัน

ตารางที่ 10 ส่วนประกอบของสูตรอาหารเสริมเลซิทิน 2 เปอร์เซ็นต์ ที่ใช้ในการทดลอง (เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักสด) ศึกษาการย่อยได้ทั้งระบบทางเดินอาหารของลูกสุกรหลังหย่านม^{1/} (อายุ 26-53 วัน)

ส่วนประกอบ	ถั่วเหลืองไขมันเต็ม	กากถั่วเหลือง, น้ำมันปาล์ม	กากถั่วเหลือง, น้ำมันปาล์ม, De-oiled lecithin	กากถั่วเหลือง, น้ำมันปาล์ม, Single modified lecithin	กากถั่วเหลือง, น้ำมันปาล์ม, Double modified lecithin
ปลายข้าว	34.22	34.36	31.84	31.81	30.08
รำละเอียด	10	10	10	10	10
ถั่วเหลืองไขมันเต็ม	37.48				
กากถั่วเหลือง น้ำมันปาล์ม		32.34	32.80	32.81	33.12
		5	5	5	5
ปลาป่น	4	4	4	4	4
หางนม	10	10	10	10	10
น้ำตาลทราย	2	2	2	2	2
ไคแอลเซียมฟอสเฟต	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
เกลือป่น	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
เลซิทิน ^{2/}			2.06	2.08	3.50
พรีมิกซ์สุกรเล็ก	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
รวม	100	100	100	100	100
ส่วนประกอบของโภชนะต่างๆในสูตรอาหารจากการคำนวณ					
โปรตีนรวม	24	24	24	24	24
พลังงาน (kCal/kg)	3410.94	3417.76	3486.09	3484.27	3555.29
ไขมัน	8.65	7.23	7.21	7.21	7.20
เยื่อใย	3.46	3.85	3.85	3.85	3.86
แคลเซียม	0.89	0.88	0.86	0.86	0.88
ฟอสฟอรัส	0.62	0.61	0.61	0.61	0.61
ไลซีน	1.50	1.48	1.49	1.49	1.49
เมทไทโอนีน	0.75	0.75	0.74	0.74	0.74

^{1/}หย่านมอายุ 25 วัน, ^{2/} คำนวณจากค่า Phospholipids ที่มีในเลซิทินแต่ละชนิดให้เท่ากัน

วิธีการทดลอง

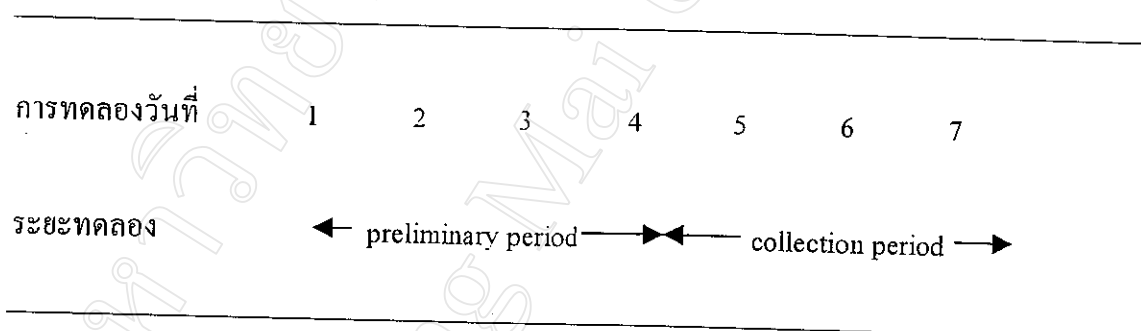
1.7 แผนการทดลอง ใช้แผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD)

1.8 ระยะเวลาในการทดลอง ใช้ระยะเวลาทดลอง 4 ช่วงแต่ช่วงใช้เวลา 7 วัน รวมระยะเวลาในการทดลอง 28 วัน ทำการเก็บตัวอย่างมูลในช่วง 1 และช่วงที่ 3 ของการทดลองโดยช่วงที่ 2 และช่วงที่ 4 ยังให้สุกรกินอาหารทดลองตามปกติแต่ไม่เก็บตัวอย่างมูลแต่ละช่วงแบ่งเป็น 2 ระยะคือ

1.8.1 ระยะ Preliminary period คือเป็นช่วงที่ปล่อยให้สุกรปรับตัวให้เข้ากับอาหารและขับถ่ายอาหารเดิมในทางเดินอาหารออกจากร่างกายให้หมดระยะนี้ใช้เวลา 4 วัน

1.8.2 ระยะ Collection period เป็นระยะ 3 วันสุดท้ายของแต่ละช่วงการทดลอง ซึ่งระยะนี้เป็นระยะที่ทำการเก็บตัวอย่างและข้อมูลการทดลอง

ตารางที่ 11 ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างของช่วง 1 และช่วงที่ 3



1.9 การบันทึกข้อมูลและการเก็บตัวอย่าง

1.9.1 บันทึกน้ำหนักสุกรเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลอง

1.9.2 บันทึกปริมาณอาหารที่ให้และที่เหลือในแต่ละวัน

1.9.3 บันทึกน้ำหนักมูลที่ขับออกมามากครั้งทันทีและนำไปเก็บที่อุณหภูมิ-20 องศาเซลเซียส โดยทำการเก็บตลอด 24 ชั่วโมง ในวันที่ 5 - 7 ของแต่ละช่วงการทดลอง

1.9.4 สุ่มเก็บตัวอย่างอาหาร เพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

1.9.5 ตัวอย่างมูลที่เก็บได้ นำไปอบแห้งทั้งหมดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ใช้เวลา

อบ 72 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร คลุกเคล้าให้ตัวอย่างกระจายตัว นำไปเก็บไว้ในขวดพลาสติกที่ปิดฝาด้วยระบบปิดสูญญากาศเพื่อเตรียมวิเคราะห์ทางเคมีต่อไป ส่วนที่เหลือจากการวิเคราะห์จะเก็บรักษาไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิต่ำเพื่อสำรองไว้ใช้ต่อไป

การทดลองที่ 2 ศึกษาการย่อยได้สิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็ก (Ileal digestibility) และทั้งระบบทางเดินอาหาร (Overall digestibility) ในสุกรเล็ก น้ำหนักเริ่มต้น 15 กิโลกรัม

อุปกรณ์

2.1 สัตว์ทดลอง ประกอบด้วยสุกรลูกผสม (Landrace x Large White) หลังหย่านมเพศผู้ น้ำหนักเริ่มต้น 15 กิโลกรัม จำนวน 5 ตัว สุกรทุกตัวจะได้รับการผ่าตัดใส่ท่อเก็บตัวอย่างอาหารที่ปลายลำไส้เล็ก (Ilium) หลังจากผ่าตัดแผลหายสนิทแล้วใช้เวลาประมาณ 20 วัน จากนั้นก็นำเข้ากินอาหารทดลอง

2.2 คอกทดลอง (Metabolic cage) เป็นกรงขังเดี่ยวมาตรฐานมีรางอาหารและที่กินน้ำ (Nipple) อยู่หน้ากรง บริเวณส่วนท้ายของกรงจะมีที่สำหรับรองรับเก็บตัวอย่างมูล ผนังกรงด้านขวาบริเวณที่ตรงกับท่อที่เชื่อมต่อออกมาจากปลายลำไส้เล็กของตัวสุกรจะมีลักษณะเป็นช่อง กว้าง 40 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร เพื่อป้องกันปลายท่อเสียดสีกับผนังกรงขณะที่สุกรเคลื่อนตัวเดินหน้าและถอยหลัง

2.3 ตัวอย่างอาหารทดลอง ใช้อาหารสุกรเล็กและมีทั้งหมด 5 สูตรเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 แต่ปรับให้มีระดับโปรตีน 22 เปอร์เซ็นต์ สัตว์ทดลองจะได้รับอาหารวันละ 4 ครั้งคือ เวลา 07.00 น. ,11.00 น. 15.00 น. และ 19.00 น. น้ำมีให้กินเต็มที่ตลอดเวลา

2.4 อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่าง

2.4.1 ท่อรูปตัวที ที่ทำจากซิลิโคนสำหรับเชื่อมต่อจากปลายลำไส้เล็กของสุกร โดยจะทำการปักกับแบบพิมพ์ ให้มีขนาดใกล้เคียงกับส่วนปลายลำไส้เล็กของสุกรให้มากที่สุดคือมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 0.60-1.2 เซนติเมตร

2.4.2 ท่อยางสำหรับเชื่อมต่อจากปลายท่อซิลิโคนที่ติดกับตัวสุกร ใช้สายยางอ่อนที่ใช้กันทั่วไปในห้องปฏิบัติการเคมีมีความอ่อนนุ่มไม่พังงอได้ง่าย ขนาดใหญ่กว่าปลายท่อซิลิโคนเล็กน้อยสามารถสวมเชื่อมกับปลายท่อซิลิโคนได้สะดวก เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.5 เซนติเมตร

2.4.3 ขวดพลาสติกสำหรับรองรับตัวอย่างจากปลายลำไส้เล็ก ใช้ขวดเก่าที่บรรจุน้ำดื่มตัดปากส่วนบนให้กว้าง เพื่ออำนวยความสะดวกเก็บถ่ายตัวอย่างขณะที่นำไปซึ่งและเก็บแช่แข็ง

2.4.4 กล่องโฟม ใช้สำหรับใส่ขวดพลาสติกที่รองรับตัวอย่างจากปลายลำไส้เล็กโดยภายในกล่องโฟมน้ำแข็งผสมเกลือเม็ดเพื่อรักษาคุณภาพของตัวอย่างและป้องกันการทำงานของจุลินทรีย์

2.4.5 ครอบพลาสติกขนาดเล็ก มีฝาปิดอย่างมิดชิดเพื่อเก็บตัวอย่างมูล และนำไปแช่แข็ง

2.5 เครื่องชั่งสำหรับใช้ชั่งตัวอย่างอาหาร ตัวอย่างมูล และตัวอย่างจากปลายลำไส้เล็ก ใช้เครื่องชั่งไฟฟ้าแบบบอกน้ำหนักเป็นตัวเลข (Digital) ขนาดที่ชั่งได้สูงสุด 12 กิโลกรัม



ภาพที่ 7 ท่อเก็บตัวอย่างและแผ่นวงแหวนหลังอบ และถอดออกจากแบบพิมพ์



ภาพที่ 8 การตัดแต่งท่อเก็บตัวอย่าง และแผ่นวงแหวนที่พร้อมจะนำไปใช้งานได้



ภาพที่ 9 ลักษณะของกรงและการเก็บตัวอย่างจากปลายลำไส้เล็ก ในสุกรเล็กอายุ 58-98 วัน น้ำหนักเริ่มต้น 15 กิโลกรัม



ภาพที่ 10 การเก็บตัวอย่างจากปลายท่อใส่เลือดและมูส ในสุกรเล็กอายุ 58-98 วัน น้ำหนัก
เริ่มต้น 15 กิโลกรัม

ตารางที่ 12 ส่วนประกอบของสูตรอาหารเสริมเลซิทิน 1 เปอร์เซ็นต์ ที่ใช้ในการทดลอง (เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักสด) ศึกษาการย่อยได้สั้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กและทั้งระบบทางเดินอาหารในสุกร เล็กอายุ 58-98 วัน น้ำหนักเริ่มต้น 15 กิโลกรัม

ส่วนประกอบ	ถั่วเหลืองไขมันเต็ม	กากถั่วเหลือง, น้ำมันปาล์ม	กากถั่วเหลือง, น้ำมันปาล์ม De-oiled lecithin	กากถั่วเหลือง, น้ำมันปาล์ม Single modified lecithin	กากถั่วเหลือง, น้ำมันปาล์ม Double modified lecithin
ปลายข้าว	39.94	40.08	38.82	38.81	37.94
รำละเอียด	14.50	14.05	14.50	14.50	14.50
ถั่วเหลืองไขมันเต็ม	37.51				
กากถั่วเหลือง น้ำมันปาล์ม		32.37	32.60	32.60	32.76
ปลาป่น	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
ไคแคลเซียมฟอสเฟต	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75
เกลือป่น	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
เลซิทิน ¹			1.03	1.04	1.75
พรีมิกซ์สุกรเล็ก	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
ไทเทเนียม ไดออกไซด์	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
รวม	100	100	100	100	100
ส่วนประกอบของโภชนาต่างๆในสูตรอาหารจากการคำนวณ					
โปรตีนรวม	22	22	22	22	22
พลังงาน (kCal/kg)	3373.09	3379.71	3415.38	3412.97	3448.48
ไขมัน	9.25	7.82	7.82	7.82	7.81
เยื่อใย	4.13	4.52	4.52	4.52	4.52
แคลเซียม	0.88	0.87	0.87	0.87	0.87
ฟอสฟอรัส	0.61	0.60	0.60	0.60	0.60
ไลซีน	1.28	1.26	1.27	1.27	1.27
เมทไทโอนีน	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69

¹ คำนวณจากค่า Phospholipids ที่มีในเลซิทินแต่ละชนิดให้เท่ากัน

ตารางที่ 13 ส่วนประกอบของสูตรอาหารเสริมเลซิทิน 2 เปอร์เซนต์ ที่ใช้ในการทดลอง (เปอร์เซนต์ น้ำหนักสด) ศึกษาการย่อยได้ สิ้นสุดที่ปลายลำไส้เล็กและทั้งระบบทางเดินอาหารในสุกร เล็กอายุ 58-98 วัน น้ำหนักเริ่มต้น 15 กิโลกรัม

ส่วนประกอบ	ถั่วเหลืองไขมันเต็ม	กากถั่วเหลือง, น้ำมันปาล์ม	กากถั่วเหลือง, น้ำมันปาล์ม,	กากถั่วเหลือง, น้ำมันปาล์ม,	กากถั่วเหลือง, น้ำมันปาล์ม,	
			De-oiled lecithin	Single modified lecithin	Double modified lecithin	
ปลายข้าว	40.24	40.33	37.81	37.79	36.05	
รำละเอียด	14.50	14.05	14.50	14.50	14.50	
ถั่วเหลืองไขมันเต็ม	37.21					
กากถั่วเหลือง น้ำมันปาล์ม		32.12	32.58	32.50	32.90	
ปลาป่น	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	
โดแคลเซียมฟอสเฟต	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	
เกลือป่น	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	
เลซิทิน ¹			2.06	2.08	3.50	
พรีมิกซ์สุกรเล็ก	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
ไทเทเนียม ไดออกไซด์	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
รวม	100	100	100	100	100	
ส่วนประกอบของโภชนะต่างๆในสูตรอาหารจากการคำนวณ						
โปรตีนรวม	22	22	22	22	22	
พลังงาน (kCal/kg)	3357.21	3365.59	3436.92	3432.10	3503.13	
ไขมัน	9.18	7.80	7.78	7.78	7.77	
เยื่อใย	4.05	4.44	4.45	4.45	4.45	
แคลเซียม	0.87	0.86	0.86	0.86	0.86	
ฟอสฟอรัส	0.60	0.61	0.61	0.61	0.61	
ไลซีน	1.28	1.26	1.27	1.27	1.27	
เมทไทโอนีน	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	

¹ คำนวณจากค่า Phospholipids ที่มีในเลซิทินแต่ละชนิดให้เท่ากัน

วิธีการทดลอง

2.6 แผนการทดลอง ใช้แผนการทดลองแบบ 5 x 5 Latin Square โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 5 ช่วงแต่ละช่วงใช้เวลา 8 วันรวมเวลาในการทดลองทั้งสิ้น 40 วัน

2.7 ระยะเวลาในการทดลอง แบ่งการทดลองออกเป็น 5 ช่วง การทดลองในแต่ละช่วงใช้เวลา 8 วัน รวมระยะเวลาในการทดลองทั้งสิ้น 40 วัน แต่ละช่วงการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ระยะดังนี้คือ

2.7.1 ระยะ Preliminary period คือเป็นช่วงที่ปล่อยให้สุกรปรับตัวให้เข้ากับอาหารและขับถ่ายอาหารเดิมในทางเดินอาหารออกจากร่างกายให้หมดระยะนี้ใช้เวลา 4 วัน

2.7.2 ระยะ Collection period เป็นช่วงเวลา 4 วันสุดท้ายของแต่ละช่วงการทดลอง ซึ่งระยะนี้เป็นระยะที่ทำการเก็บตัวอย่างและข้อมูลการทดลอง โดยในช่วงนี้ 2 วันแรกเก็บตัวอย่างมูล และ 2 วันสุดท้ายเก็บตัวอย่างจากปลายลำไส้เล็ก

ตารางที่ 14 ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างชนิดต่างๆ

การทดลองวันที่	1	2	3	4	5	6	7	8
ระยะการทดลอง	← Preliminary period →				← Collection period →			
ตัวอย่างอาหาร					← มูล →		← ปลายลำไส้เล็ก →	

2.8 การบันทึกข้อมูลการทดลอง

2.8.1 บันทึกปริมาณอาหารที่ให้และปริมาณที่เหลือ ในแต่ละช่วงเวลาการให้อาหารทุกครั้ง

2.8.2 บันทึกน้ำหนักมูลทันทีทุกครั้ง เมื่อมีการถ่ายมูลเก็บตลอด 24 ชั่วโมง ของวันที่ 5 - 6 ของแต่ละช่วงการทดลอง และนำตัวอย่างมูลไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ - 20 องศาเซลเซียสเพื่อยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์

2.8.3 บันทึกการเก็บและน้ำหนักตัวอย่างอาหารจากปลายลำไส้เล็กกระทำในวันที่ 7 - 8

ของแต่ละช่วงการทดลอง ทำการเก็บตลอด 24 ชั่วโมง โดยตัวอย่างอาหารจะไหลผ่านทางท่อวาง ที่เชื่อมต่อกับปลายเปิดของท่อซิลิโคน ที่ติดกับลำตัวสุกร ลงสู่ขวดพลาสติกที่แช่อยู่ในกล่องโฟม ซึ่งบรรจุน้ำแข็งผสมเกลือเม็ด ที่ทำขึ้นชั่วคราวและนำไปเก็บรักษาทันทีเมื่อซั่งเสร็จ เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

ทุกครั้งเก็บตัวอย่างอาหารจากปลายลำไส้เล็ก บันทึกน้ำหนักและเก็บสะสมเอาไว้ทั้งหมด ในภาชนะเก็บตัวอย่างตามชนิดของตัวอย่างอาหารในแต่ละวันปิดฝาให้มิดชิด และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ (Microbial activity)

ตัวอย่างมูลและตัวอย่างจากปลายลำไส้เล็กทั้งหมดนำไปทำแห้งด้วยความร้อน (Oven dry) โดยเครื่อง Air - forced drying oven ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 72 ชั่วโมงหลังจากนั้นนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร คลุกเคล้าให้ตัวอย่างกระจายตัว สุ่มตัวอย่างออกมา 50 กรัม สำหรับวิเคราะห์ทางเคมี ส่วนที่เหลือเก็บในห้องควบคุมอุณหภูมิต่ำเพื่อสำรองใช้ต่อไป

การวิเคราะห์ตัวอย่างอาหาร ตัวอย่างจากปลายลำไส้เล็กและมูล ในห้องปฏิบัติการ

1. วิเคราะห์โปรตีนรวม (N x 6.25) วัตถุแห้ง, ไขมัน, อินทรีย์วัตถุและเถ้า โดยวิธี Proximate analysis (AOAC, 1980)
2. วิเคราะห์ไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO₂) โดยวิธีของ Brandt *et al.*, (1983)

การคำนวณผลการทดลอง

การคำนวณค่าการย่อยได้ของโภชนะต่างๆ คำนวณการย่อยได้ของโภชนะแต่ละชนิดจากสมการ

$$\% \text{ การย่อยได้ของโภชนะ} = \frac{\text{โภชนะที่กิน (กก.)} - \text{โภชนะในมูลหรือปลายลำไส้เล็ก}}{\text{โภชนะที่กิน (กก.)}} \times 100$$

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูล โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม โดยวิธี Duncan's new multiple range test (Stell *et al.*, 1980) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SAS (SAS, 1985)

สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย

สถานที่ทดลอง

ทำการทดลองที่ฟาร์มสุกรฝ่ายขยายพันธุ์พืชและสัตว์ สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ต.หนองหาร อ.สันทราย จ. เชียงใหม่

สถานที่วิเคราะห์ตัวอย่างทางเคมี

ทำการวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ระยะเวลาทำการวิจัย

1. ระยะเวลาทำการทดลองศึกษาการย่อยได้และเก็บรวบรวมข้อมูล สิงหาคม 2541 ถึง พฤษภาคม 2542
2. ระยะเวลาในการวิเคราะห์ทางเคมี มิถุนายน ถึง ธันวาคม 2542