

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษา ผลของระดับน้ำมันถั่วเหลืองและเมทไธโอนีนในอาหารต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต และการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนในสุกรรุ่น เพศผู้ตอน โดยอาศัยหลักการจากการวัดสมรรถนะการเจริญเติบโต ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโต และน้ำหนักตัวที่เพิ่มต่อปริมาณอาหารที่กิน การวัดการย่อยได้ ได้แก่ การย่อยได้จริงของสิ่งแห้ง และการย่อยได้จริงของไนโตรเจน การวัดค่าการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีน ได้แก่ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน อัตราโปรตีนสุทธิ การสะสมได้จริงของไนโตรเจน การใช้ประโยชน์ได้สุทธิจริงของโปรตีน และค่าทางชีวภาพจริงของโปรตีน โดยมีพื้นฐานการศึกษา จากการใช้กากถั่วเหลืองเป็นแหล่งของโปรตีนเพียงแหล่งเดียว และทำการเสริมกรดอะมิโนสังเคราะห์ คือ ดีแอล-เมทไธโอนีน เพื่อให้เกิดระดับเมทไธโอนีนที่แตกต่างกัน และใช้น้ำมันถั่วเหลืองเพื่อปรับระดับให้มีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ยังทำการประกอบสูตรอาหารที่ไม่มีโปรตีน สำหรับเลี้ยงสุกรเพื่อวัดปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกมาจากร่างกายของสุกร ทางมูลและทางปัสสาวะ เพื่อการคำนวณการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีน

3.1 รายละเอียดของงานทดลอง

การศึกษา ผลของระดับน้ำมันถั่วเหลืองและเมทไธโอนีนในอาหารต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต และการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนในสุกรรุ่น เพศผู้ตอน มีรายละเอียดของการทดลองดังต่อไปนี้

3.1.1 สัตว์ทดลอง

ใช้สุกรรุ่นลูกผสมสามสายเลือด (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ x ดุรอด) เพศผู้ตอน น้ำหนักเริ่มต้นการทดลองเฉลี่ย 20.38 กิโลกรัม ซึ่งผ่านการให้วัคซีนอหิวาต์สุกร ปากและเท้าเปื่อย ถ่ายพยาธิภายในและภายนอกแล้ว จำนวน 27 ตัว แบ่งสุกรออกเป็น 3 ชุดการทดลอง ชุดละ 9 ตัว สุ่มให้อาหารทดลอง 9 สูตรๆ ละ 1 ตัว ทำการทดลองครั้งละ 1 ชุด จากชุดที่ 1 ถึง 3 ตามลำดับ ซึ่งสุกรได้รับอาหารทดลองทั้งหมดสูตรละ 3 ตัว เลี้ยงสุกรในกรงขังเดี่ยวสำหรับการทดลองการย่อยได้ (Metabolic cage) ขนาดกว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 80 เซนติเมตร และสูง 60 เซนติเมตร ที่มีภาชนะรองรับซึ่งสามารถแยกมูล และปัสสาวะออกจากกันได้ โดยเลี้ยงสุกรกรงละ 1 ตัว ดังแสดงในภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 กรงขังเดี่ยวทดสอบการย่อยได้

3.1.2 อาหารทดลอง

อาหารที่ใช้เลี้ยงสุกรในการทดลองครั้งนี้ ใช้กากถั่วเหลืองเป็นแหล่งของโปรตีนเพียงแหล่งเดียว โดยทำการประกอบสูตรอาหารให้มีโปรตีนร้อยละ 18 เสริมไขมันถั่วเหลืองเพื่อปรับระดับของน้ำมันถั่วเหลือง (Soybean oil, SBO) ให้มีความแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 3, 6 และ 9 ร่วมกับการเสริมกรดอะมิโนสังเคราะห์ คือ ดีแอล-เมทไธโอนีน เพื่อปรับระดับของเมทไธโอนีน (Methionine, MET) ให้มีความแตกต่าง 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.40, 0.45 และ 0.50 อาหารทดลองมีจำนวน 9 สูตร ประกอบด้วย SBO 3 MET 0.40, SBO 3 MET 0.45, SBO 3 MET 0.50, SBO 6 MET 0.40, SBO 6 MET 0.45, SBO 6 MET 0.50, SBO 9 MET 0.40, SBO 9 MET 0.45 และ SBO 9 MET 0.50 โดยในอาหารมีปริมาณของกากถั่วเหลืองร้อยละ 41.10 ของอาหาร ทำให้มีน้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 0.62 และเมทไธโอนีนร้อยละ 0.25 เสริมไขมันถั่วเหลืองปริมาณ 2.38, 5.38 และ 8.38 กิโลกรัมต่อ 100 กิโลกรัมอาหาร และเสริมดีแอล-เมทไธโอนีน ปริมาณ 0.15, 0.20 และ 0.25 กิโลกรัมต่อ 100 กิโลกรัมอาหาร นอกจากนี้ สูตรอาหารประกอบด้วย สารผสมล่วงหน้าแร่ธาตุ และสารผสมล่วงหน้าวิตามิน ได้แสดงรายละเอียดของส่วนประกอบของวัตถุดิบ และส่วนประกอบทางโภชนาของอาหารทดลองโดยการคำนวณ ดังแสดงในตารางที่ 3-1 ส่วนประกอบของสารผสมล่วงหน้าแร่ธาตุ และสารผสมล่วงหน้าวิตามิน ได้แสดงรายละเอียดในตารางที่ 3-2 และ 3-3 ซึ่งมีปริมาณเกลือแร่ และวิตามินเพียงพอต่อความต้องการตามคำแนะนำของ NRC (1998) และปริมาณกรดอะมิโนที่ย่อยได้จริง

ในอาหาร ราคาของวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง และราคาของอาหารทดลอง ดังแสดงในตาราง ภาคผนวกที่ 1, 5 และ 6 ตามลำดับ

3.1.3 การให้อาหารและน้ำ

ให้อาหารทดลอง จำนวน 9 สูตร แก่สุกร 9 ตัว มีน้ำให้สุกรดื่มได้อย่างเต็มที่ ใช้เวลาเลี้ยงสุกร 5 สัปดาห์โดยแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 ระยะปรับสัตว์ทดลอง (Preliminary period) จัดสุกรเข้ากรงขังเดี่ยว ทดสอบการย่อยได้ ให้สุกรกินอาหารสูตร SBO 9 MET 0.40 เป็นอาหารปรับสัตว์ให้สุกรกินอาหารอย่างเต็มที่ วันละ 2 ครั้ง ในเวลา 07.00 และ 16.00 นาฬิกา และมีน้ำให้สุกรดื่มได้อย่างเต็มที่ โดยใช้เวลาเลี้ยงสุกร 1 สัปดาห์

ระยะที่ 2 ระยะทดลอง (Experimental period) ชั่งน้ำหนักตัวของสุกรในวันแรก ของทุก ๆ สัปดาห์ เริ่มต้นชั่งน้ำหนักในเวลา 06.00 นาฬิกา ตลอดการทดลอง 4 สัปดาห์ เลี้ยงสุกรบนกรงขังเดี่ยวเพื่อทดสอบการย่อยได้ เช่นเดียวกับระยะการปรับสัตว์ ให้กินอาหารทดลอง จำนวน 9 สูตรโดยให้อาหารประมาณร้อยละ 3 ของน้ำหนักตัว สัปดาห์ที่ 1 ให้อาหารสุกรปริมาณ 600 กรัมต่อตัวต่อวัน สัปดาห์ที่ 2 ให้อาหารสุกรปริมาณ 700 กรัมต่อตัวต่อวัน สัปดาห์ที่ 3 ให้อาหารสุกรปริมาณ 800 กรัมต่อตัวต่อวัน และสัปดาห์ที่ 4 ให้อาหารสุกรปริมาณ 900 กรัมต่อตัวต่อวัน ตลอดระยะเวลาการทดลองปริมาณเฉลี่ย 750 กรัมต่อตัวต่อวัน สุกรได้รับอาหารวันละ 2 ครั้ง เวลา 07.00 และ 16.00 นาฬิกา และมีน้ำให้สุกรดื่มได้อย่างเต็มที่

ตารางที่ 3-1 ส่วนประกอบของวัตถุดิบและส่วนประกอบทางโภชนะของอาหารทดลอง
โดยการคำนวณ

ระดับน้ำมันถั่วเหลือง, ร้อยละ	3			6			9		
ระดับเมทไธโอนีน, ร้อยละ	0.40	0.45	0.50	0.40	0.45	0.50	0.40	0.45	0.50
ส่วนประกอบวัตถุดิบ, ร้อยละ									
กากถั่วเหลือง	41.10	41.10	41.10	41.10	41.10	41.10	41.10	41.10	41.10
แป้งมัน	53.31	53.26	53.21	50.31	50.26	50.21	47.31	47.26	47.21
น้ำมันถั่วเหลือง	2.38	2.38	2.38	5.38	5.38	5.38	8.38	8.38	8.38
โคแคลเซียม ¹	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
หินปูน ²	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
เกลือ	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
ดีแอล-เมทไธโอนีน ³	0.15	0.20	0.25	0.15	0.20	0.25	0.15	0.20	0.25
สารผสมล่วงหน้า ⁴	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
รวม	100	100	100	100	100	100	100	100	100
ส่วนประกอบทางโภชนะโดยการคำนวณ, ร้อยละ									
สิ่งแห้ง	90.40	90.40	90.40	90.60	90.60	90.60	90.90	90.90	90.90
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ ⁵	14.60	14.59	14.58	15.19	15.18	15.17	15.77	15.76	15.75
โปรตีน (ไนโตรเจน x 6.25)	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
ไขมัน	3.00	3.00	3.00	6.00	6.00	6.00	9.00	9.00	9.00
เยื่อใย	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90
เถ้า	4.07	4.07	4.07	4.07	4.07	4.07	4.07	4.07	4.07
แคลเซียม	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
ฟอสฟอรัส	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51
ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
ไลซีน	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17
เมทไธโอนีน	0.40	0.45	0.50	0.40	0.45	0.50	0.40	0.45	0.50
ซิสทีน	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29

หมายเหตุ: ¹ แคลเซียมร้อยละ 23.31, ฟอสฟอรัสร้อยละ 17.48

² แคลเซียมร้อยละ 38

³ เมทไธโอนีน ร้อยละ 96.45

⁴ สารผสมล่วงหน้าแร่ธาตุ 0.50 กิโลกรัม
และสารผสมล่วงหน้าวิตามิน 0.50 กิโลกรัม,
หน่วยกิโลกรัมต่อ 100 กิโลกรัมอาหาร

⁵ หน่วย เมกะจูลต่อกิโลกรัม

ตารางที่ 3-2 ปริมาณแร่ธาตุในสารผสมล่วงหน้า

ส่วนประกอบ	ปริมาณสาร ร้อยละ	กรัม/ 100 กก. อาหาร	แร่ธาตุ	หน่วย	ปริมาณ/ กก. อาหาร
แมงกานีสซัลเฟตเพนตะไฮเดรต ($\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 61 %)	22.80	3.12	แมงกานีส	มิลลิกรัม	65.99
เฟอร์รัสซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	18.50	99.10	เหล็ก	มิลลิกรัม	182.37
คอปเปอร์ซัลเฟตเพนตะไฮเดรต ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)	25.50	4.31	ทองแดง	มิลลิกรัม	11.00
โซเดียมซีลีไนท์ (Na_2SeO_4 , 2 %)	45.80	0.11	ซีลีเนียม	มิลลิกรัม	0.55
ซิงค์ออกไซด์ (ZnO)	80.30	22.88	สังกะสี	มิลลิกรัม	183.70
โพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI)	76.40	0.03	ไอโอดีน	มิลลิกรัม	0.26
แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO)	55.00	51.58	แมกนีเซียม	มิลลิกรัม	238.70
ลือ (แป้งมันสำปะหลัง) เติมจนครบ 500 กรัม					

ตารางที่ 3-3 ปริมาณวิตามินในสารผสมล่วงหน้า

ส่วนประกอบ	ปริมาณสาร ร้อยละ	กรัม/ 100 กก. อาหาร	วิตามิน	หน่วย	ปริมาณ/ กก. อาหาร
วิตามินเอตี 3 (500/100)	500,000/ 100,000	0.81	เอ ตี 3	ไอยู	4,036/ 806
วิตามินอี 50 (50 %)	50.00	5.94	อี	ไอยู	29.70
โทอามีน	100.00	0.18	บี 1	มิลลิกรัม	1.84
โรโบฟลาวิน	100.00	0.65	บี 2	มิลลิกรัม	6.46
ไนอะซิน	100.00	2.75	ไนอะซิน	มิลลิกรัม	27.50
วิตามินเค 3 (51 %)	51.00	0.18	เค	มิลลิกรัม	0.91
ไพริดอกซิน (96 %)	96.00	0.29	บี 6	มิลลิกรัม	2.75
วิตามินบี 12 (1 %)	1.00	0.33	บี 12	มิลลิกรัม	0.03
แคลเซียมแพนโทธีเนต	100.00	1.83	กรดแพนโทธีเนต	มิลลิกรัม	18.34
กรดโฟลิก	100.00	0.06	กรดโฟลิก	มิลลิกรัม	0.55
ไบโอติน (2 %)	2.00	0.55	ไบโอติน	มิลลิกรัม	0.11
โคลีนคลอไรด์ (60 %)	60.00	152.72	โคลีน	มิลลิกรัม	916.30
ลือ (แป้งมันสำปะหลัง) เดิมจนครบ 500 กรัม					

3.2 การวัดข้อมูลพื้นฐานการขับถ่ายไนโตรเจนของสุกร

การวิจัยครั้งนี้ นอกจากการศึกษาผลของระดับน้ำมันถั่วเหลืองและเมทไธโอนีนที่มีต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีน ยังศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัว และการสูญเสียไนโตรเจนที่ขับออกจากร่างกายทางมูลและทางปัสสาวะ โดยทำการประกอบสูตรอาหารที่ไม่มีโปรตีนให้แก่สุกร เพื่อคำนวณค่าการใช้ประโยชน์ได้จริงของโปรตีน

การวัดข้อมูลพื้นฐานการขับถ่ายไนโตรเจน ใช้สุกรลูกผสมสามสายเลือด (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ x ดุรอก) เพศผู้ตอน น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้นการทดลอง 22.03 กิโลกรัม ซึ่งผ่านการให้วัคซีนอหิวาต์สุกร ปากและเท้าเปื่อย ถ่ายพยาธิภายในและภายนอกแล้ว จำนวน 6 ตัว แบ่งสุกรออกเป็น 3 ชุดการทดลอง ชุดละ 2 ตัว ทำการทดลองครั้งละ 1 ชุด จากชุดที่ 1 ถึง 3 ตามลำดับ เลี้ยงสุกรบนกรงขังเดี่ยวสำหรับทดสอบการย่อยได้ ซึ่งอาหารที่ไม่มีโปรตีนประกอบไปด้วย แป้งมันสำปะหลัง น้ำมันถั่วเหลือง ไคคลเซียมฟอสเฟต หินฟูน เกลือ สารผสมล่วงหน้าแร่ธาตุ และสารผสมล่วงหน้าวิตามิน ซึ่งได้แสดงรายละเอียดของส่วนประกอบของวัตถุดิบ และส่วนประกอบทางโภชนะของอาหารที่ไม่มีโปรตีน โดยการคำนวณ ดังแสดงในตารางที่ 3-4 และส่วนประกอบของสารผสมล่วงหน้าแร่ธาตุและสารผสมล่วงหน้าวิตามิน ดังแสดงในตารางที่ 3-2 และ 3-3 ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณเกลือแร่ และวิตามินเพียงพอต่อความต้องการตามคำแนะนำของ NRC (1998) เลี้ยงสุกรในระยะเวลา 5 สัปดาห์ โดยแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 ระยะปรับสัตว์ รายละเอียดการเลี้ยงได้แสดงไว้ดังหัวข้อที่ 3.1.3

ระยะที่ 2 ระยะทดลอง มีระยะการทดลองเป็น 4 สัปดาห์ ซึ่งน้ำหนักสุกรในวันและเวลาเดียวกันกับสุกรที่ได้รับอาหารทดลอง โดยสุกรจะได้รับอาหารที่ไม่มีโปรตีนในปริมาณเท่ากับ สุกรที่ได้รับอาหารทดลอง สุกรแต่ละตัวได้รับอาหารที่ไม่มีโปรตีน ตัวละ 2 สัปดาห์ สลับกันไป ในสัปดาห์ที่ไม่ได้รับอาหารไม่มีโปรตีน สุกรจะได้รับอาหารสูตร SBO 9 MET 0.40 ซึ่งเป็นอาหารที่ใช้ปรับสัตว์ เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ สุกรได้รับอาหารวันละ 2 ครั้ง เวลา 07.00 และ 16.00 นาฬิกา และมีน้ำดื่มให้สุกรดื่มได้อย่างเต็มที่

แผนผังการให้อาหารที่ไม่มีโปรตีน ดังแสดงในตารางที่ 3-5 โดยให้อาหารที่ไม่มีโปรตีน ตัวละ 2 สัปดาห์สลับกันไป ในระยะเวลา 4 สัปดาห์ ซึ่งทำการทดลองชุดที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 3-4 ส่วนประกอบของวัตถุดิบและส่วนประกอบทางโภชนะของอาหารที่ไม่มีโปรตีน
โดยการคำนวณ

รายการ	ปริมาณ, ร้อยละ
ส่วนประกอบวัตถุดิบ, ร้อยละ	
แป้งมัน	92.49
น้ำมันถั่วเหลือง	3.00
ไคแคลเซียมฟอสเฟต ¹	2.75
หินปูน ²	0.36
เกลือ	0.40
สารผสมล่งหน้า ³	1.00
รวม	100.00
ส่วนประกอบโภชนะ, ร้อยละ	
สิ่งแห้ง	91.10
พลังงานใช้ประโยชน์ได้, หน่วยเมกะจูลต่อกิโลกรัมอาหาร	15.45
โปรตีน (ไนโตรเจน x 6.25)	0.00
ไขมัน	3.00
เยื่อใย	0.00
เถ้า	2.00
แคลเซียม	0.84
ฟอสฟอรัส	0.50
ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้	0.48

หมายเหตุ: ¹ แคลเซียมร้อยละ 23.31, ฟอสฟอรัสร้อยละ 17.48

² แคลเซียมร้อยละ 38

³ สารผสมล่งหน้าแร่ธาตุ และวิตามิน, หน่วยกิโลกรัมต่อ 100 กิโลกรัมอาหาร

ตารางที่ 3-5 แผนผังการให้อาหารที่ไม่มีโปรตีน

	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
ตัวที่1	อาหารที่ไม่มีโปรตีน	อาหารสูตร SBO 9 MET 0.40	อาหารที่ไม่มีโปรตีน	อาหารสูตร SBO 9 MET 0.40
ตัวที่2	อาหารสูตร SBO 9 MET 0.40	อาหารที่ไม่มีโปรตีน	อาหารสูตร SBO 9 MET 0.40	อาหารที่ไม่มีโปรตีน

3.3 แผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบ 3x3 Factorial Experimental in Completely Randomized Design จำนวน 2 ปัจจัย ๆ ละ 3 ระดับ คือ

ปัจจัย A คือ ระดับน้ำมันถั่วเหลือง 3 ระดับ คือ

A1 : น้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 3 ของอาหาร (SBO 3)

A2 : น้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 6 ของอาหาร (SBO 6)

A3 : น้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 9 ของอาหาร (SBO 9)

ปัจจัย B คือ ระดับเมทไธโอนีน 3 ระดับ คือ

B1 : เมทไธโอนีนร้อยละ 0.40 (MET 0.40)

B2 : เมทไธโอนีนร้อยละ 0.45 (MET 0.45)

B3 : เมทไธโอนีนร้อยละ 0.50 (MET 0.50)

ดังนั้น สุนัขจะได้รับอาหารที่ทำการศึกษานี้จำนวน 9 สูตร ๆ ละ 1 ตัวต่อซ้ำ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ คือ

สูตรที่ 1 ระดับน้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 3 ระดับเมทไธโอนีนร้อยละ 0.40 (SBO 3 MET 0.40)
 สูตรที่ 2 ระดับน้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 3 ระดับเมทไธโอนีนร้อยละ 0.45 (SBO 3 MET 0.45)
 สูตรที่ 3 ระดับน้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 3 ระดับเมทไธโอนีนร้อยละ 0.50 (SBO 3 MET 0.50)
 สูตรที่ 4 ระดับน้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 6 ระดับเมทไธโอนีนร้อยละ 0.40 (SBO 6 MET 0.40)
 สูตรที่ 5 ระดับน้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 6 ระดับเมทไธโอนีนร้อยละ 0.45 (SBO 6 MET 0.45)
 สูตรที่ 6 ระดับน้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 6 ระดับเมทไธโอนีนร้อยละ 0.50 (SBO 6 MET 0.50)
 สูตรที่ 7 ระดับน้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 9 ระดับเมทไธโอนีนร้อยละ 0.40 (SBO 9 MET 0.40)
 สูตรที่ 8 ระดับน้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 9 ระดับเมทไธโอนีนร้อยละ 0.45 (SBO 9 MET 0.45)
 สูตรที่ 9 ระดับน้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 9 ระดับเมทไธโอนีนร้อยละ 0.50 (SBO 9 MET 0.50)

และแผนผังการทดลองเป็นดังนี้

	A1			A2			A3		
	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3
R1	A1B1R1	A1B2R1	A1B3R1	A2B1R1	A2B2R1	A2B3R1	A3B1R1	A3B2R1	A3B3R1
R2	A1B1R2	A1B2R2	A1B3R2	A2B1R2	A2B2R2	A2B3R2	A3B1R2	A3B2R2	A3B3R2
R3	A1B1R3	A1B2R3	A1B3R3	A2B1R3	A2B2R3	A2B3R3	A3B1R3	A3B2R3	A3B3R3

3.4 การเก็บมูลและปัสสาวะ

การเก็บมูลและปัสสาวะ ของสุกรที่ขับถ่ายออกมา มีวิธีการดังนี้

1) การเก็บมูล โดยการเก็บมูลทั้งหมดที่ขับถ่ายออกมาทุกวันในระยะทดลอง เก็บวันละ 2 ครั้ง เริ่มต้นเก็บเวลา 07.00 และ 16.30 นาฬิกา เก็บมูลใส่ถุงพลาสติก ชั่งน้ำหนักมูลสดทุกครั้ง เติมกรดซัลฟูริกเจือจางที่มีความเข้มข้นร้อยละ 3 ปริมาณ 50 กรัม ตามวิธีของวชิร (2546) เพื่อป้องกันการระเหยของไนโตรเจน และการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ นำมูลในวันที่ 5 ถึง 7 ของสัปดาห์เข้าอบให้แห้งในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 60 ถึง 70 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 7 วัน นำมูลออกจากตู้อบแล้วทิ้งไว้ 1 คืน ชั่งน้ำหนักมูลแห้ง ปิดปากถุงพลาสติกให้สนิท เก็บตัวอย่างมูลในที่แห้งและไม่ถูกแสงสว่าง เพื่อรอวิเคราะห์ทางเคมีต่อไป

2) การเก็บปัสสาวะ โดยการเก็บปัสสาวะที่ขับถ่ายออกมาทุกวันในระยะทดลอง เก็บวันละครั้ง เริ่มต้นเก็บเวลา 07.30 นาฬิกา โดยปัสสาวะที่ขับถ่ายออกมาทั้งหมด ถูกรวบรวมเก็บไว้ในขวดแก้วสีชา ซึ่งเติมกรดซัลฟูริกเจือจางที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาณ 100 กรัม ตามวิธีของวชิร (2546) เพื่อป้องกันการระเหยของไนโตรเจน ชั่งน้ำหนักปัสสาวะรวมกับกรดซัลฟูริกเจือจาง โดยเก็บปัสสาวะสามวันสุดท้ายของสัปดาห์ไว้ในขวดพลาสติก โดยเก็บร้อยละ 10 ของน้ำหนักปัสสาวะในแต่ละวัน เพื่อรอวิเคราะห์หาไนโตรเจนต่อไป

3.5 การเก็บรวบรวมอาหารทดลองเพื่อวิเคราะห์ทางเคมี

การเก็บรวบรวมอาหารทดลอง และอาหารที่ไม่มีโปรตีน เพื่อวิเคราะห์ทางเคมี โดยได้เก็บตัวอย่างอาหารที่ผสมตามส่วนประกอบ ดังแสดงในตารางที่ 3-1 และ 3-4 ให้เพียงพอสำหรับสุกรแต่ละตัว ซึ่งผสมอาหาร 3 ครั้งๆ ละ 10 สูตรอาหาร สูตรอาหารละ 25 กิโลกรัม เก็บตัวอย่างอาหารที่ผสมแล้วในแต่ละครั้ง สูตรอาหารละ 100 กรัม และนำไปเก็บในตู้เย็น ที่มีอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ตามวิธีของวชิร (2546) โดยไม่ทำให้โปรตีนเปลี่ยนแปลงสภาพเพื่อรักษาคุณภาพ ปลอดภัยจากแมลง และป้องกันการเปลี่ยนแปลงความชื้นของอาหาร เพื่อรอวิเคราะห์ทางเคมีต่อไป

3.6 การรวมมูลและปัสสาวะเพื่อวิเคราะห์ทางเคมี

ก่อนการวิเคราะห์ทางเคมีของมูลและปัสสาวะ ต้องรวมตัวอย่างมูลและปัสสาวะ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การรวมมูล รวมมูลแห้งในสามวันสุดท้ายของแต่ละสัปดาห์ โดยรวมมูลจากน้ำหนักครึ่งหนึ่งของมูลทั้งหมดของแต่ละวัน ทำการบดมูลแห้งให้ละเอียด ซึ่งจะมีตัวอย่างมูล 4 ตัวอย่างจาก 4 สัปดาห์ต่อสุกร 1 ตัว

2) การรวมปัสสาวะ รวมตัวอย่างปัสสาวะที่เก็บไว้ในสามวันสุดท้ายของการทดลองของแต่ละสัปดาห์ แยกปัสสาวะของสุกรแต่ละตัว ซึ่งจะมีตัวอย่างปัสสาวะ 4 ตัวอย่างจาก 4 สัปดาห์ต่อสุกร 1 ตัว เก็บตัวอย่างปัสสาวะปริมาณ 120 มิลลิลิตร ในขวดพลาสติก แช่เย็นที่อุณหภูมิ -10 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์หาไนโตรเจนต่อไป

3.7 การวิเคราะห์ทางเคมี

วิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของกากถั่วเหลือง อาหารทดลอง มูลและปัสสาวะดังต่อไปนี้

1) วิเคราะห์ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า แคลเซียม และฟอสฟอรัสของกากถั่วเหลืองและอาหารทดลองตามวิธีของ A.O.A.C. (1975)

2) วิเคราะห์หาความชื้นและปริมาณไนโตรเจนในมูล โดยใช้วิธีเจลดาล (Kjeldahl method) ตามวิธี A.O.A.C. (1975)

3) วิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในปัสสาวะ โดยใช้วิธีเจลดาล (Kjeldahl method) ตามวิธี A.O.A.C. (1975)

3.8 การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลตลอด 4 สัปดาห์ของการทดลอง โดยบันทึกข้อมูลดังนี้

1) น้ำหนักสุกร ชั่งน้ำหนักตัวของสุกรในวันแรกของทุก ๆ สัปดาห์ ตลอดการทดลอง 4 สัปดาห์ ดังแสดงในภาพที่ 3-2

2) น้ำหนักอาหารที่กินแต่ละวัน

3) น้ำหนักมูลแต่ละวัน

4) น้ำหนักปัสสาวะแต่ละวัน

5) อุณหภูมิแต่ละวัน โดยทำการบันทึกอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุดในเวลา 06.30 นาฬิกา และอุณหภูมิกระเปาะเปียกกระเปาะแห้งในเวลา 06.30 และ 16.00 นาฬิกา



ภาพที่ 3-2 การชั่งน้ำหนักสุกร

3.9 ลักษณะที่ต้องการศึกษา

การศึกษาผลของระดับน้ำมันถั่วเหลืองและเมทไธโอนีนในอาหารต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนในสุกรรุ่น เพศผู้ตอน ซึ่งวิธีพิจารณาจากน้ำหนักตัวของสุกร ปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณโปรตีนที่กิน และปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกมาทางมูลและทางปัสสาวะจากสุกรมีลักษณะที่ศึกษาดังนี้

- 1) อัตราการเจริญเติบโต, กรัมต่อตัวต่อวัน (Average daily gain; ADG)

$$ADG = WGp / D$$

- 2) ปริมาณอาหารที่กิน, กรัมต่อตัวต่อวัน (Average daily feed intake; ADFI)

$$ADFI = \sum FI / D$$

- 3) น้ำหนักตัวที่เพิ่มต่อปริมาณอาหารที่กิน, กรัมต่อกิโลกรัมอาหาร
(Gain per feed; G/F)

$$G / F = WGp / \sum FI$$

- 4) ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (Protein efficiency ratio; PER)

$$PER = WGp / \sum PI$$

- 5) อัตราโปรตีนสุทธิ (Net protein ratio; NPR)

$$NPR = (WGp - WL_{np}) / \sum PI$$

- 6) การย่อยได้ของสิ่งแห้ง, ร้อยละ (Dry matter digestibility; DMD)

$$DMD = [(DMI - DMf) / DMI] \times 100$$

- 7) การย่อยได้จริงของไนโตรเจน, ร้อยละ (True nitrogen digestibility; TND)

$$TND = \{ [NI - (FN - FNm)] / NI \} \times 100$$

- 8) การสะสมได้จริงของไนโตรเจน, มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว^{0.75} ต่อวัน
(True nitrogen retention; TNR)

$$TNR = [NI - (FN - FNm) - (UN - UNe)] / BW^{0.75}$$

- 9) การใช้ประโยชน์ได้สุทธิจริงของโปรตีน, ร้อยละ (True net protein utilization; NPU)

$$TNPU = \{ [NI - (FN - FNm) - (UN - UNe)] / NI \} \times 100$$

- 10) ค่าทางชีวภาพจริงของโปรตีน (True biological value; TBV)

$$TBV = \{ [NI - (FN - FNm) - (UN - UNe)] / [NI - (FN - FNm)] \} \times 100$$

<i>WGp</i>	= น้ำหนักเพิ่มของสุกรที่ได้รับอาหารมีโปรตีน
<i>WLnp</i>	= น้ำหนักลดของสุกรที่ได้รับอาหารไม่มีโปรตีน
<i>D</i>	= จำนวนวันที่ทดลอง
<i>FI</i>	= ปริมาณอาหารที่กิน
<i>PI</i>	= ปริมาณโปรตีนที่กิน
<i>DMi</i>	= สิ่งแห้งที่กิน
<i>DMf</i>	= สิ่งแห้งที่ขับออกมาทางมูล
<i>NI</i>	= ปริมาณไนโตรเจนที่กิน
<i>FN</i>	= ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกมาทางมูล
<i>UN</i>	= ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกมาทางปัสสาวะ
<i>FNm</i>	= ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกมาทางมูลของสุกรที่กินอาหารที่ไม่มีโปรตีน
<i>UNe</i>	= ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกมาทางปัสสาวะของสุกรกินอาหารที่ไม่มีโปรตีน
<i>BW</i>	= น้ำหนักตัว

3.10 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ตามแผนการทดลองแบบ 3x3 Factorial Experimental in Completely Randomized Design เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1980)

3.11 สถานที่ทดลอง

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สถานที่เลี้ยงสัตว์ทดลอง หมวดสุกร

สถานที่ผสมอาหารสัตว์ หมวดโรงอาหารสัตว์

สถานที่วิเคราะห์ทางเคมี ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์กระเพาะเดียว

3.12 ระยะเวลาทดลอง

ดำเนินการเลี้ยงสัตว์ทดลองระหว่างวันที่ 21 ธันวาคม 2548 ถึง วันที่ 2 เมษายน 2549