

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. สัตว์ทดลอง

ใช้แพะเพศผู้ไม่ตอน หลังหย่านม อายุเริ่มต้นทดลอง 6-10 เดือน โดยเป็นแพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-บอร์ ที่มีระดับสายเลือด 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 14 ตัว และแพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียนที่มีระดับสายเลือด 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 14 ตัว โดยคัดเลือกแพะที่มีสุขภาพสมบูรณ์ มีน้ำหนัก และอายุใกล้เคียงกัน ก่อนนำสัตว์เข้าทดลองทำการกำจัดพยาธิภายนอกด้วยยาไอเวอร์เมกติน (Ivermectin) [Idectin®], The British Dispensary (L.P.) Co. Ltd., (Thailand)] อัตราการใช้ยา 1 มิลลิลิตรต่อน้ำหนักตัวแพะ 50 กิโลกรัม โดยฉีดเข้าใต้ผิวหนัง และได้รับยานิโคลซามาไคด์ (Niclosamide) [Yomesan®], Bayer Co Ltd., Thailand)] เพื่อควบคุมพยาธิตัวตืด โดยการละลายยาถ่ายพยาธิกับน้ำสะอาดในอัตราส่วน 12 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร กรอกให้แพะกินทางปากในอัตราส่วน 1 มิลลิลิตรต่อน้ำหนักตัวแพะ 1 กิโลกรัม นอกจากนี้ทำการฉีดวัคซีนเพื่อป้องกันโรคติดต่อที่สำคัญ ได้แก่ โรคคอบวม และโรคปากและเท้าเปื่อย แพะทุกตัวได้รับหญ้าแห้งแบบเต็มที่ร่วมกับอาหารข้นในระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว โดยได้รับน้ำและแร่ธาตุก่อนอย่างอิสระเป็นเวลา 30 วัน เพื่อให้แพะทุกตัวมีสภาพที่ใกล้เคียงกัน

### 2. อาหารทดลอง

2.1 ทางใบปาล์มน้ำมันแห้ง เก็บรวบรวมทางใบปาล์มน้ำมันจากต้นปาล์มน้ำมันที่มีอายุประมาณ 10 ปี ที่ได้จากการตัดแต่งกิ่งก่อนตัดทะเลายปาล์มน้ำมัน จากสถานีวิจัยและฝึกภาคสนามคลองหอยโข่ง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ โดยตัดส่วนโคนทางใบทิ้ง หลังจากนั้นนำมาตากแดด 3-5 วัน แล้วนำไปสับย่อยผ่านตะแกรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร ด้วยเครื่องย่อยปุ๋ยพืชสด นำไปตากแดดอีกครั้งหนึ่งจนแห้งสนิท เก็บไว้ในภาชนะที่ปิดมิดชิดเพื่อใช้สำหรับการทดลอง แต่เนื่องจากทางใบปาล์มน้ำมันแห้งที่สับย่อยผ่านตะแกรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร มีขนาดใหญ่เกินไป จึงนำไปสับย่อยผ่านตะแกรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.75 เซนติเมตร อีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ผสมกับอาหารข้นได้เป็นเนื้อเดียวกัน ป้องกันการเลือกกินอาหารของสัตว์

2.2 หญ้าแห้ง ใช้หญ้าพลิกเททูลัมแห้งของกองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ สับย่อยให้มีขนาดเล็ก เช่นเดียวกับทางใบปาล์มน้ำมันก่อนนำไปผสมร่วมกับอาหารข้น

2.3 กากตะกอนน้ำมันปาล์ม กากตะกอนน้ำมันปาล์มที่ใช้ในการทดลอง ได้จากโรงงานที่มีกระบวนการสกัดน้ำมันแบบมาตรฐาน

2.4 การเตรียมอาหารผสมสำเร็จ อาหารผสมสำเร็จที่ใช้ในการทดลองทั้ง 2 สูตร เป็นอาหารผสมสำเร็จธรรมดา ไม่มีการอัดเม็ด มีสัดส่วนอาหารหยาบต่ออาหารข้นอยู่ในช่วง 35 : 65 แบ่งเป็น 2 สูตร คือ อาหารผสมสำเร็จที่ใช้หญ้าพลิกเททูลัมแห้ง (TMR-Plicat) และอาหารผสมสำเร็จที่ใช้ทางใบปาล์ม น้ำมันแห้งร่วมกับกากตะกอนน้ำมันปาล์ม (TMR-OPF-POS) ซึ่งสัดส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ในอาหารผสม

สำเร็จ แสดงดังตารางที่ 2 โดยคำนวณให้อาหารทั้ง 2 สูตร มีโภชนะเพียงพอเพื่อการเจริญเติบโตของแพะวันละ 1 กิโลกรัม ที่แนะนำไว้โดย NRC (1981)

### 3. การวางแผนการทดลอง

ใช้การจัดทรีทเมนต์แบบ  $2 \times 2$  แฟกทอเรียล ในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ ( $2 \times 2$  factorial in randomized complete block design) โดยใช้น้ำหนักเริ่มต้นของแพะทดลองเป็นบล็อกประกอบด้วย 2 ปังจัย ปังจัยแรกคือ ชนิดของอาหารผสมสำเร็จ มี 2 ชนิด คือ อาหารผสมสำเร็จที่ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันแห้งร่วมกับกากตะกอนปาล์มน้ำมัน และอาหารผสมสำเร็จที่ใช้หญ้าแห้ง ส่วนปังจัยที่ 2 ได้แก่พันธุ์แพะ มี 2 พันธุ์ คือ แพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-บอร์ 50 เปอร์เซนต์ และแพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซนต์ ดังนั้นจึงประกอบไปด้วยทรีทเมนต์ร่วม (treatment combination) 4 ทรีทเมนต์ ดังนี้

- ทรีทเมนต์ที่ 1 : ทางใบปาล์มน้ำมันแห้งและกากตะกอนปาล์มน้ำมันในอาหารผสมสำเร็จ + แพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-บอร์
- ทรีทเมนต์ที่ 2 : ทางใบปาล์มน้ำมันแห้งและกากตะกอนปาล์มน้ำมันในอาหารผสมสำเร็จ + แพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียน
- ทรีทเมนต์ที่ 3 : หญ้าแห้งในอาหารผสมสำเร็จ + แพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-บอร์
- ทรีทเมนต์ที่ 4 : หญ้าแห้งในอาหารผสมสำเร็จ + แพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียน

**ตารางที่ 2** สัดส่วนของวัตถุดิบ (%ในสภาพที่ให้สัตว์กิน) และองค์ประกอบทางเคมี (%บนฐานวัตถุแห้ง) ของอาหารทดลอง

วัตถุดิบอาหารสัตว์	TMR-Plicat	TMR-OPF-POS
กากน้ำตาล	5.0	5.0
กากเนื้อในเมล็ดปาล์มป่น	17.0	0.0
รำสกัดน้ำมัน	27.2	0.0
ข้าวโพดป่น	0.0	24.0
กากถั่วเหลือง	13.2	13.0
กากตะกอนน้ำมันปาล์มแห้งป่น	0.0	20.0
หญ้าพลิกแคทูลัมแห้ง	35.0	0.0
ทางใบปาล์มน้ำมันแห้ง	0.0	35.0
พรีมิกซ์ <sup>1</sup>	0.5	0.5
กำมะถัน	0.2	0.2
ยูเรีย	1.4	1.8
ไคแคลเซียมฟอสเฟต	0.5	0.5
ราคา, บาท/กก.	8.43	7.48
<b>องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองที่ได้จากการคำนวณ<sup>2</sup></b>		
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้, Mcal/kg	1.88	1.87
โปรตีนรวม, %	18.07	18.09
ไขมัน, %	2.73	4.97
ลิก โนเซลลูโลส, %	26.17	21.61
ผนังเซลล์, %	46.93	31.82
แคลเซียม, %	0.58	0.65
ฟอสฟอรัส, %	0.67	0.32

<sup>1</sup>ประกอบด้วยวิตามินเอ 2,160,000, วิตามินดี 3 400,000 และวิตามินอี 5,000 IU; แแมกนีสิส 8.5, สังกะสี 6.4, เหล็ก 8.0, ทองแดง 1.6, โคบอลต์ 320.0, ไอโอดีน 800.0, แมกนีเซียม 16.0, ซีลีเนียม 32.0 และสารธรมอาหารสัตว์ 6.6 กรัม. ปรับให้ครบ 1 กก. ด้วยสื่อ

<sup>2</sup>คำนวณองค์ประกอบทางเคมีของอาหารโดยใช้ฐานข้อมูลจาก ราไฟร และคณะ (2547); วรรณ และคณะ (2548) และ Wan Zahari และ Alimon (2004)

#### 4. การทดลองและการเก็บข้อมูล

การทดลองแบ่งเป็น 2 ระยะ ดังนี้

1. ระยะปรับตัว ใช้ระยะเวลา 14 วัน เป็นช่วงที่ฝึกให้สัตว์มีความคุ้นเคยกับสภาพการทดลองและอาหารก่อนเข้าสู่การทดลองจริง สุ่มแพะทดลองตามแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ โดยแพะแต่ละตัวอยู่ในคอกขังเดี่ยวที่มีน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา ให้ได้รับอาหารผสมสำเร็จตามทริทเมนต์ที่กำหนดแบบเต็มที วันละ 2 ครั้งในตอนเช้าให้อาหารเวลา ประมาณ 08.00 นาฬิกา และ

ในตอนบ่ายเวลาประมาณ 16.00 นาฬิกาโดยในคอกแต่ละคอกมีน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา ในการให้อาหารช่วงเช้าทำการชั่งอาหารที่ให้ และชั่งอาหารที่เหลือในช่วงเย็น และในช่วงเย็นทำการชั่งอาหารที่ให้ และชั่งอาหารที่เหลือในช่วงเช้าของวันถัดไป โดยจดบันทึกปริมาณอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือทั้งเช้าและเย็นทุกวันเพื่อนำไปคำนวณปริมาณการกินได้แต่ละวัน

2. ระยะทดลอง เป็นระยะเก็บข้อมูลใช้ระยะเวลา 95 วัน แพะแต่ละตัวถูกเลี้ยงไว้ในกรงขังเดี่ยว ได้รับอาหารตามกลุ่มทดลองเหมือนระยะปรับตัว ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ในเวลา 08.00 นาฬิกา และ 16.00 นาฬิกาและมีน้ำสะอาดให้แพะกินอย่างเพียงพอตลอดเวลา ทำความสะอาดภาชนะที่ใส่น้ำและอาหารทุกวัน เก็บข้อมูล ดังนี้

2.1 บันทึกปริมาณการกินได้ของอาหารตลอดระยะทดลอง โดยชั่งน้ำหนักและบันทึกปริมาณอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือในวันถัดไป แล้วนำมาคำนวณปริมาณการกินได้ในแต่ละวัน สุ่มเก็บอาหารก่อนให้สัตว์ทดลอง และอาหารที่เหลือในแต่ละวันเพื่อนำไปวิเคราะห์หาความชื้นโดยนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ปรับปริมาณการกินได้ให้อยู่ในรูปของวัตถุแห้ง

2.2 ก่อนผสมอาหารทุกครั้งสุ่มเก็บตัวอย่างทางใบปาล์มน้ำมัน หญ้าแห้ง กากตะกอนน้ำมันปาล์มแห้ง และสุ่มเก็บอาหารผสมสำเร็จทั้ง 2 สูตร เพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

2.3 ชั่งน้ำหนักแพะทุกๆ 15 วัน ตลอดการทดลองเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักในแต่ละช่วง รวมทั้งคำนวณอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว

2.4 สุ่มเก็บมูลแพะเพื่อนำมาวิเคราะห์การย่อยได้ของโภชนะ ในวันที่ 91-95 ของการทดลอง ทำการสุ่มเก็บมูลแพะแต่ละตัวทางทวารหนัก (rectal sampling) ตัวละประมาณ 50-80 กรัม ในเวลาประมาณ 11.00 นาฬิกา เมื่อเก็บมูลครบ 5 วัน นำมูลของแต่ละตัวมารวมกัน และสุ่มเก็บไว้เพียง 300-500 กรัม แช่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

2.5 นำอาหารและมูลที่สุ่มเก็บไว้ มาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นนำไปบดผ่านรูดะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อเก็บไว้วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีได้แก่ วัตถุแห้ง โปรตีนรวม และเถ้า ตามวิธีการของ AOAC (1990) วิเคราะห์ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส และ ลิกนินตามวิธีการของ Goering และ Van Soest (1970) และวิเคราะห์เถ้าที่ไม่ละลายในกรด (acid insoluble ash, AIA) ตามวิธีการของ Van Keulen และ Young (1977) หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลไปคำนวณสัมประสิทธิ์การย่อยได้ ตามวิธีการของ Schnieder และ Flatt (1975)

2.6 การศึกษาคุณภาพซากและองค์ประกอบของซาก เมื่อเลี้ยงแพะครบกำหนด 95 วัน สุ่มแพะกลุ่มละ 4 ตัว นำมาฆ่าและชำแหละซากตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก วินัย (2528) เก็บข้อมูลน้ำหนักซาก องค์ประกอบของร่างกาย (หัวและเขา หนัง ระบบทางเดินอาหาร เลือด แข็ง หาง ดับ ปอด และหลอดลม ไชมันรวม อัมตะและองคชาติ ม้าม หัวใจ กระบังลม และไต) ความยาว และความกว้างของซาก ความยาวเนื้อสันนอก และสันใน พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (ระหว่างกระดูกซี่โครงซี่ที่ 12 และ 13) องค์ประกอบและสัดส่วนของซาก (เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง เปอร์เซ็นต์ไขมันในซาก เปอร์เซ็นต์เนื้อเยื่อ

เกี่ยวพัน เปอร์เซ็นต์กระดูก สัตว์ส่วนเนื้อแดง : กระดูก และสัตว์ส่วนเนื้อแดงรวมไขมัน : กระดูก) และทำการตัดซากแพะแบบสากลตามรายละเอียดของ มกอช. (2549) ได้แก่ ไหล่ (shoulder) สันซี่โครง (rack) สันสะเอว (loin) สะโพก (chump) ขาหน้า (fore leg) อก (breast) คอ (neck) และขาหลัง (leg) ศึกษาคุณภาพซากโดยใช้กล้องเนื้อสันนอกระหว่างกระดูกซี่โครงซี่ที่ 9-12 เพื่อวัดสีโดยใช้เครื่องวัดสีอัตโนมัติ วัดความเป็นกรด-ด่างโดยใช้ pH meter (pH electrode MP 125 LE, Switzerland) วัดไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ (marbling) โดยใช้เกรดไขมันแทรกในกล้ามเนื้อของ USDA และศึกษาองค์ประกอบทางเคมี (โดยวิธีประมาณ) ได้แก่ โปรตีน ไขมัน และเถ้า ตามวิธีการของ AOAC (1990) และวิเคราะห์ค่า Iodine value ของไขมันสันหลังในซากแพะตามวิธีการของ เสาวลักษณ์ และมุขิตา (2544) และ IUPAC (1979)

#### 2.7 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต

ทำการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตได้แก่ ต้นทุนค่าอาหาร 1 กิโลกรัม ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม ต้นทุนค่าอาหารและพันธุ์ ผลตอบแทนเมื่อหักต้นทุนค่าอาหารและพันธุ์ และผลตอบแทนเมื่อหักเฉพาะต้นทุนค่าอาหาร

#### 2.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบ 2 x 2 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's multiple range test (Steel and Torrie, 1980) ส่วนต้นทุนการผลิตแสดงในรูปค่าเฉลี่ย

