บทที่ 2

วิธีการวิจัย

วิธีดำเนินการ

1. แผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบ 2 × 3 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Factorial in Completely Randomized Design) โดยมีปัจจัย 2 ปัจจัย คือ

1. รูปแบบพันธุกรรม แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ แพะพื้นเมืองไทย และลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้

2. ระดับโปรตีนรวมในอาหารข้น แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ 14, 17 และ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยมีการปรับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารข้นแต่ละสูตรอาหารให้เท่ากันตามความต้องการพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของแพะ (NRC, 1981)

จากปัจจัยดังกล่าว จัดสัตว์ทดลองได้เป็น 6 ทรีตเมนต์คอมบิเนชั่น (treatment combinations) ได้ดังนี้

1.) แพะพื้นเมืองไทย ได้รับข้าวโพดหมักเป็นอาหารหยาบและเสริมอาหารข้นที่มีระดับโปรตีนรวม 14 เปอร์เซ็นต์

2.) แพะพื้นเมืองไทย ได้รับข้าวโพดหมักเป็นอาหารหยาบและเสริมอาหารข้นที่มีระดับโปรตีนรวม 17 เปอร์เซ็นต์

3.) แพะพื้นเมืองไทย ได้รับข้าวโพดหมักเป็นอาหารหยาบและเสริมอาหารข้นที่มีระดับโปรตีนรวม 20 เปอร์เซ็นต์

4.) แพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ ได้รับข้าวโพดหมักเป็นอาหารหยาบและเสริมอาหารข้นที่มีระดับโปรตีนรวม 14 เปอร์เซ็นต์

5.) แพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ ได้รับข้าวโพดหมักเป็นอาหารหยาบและเสริมอาหารข้นที่มีระดับโปรตีนรวม 17 เปอร์เซ็นต์

6.) แพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ ได้รับข้าวโพดหมักเป็นอาหารหยาบและเสริมอาหารข้นที่มีระดับโปรตีนรวม 20 เปอร์เซ็นต์

2. การจัดการสัตว์ทดลอง

สัตว์ทดลองที่ใช้เป็นแพะ 2 รูปแบบพันธุกรรม คือ แพะพื้นเมืองไทย และลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ อายุ 12-13 เดือน น้ำหนักตัวเฉลี่ย 17.6 ± 0.8 และ 22.3 ± 0.7 กิโลกรัม ตามลำดับ จำนวน 18 และ 24 ตัว ตามลำดับ รวมแพะที่ใช้ในการทดลองทั้งสิ้นจำนวน 42 ตัว แบ่งแพะแต่ละรูปแบบพันธุกรรมออกเป็น 3 กลุ่ม โดยเป็นแพะพื้นเมืองไทย และลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มละ 6 และ 8 ตัว ตามลำดับ จัดให้แต่ละกลุ่มของแพะแต่ละรูปแบบพันธุกรรมมีน้ำหนักตัวใกล้เคียงกันให้มากที่สุด แพะพื้นเมืองไทยทั้ง 3 กลุ่ม ได้รับการจัดเข้าทรีตเมนต์ คอมบิเนชั่น 1-3 โดยวิธีการสุ่ม และในทำนองเดียวกัน แพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ ก็ได้รับการจัดเข้าทรีตเมนต์คอมบิเนชั่น 4-6

ก่อนนำแพะเข้าคอกทดลอง แพะทุกตัวได้รับยาไอเวอร์เมกติน (Ivermectin) [Idectin®, The British Dispensary (L.P.) Co. Ltd., (Thailand)] เพื่อควบคุมพยาธิตัวกลมและพยาธิภายนอก โดยการฉีดเข้าใต้ผิวหนังในอัตราส่วน 1 มิลลิลิตร ต่อน้ำหนักตัวแพะ 50 กิโลกรัม และได้รับยานิโคลซาไมด์ (Niclosamide) [Yomesan®, Bayer Co.Ltd., (Thailand)] เพื่อควบคุมพยาธิตัวตืด โดยการละลายยาถ่ายพยาธิกับน้ำสะอาดในอัตราส่วน 12 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร แล้วกรอกให้แพะกินทางปากในอัตราส่วน 1 มิลลิลิตรต่อน้ำหนักตัวแพะ 1 กิโลกรัม นอกจากนี้ แพะยังได้รับการฉีดวัคซีนเพื่อป้องกันโรค 2 ชนิด คือ 1) วัคซีนป้องกันโรคปากและเท้าเปื่อย (Food and Mouth Disease Vaccine) และ 2) วัคซีนเฮโมรายิก เซฟติซีเมีย (Haemorrhagic Septicaemia Vaccine) เพื่อป้องกันโรคคอบวม ซึ่งวัคซีนทั้งสองชนิดผลิตโดยกองผลิตชีวภัณฑ์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยฉีดเข้าใต้ผิวหนังชนิดละ 3 มิลลิลิตรต่อตัว

นำแพะเข้าโรงเรือนทดลองที่ได้รับการแบ่งพื้นที่ย่อยภายในโรงเรือนให้เป็นคอกขังเดี่ยวที่มีขนาด 0.8 × 1.2 × 1.2 เมตร (กว้าง × ยาว × สูง) เพื่อขังเดี่ยวแพะแต่ละตัว เขียนสัญลักษณ์แสดงทรีตเมนต์คอมบิเนชั่นประจำตัวแพะทุกตัวในตำแหน่งที่เห็นได้ชัดเจนหน้าคอกขังเดี่ยวแต่ละคอก โดยให้แพะปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนและอาหารทดลอง (adaptation period) เป็นระยะเวลา 14 วัน และทำการเก็บข้อมูล (collecting period) เป็นระยะเวลา 90 วัน

3. การปลูกข้าวโพด และการทำข้าวโพดหมัก

3.1 การปลูกข้าวโพด

ก. การเตรียมแปลงข้าวโพดก่อนปลูก

ทำการเตรียมแปลงปลูกข้าวโพดซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 3 ไร่ ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก สถานีวิจัยและฝึกภาคสนามคลองหอยโข่ง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. คลองหอยโข่ง จ. สงขลา โดยใช้รถแทรคเตอร์ทำการไถดะด้วยจานไถ 4 จาน ทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ เพื่อกำจัดวัชพืช ตามด้วยการไถแปรด้วยไถ 7 และ 18 จาน ตามลำดับ เพื่อทำให้ดินแตกละเอียดขึ้นและเพื่อกำจัดวัชพืช หลังจากนั้นทำการใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยใช้มูลแพะในอัตราส่วน 500 กิโลกรัมต่อไร่ และหินฟอสเฟต (0-3-0) ในอัตราส่วน 200 กิโลกรัมต่อไร่ โดยการหว่านให้กระจายทั่วแปลง แล้วใช้รถแทรค-เตอร์ทำการยกร่องเพื่อเตรียมการขุดหลุม หลังจากนั้นก่อนปลูกข้าวโพด 1-2 วัน ทำการป้องกันการงอกของวัชพืชโดยการพ่นด้วยยาควบคุมวัชพืชอลาคลอร์ (Alaclor) [Alaclor®, Supplier Chemical Industry Co., Ltd. (Thailand)] โดยใช้อัตราส่วนยาควบคุมวัชพืช 1 ลิตร ผสมน้ำ 100 ลิตร ต่อพื้นที่ปลูกข้าวโพด 1 ไร่ โดยพ่นลงบนพื้นที่ปลูกทั้งหมดอย่างทั่วถึง

ข. การปลูกข้าวโพด

ข้าวโพดที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 ซึ่งมีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับการทำเป็นพืชอาหารสัตว์หรือข้าวโพดหมัก เนื่องจากมีลำต้นสูงใหญ่ ใบมีขนาดใหญ่และยาว นอกจากนี้ยังมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งสูง โดยนำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดดังกล่าวมาแช่น้ำก่อนปลูกเป็นเวลา 1 วัน เพื่อกระตุ้นให้เมล็ดพันธุ์พร้อมสำหรับการเจริญเติบโต ทำแปลงข้าวโพดให้ชุ่มชื้นก่อนทำการปลูกโดยใช้น้ำจากระบบชลประทานและจากอิทธิพลของน้ำฝน ขุดหลุมปลูกบริเวณบนสันร่องด้วยจอบโดยการใช้แรงงานคน โดยให้มีความลึกประมาณ 5-10 เซ็นติเมตร ระยะปลูกระหว่างแถวประมาณ 75 เซนติเมตร และระหว่างหลุมประมาณ 50 เซ็นติเมตร เพื่อสะดวกแก่การเข้าไปกำจัดวัชพืชในแปลงในภายหลัง ทำการปลูกโดยการหยอดเมล็ดลงหลุมๆ ละประมาณ 3-5 เมล็ด แล้วฝังกลบให้สนิท เพื่อรักษาความชื้นของเมล็ดพันธุ์และป้องกันการลักลอบจิกกินของนก และใช้หุ่นไล่กาเพื่อเป็นการป้องกันการลักลอบจิกกินเมล็ดพันธุ์ของนกอีกวิธีหนึ่ง

ค. การจัดการแปลงข้าวโพดหลังปลูก

นอกจากใส่มูลแพะ และหินฟอสเฟต (0-3-0) ในระหว่างการเตรียมแปลงก่อนปลูกแล้ว เมื่อต้นข้าวโพดมีอายุประมาณ 1 เดือน ทำการเร่งการเจริญเติบโตของลำต้นและใบ และเพิ่มความสมบูรณ์ของต้นข้าวโพด โดยการใช้ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันกับปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) ในปริมาณ 4 และ 3 ถุงต่อพื้นที่ปลูกทั้งหมด ตามลำดับ หรือคิดเป็นอัตราส่วน 66.66 และ 50 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยหยอดที่โคนต้นข้าวโพด นอกจากนี้ ทำการกำจัดวัชพืชโดยการใช้แรงงานคนถางวัชพืชที่เกิดขึ้นในแปลงด้วยจอบ เมื่อต้นข้าวโพดเริ่มมีฝักที่เป็นเมล็ด ใช้ยาเบื่อหนูวางเป็นจุด ๆกระจายทั่วแปลงเพื่อกำจัดหนูที่มาลักลอบกินเมล็ดข้าวโพดภายในฝัก อนึ่ง น้ำที่ใช้ในการหล่อเลี้ยงแปลงข้าวโพดตลอดระยะเวลาก่อนการตัดต้นข้าวโพดได้มาจากอิทธิพลของน้ำฝนทั้งหมด

3.2 การทำข้าวโพดหมัก

ตัดต้นข้าวโพดพร้อมฝักเมื่อระยะเมล็ดเป็นแป้งประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นระยะการตัดตามคำแนะนำของนฤมล (2544) และบุญเสริม และคณะ (2545) โดยการใช้พร้าตัดบริเวณโคนของลำต้นที่สูงจากพื้นดินประมาณ 5 นิ้ว หลังจากนั้นนำมาสับให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ด้วยเครื่องสับแบบใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีกำลัง 3.5 แรงม้า มีอัตราการสับประมาณ 300 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยสับให้มีความยาว 0.5-1.0 นิ้ว ซึ่งเป็นความยาวตามคำแนะนำของ Holland และ Kezar (1990) แล้วนำมาบรรจุใส่ถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร ทำการอัดให้แน่นเป็นชั้น ๆ เพื่อกำจัดอากาศออก โดยการให้คนขึ้นไปเหยียบย่ำและขย่ม เมื่ออัดแน่นจนเต็มถังแล้ว ทำการปิดฝาถังและล็อคให้แน่นสนิท เพื่อป้องกันอากาศจากภายนอกเข้าในถังหมัก แล้วนำไปเก็บไว้ในที่ร่มและมีอากาศถ่ายเทสะดวกเป็นเวลาอย่างน้อย 30 วัน ก่อนนำออกมาใช้ในการเลี้ยงแพะ

4. อาหารและการให้อาหาร

แพะแต่ละตัวที่เลี้ยงไว้ในคอกขังเดี่ยวภายในโรงเรือน ได้รับข้าวโพดหมัก และอาหารข้น (วัตถุแห้งในสภาพให้สัตว์กิน) วันละ 2.4 และ 1.6 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวตามลำดับ แยกรางข้าวโพดหมักและรางอาหารข้นออกจากกัน แพะได้รับอาหารวันละ 2 ครั้ง คือ เวลา 08.00 และ 14.00 น. โดยให้แพะได้รับข้าวโพดหมักก่อนอาหารข้นประมาณ 30 นาที และมีน้ำสะอาดให้แพะกินอย่างเพียงพอตลอดเวลา มีการปรับปริมาณอาหารที่ให้ตามน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลงทุก ๆ 2 สัปดาห์

อาหารข้นที่ใช้ในการทดลองมี 3 สูตร แบ่งตามระดับโปรตีนรวมในอาหารข้น คือ 14, 17 และ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยที่สูตรที่ 1 มีระดับโปรตีนรวม 14 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับโปรตีนรวมที่ตรงตามความต้องการของแพะซึ่งแนะนำโดย NRC (1981) และ Milton และคณะ (1987) ส่วนอาหารข้นสูตรที่ 2 และ 3 มีระดับโปรตีนรวม 17 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เป็นระดับที่สูงกว่าระดับที่แนะนำดังกล่าว ปรับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารข้นแต่ละสูตรให้เท่ากันตามความต้องการพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของแพะซึ่งแนะนำโดย NRC (1981) สัดส่วนของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ประกอบสูตรอาหารข้น และส่วนประกอบทางเคมีที่ได้จากการคำนวณแสดงไว้ใน ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สัดส่วนของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ประกอบสูตรอาหารข้น และส่วนประกอบทางเคมีในสภาพที่ให้สัตว์กิน (as fed basis)

วัตถุดิบอาหารสัตว์	เปอร์เซ็นต์		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
เมล็ดข้าวโพดป่น	80.0	71.0	62.0
กากถั่วเหลือง	12.5	21.5	30.5
ปลาป่น	4.0	4.0	4.0
เกลือทะเล	2.0	2.0	2.0
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	1.5	1.5	1.5
รวม	100	100	100
ส่วนประกอบทางเคมีที่ได้จากการคำนวณ [1]			
โปรตีนรวม (เปอร์เซ็นต์)	14.0	17.0	20.0
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ [2] (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)	2,701	2,704	2,708

[1] คำนวณจากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารสัตว์ ในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพอาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

[2] คำนวณจาก NRC (1981)

5. การเก็บข้อมูล

5.1 การกินได้

ชั่งน้ำหนักข้าวโพดหมักที่ให้และที่เหลือในแต่ละวันของแพะแต่ละตัวในตอนเช้าก่อนให้อาหารของวันถัดไป โดยใช้เครื่องชั่งแบบวางพื้นขนาด 3.0 กิโลกรัม และจดบันทึกเพื่อหาปริมาณข้าวโพดหมักที่แพะกินได้ในแต่ละวัน และในทำนองเดียวกัน ชั่งน้ำหนักอาหารข้นที่ให้และที่เหลือในแต่ละวันของแพะแต่ละตัวในตอนเช้าก่อนให้อาหารของวันถัดไป โดยใช้เครื่องชั่งละเอียดแบบวางพื้นขนาด 1.0 กิโลกรัม และจดบันทึกเพื่อหาปริมาณอาหารข้นที่แพะกินได้ในแต่ละวัน ตลอดระยะเวลาการทดลอง 90 วัน เพื่อนำมาคำนวณหาการกินได้ ตามสูตรดังต่อไปนี้

ก. ปริมาณอาหารที่แพะกินได้ (กรัมต่อวัน)

$$= \frac{\text{ปริมาณอาหารที่แพะกินตลอดการทดลอง}}{\text{จำนวนวันที่ทดลอง}}$$

ข. ปริมาณอาหารที่แพะกินได้ (กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อวัน)

$$= \frac{\text{ปริมาณอาหารที่แพะกินตลอดการทดลอง/จำนวนวันที่ทดลอง}}{[(\text{น้ำหนักตัวสิ้นสุดการทดลอง} + \text{น้ำหนักตัวเริ่มต้นการทดลอง})/2]^{0.75}}$$

ค. ปริมาณอาหารที่แพะกินได้ (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว)

$$= \left\{ \frac{\text{ปริมาณอาหารที่แพะกินตลอดการทดลอง}}{\text{น้ำหนักตัวเฉลี่ย}} \right\} \times 100$$

5.2 อัตราการเจริญเติบโต

ชั่งน้ำหนักแพะทุกตัวโดยใช้เครื่องชั่งแบบแขวนขนาด 50.0 กิโลกรัม ทำการชั่งน้ำหนักตัวแพะก่อนการทดลองและทุก ๆ 2 สัปดาห์ ตลอดระยะเวลาการทดลอง 90 วัน จดบันทึก

การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวแพะทุกตัว เพื่อนำน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลงมาคำนวณหาอัตรา-การเจริญเติบโต ตามสูตรดังต่อไปนี้

ก. อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อวัน)

$$= \frac{\text{น้ำหนักตัวสิ้นสุดการทดลอง - น้ำหนักตัวเริ่มต้นการทดลอง}}{\text{จำนวนวันที่ทดลอง}}$$

ข. อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อวัน)

$$= \frac{[\text{น้ำหนักตัวสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักตัวเริ่มต้นการทดลอง}]/\text{จำนวนวันที่ทดลอง}}{[(\text{น้ำหนักตัวสิ้นสุดการทดลอง} + \text{น้ำหนักตัวเริ่มต้นการทดลอง})/2)]^{0.75}}$$

5.3 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม

หลังจากสิ้นสุดการทดลอง นำปริมาณอาหารที่แพะกินได้ทั้งหมด น้ำหนักตัวแพะที่เพิ่มขึ้นตลอดการทดลอง และต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด มาคำนวณหาอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ตามสูตรดังต่อไปนี้

ก. อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR, feed/gain)

$$= \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมด}}{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นตลอดการทดลอง}}$$

ข. ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (บาทต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม)

$$= \frac{\text{ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด}}{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นตลอดการทดลอง}}$$

6. องค์ประกอบทางเคมีของข้าวโพดหมักและอาหารข้น

6.1 การเก็บตัวอย่างอาหาร

ก. ข้าวโพดหมัก

สุ่มเก็บตัวอย่างข้าวโพดหมักที่มีอายุการหมักไม่น้อยกว่า 30 วัน โดยสุ่มเก็บจากทุกถังเมื่อนำมาให้แพะกิน โดยสุ่มจากจุดต่าง ๆของถังหมักให้ได้ตัวอย่างรวมกันประมาณ 1 กิโลกรัม นำตัวอย่างที่ได้ผสมให้เข้ากัน เกลี่ยแล้วแบ่งเป็น 4 ส่วน นำส่วนที่อยู่ตรงข้ามกันมาผสมให้เข้ากันและได้ตัวอย่างประมาณ 500 กรัม นำตัวอย่างที่เก็บได้ใส่ถุงพลาสติกซ้อนกัน 2 ถุง ดูดอากาศออกด้วยเครื่องดูดสุญญากาศ แล้วรัดปากถุงให้แน่นเพื่อป้องกันอากาศจากภายนอกเข้าไปในถุง บันทึกวัน เดือน ปี ที่ทำการสุ่มบนถุงพลาสติกด้วยปากกาสีเมจิกถาวร (permanent marker) นำไปแช่ไว้ในตู้แช่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในห้องปฏิบัติการ

ทำการประเมินคุณภาพข้าวโพดหมักโดยวิธีการดังต่อไปนี้ (ฉันทนา และคณะ, 2543)

1) วัดอุณหภูมิข้าวโพดหมักก่อนนำมาให้แพะกิน โดยการสุ่มวัดจากถังหมักสอดเทอร์โมมิเตอร์ลงไปในถังหมัก แช่ทิ้งไว้ประมาณ 1 นาที แล้วจึงนำเทอร์โมมิเตอร์ออกมาอ่านค่าอุณหภูมิ และจดบันทึก

2) ทำการวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของข้าวโพดหมัก โดยสุ่มตัวอย่างจากตัวอย่างข้าวโพดหมักที่แช่เก็บไว้ในตู้แช่ 4 องศาเซลเซียส ใช้ตัวอย่างข้าวโพดหมัก 100 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันประมาณ 3 นาที แล้วกรองผ่านผ้าฝ้าย วัดค่าความเป็นกรด-ด่างในสารละลายที่ผ่านการกรอง โดยใช้เครื่องมือวัดความเป็นกรด-ด่าง (glass electrode pH meter, YSI รุ่น 306) และจดบันทึก

3) ทำการประเมินคุณภาพตัวอย่างข้าวโพดหมัก โดยการใช้ประสาทสัมผัสและการสังเกต ได้แก่ ดมกลิ่น ชิมรสชาติ และดูลักษณะโครงสร้าง และจดบันทึก

ข. อาหารข้น

สุ่มเก็บตัวอย่างจากกระสอบอาหารข้นทุก ๆ ครั้งที่ทำการผสมอาหาร โดยสุ่มเก็บทุกสูตรอาหารจากจุดต่าง ๆ 5 จุด คือตรงกลาง 1 จุด ด้านหัวและด้านท้าย ด้านละ 2 จุด ให้ได้ตัวอย่างรวมกันประมาณ 500 กรัม นำตัวอย่างที่สุ่มได้มาผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน เกลี่ยแล้วแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ต่อจากนั้นเก็บส่วนที่อยู่ตรงข้ามมาผสมกัน แล้วเก็บใส่ขวดเก็บตัวอย่าง ซึ่งเป็น

ขวดฝาเกลียวที่สะอาดและแห้งสนิท นำไปแช่ไว้ในตู้แช่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

6.2 การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

ก. ข้าวโพดหมัก

นำตัวอย่างข้าวโพดหมักเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง จนมีน้ำหนักคงที่ แล้วนำมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่อง Willey Mill ที่มีรูตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร นำตัวอย่างข้าวโพดหมักที่บดได้ทั้งหมดมารวมกันบรรจุในขวดเก็บตัวอย่าง แล้วสุ่มตัวอย่างไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีดังต่อไปนี้ คือ วัตถุแห้ง (dry matter, DM) โปรตีนรวม (crude protein, CP) ไขมันรวม (crude fat หรือ ether extract, EE) และเถ้า (ash) โดยวิธี Proximate Analysis (AOAC, 1990) ส่วนการวิเคราะห์ผนังเซลล์ (cell wall หรือ neutral detergent fiber, NDF) ลิกโนเซลลูโลส (lignocellulose หรือ acid detergent fiber, ADF) และลิกนิน (lignin) โดยวิธีของ Goering และ Van Soest (1975) และวิเคราะห์หาพลังงานรวม (gross energy, GE) โดยใช้ Bomb Calorimeter (Gallenkamp รุ่น CBA-305) นอกจากนี้ยังคำนวณหาอินทรียวัตถุ (organic matter, OM) และคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (non-structural carbohydrate, NSC) โดยใช้สมการดังนี้

อินทรียวัตถุ (%) = วัตถุแห้ง (%) – เถ้า (%)

คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (%) = 100-[โปรตีนรวม (%) + ไขมันรวม (%) + ผนังเซลล์ (%) + เถ้า (%)]

ข. อาหารข้น

นำตัวอย่างอาหารข้นแต่ละสูตรไปวิเคราะห์หาวัตถุแห้ง โปรตีนรวม ไขมันรวม และเถ้า โดยวิธี Proximate Analysis (AOAC, 1990) และวิเคราะห์หาพลังงานรวมโดยวิธีเดียวกันกับข้าวโพดหมัก

7. การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลปริมาณการกินได้ การเจริญเติบโต และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) ตามแผนการทดลอง

แบบ 2 × 3 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด และทดสอบความแตกต่างของค่าเหล่านี้ระหว่างรูปแบบพันธุกรรมและสูตรอาหารข้น โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) (Steel and Torrie, 1980)

8. ระยะเวลาและสถานที่ในการทำวิจัย

การวิจัยนี้ดำเนินการระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2545 – เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2546 โดยใช้สถานที่ในการทำวิจัย 2 แห่ง คือ

8.1 ฟาร์มเลี้ยงแพะของศูนย์วิจัยและพัฒนาสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก (Small Ruminant Research Center) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของสถานีวิจัยและฝึกภาคสนามคลองหอยโข่ง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. คลองหอยโข่ง จ. สงขลา เพื่อใช้เป็นสถานที่ในการปลูกข้าวโพด ทำข้าวโพดหมัก และเลี้ยงแพะทดลอง

8.2 ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพอาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา เพื่อใช้เป็นสถานที่ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างอาหารสัตว์

วัสดุและอุปกรณ์

1. การเตรียมอาหารสัตว์ และการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

1.1 เครื่องสับต้นข้าวโพดแบบใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีกำลัง 3.5 แรงม้า มีอัตราการสับประมาณ 300 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เพื่อสับต้นข้าวโพดพร้อมฝักที่ตัดแล้วให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ

1.2 ถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร พร้อมฝาปิดและอุปกรณ์ล็อคฝาปิด เพื่อใช้ในการหมักต้นข้าวโพดพร้อมฝักที่สับแล้ว

1.3 ข้าวโพดหมัก

1.4 วัตถุดิบอาหารสัตว์เพื่อใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารข้น ได้แก่ เมล็ดข้าวโพดป่น กากถั่วเหลือง ปลาป่น เกลือทะเล และไดแคลเซียมฟอสเฟต

1.5 เครื่องผสมอาหารแนวนอน (Horizontal Type Mixer) เพื่อใช้ผสมอาหารข้น

1.6 เครื่อง Willey Mill พร้อมตะแกรงที่มีรูบดขนาด 1.0 มิลลิเมตร สำหรับบดตัวอย่างอาหารสัตว์

1.7 ตู้แช่ตัวอย่างอาหารสัตว์

1.8 ตู้อบวัตถุแห้ง

1.9 สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างอาหารสัตว์ และอุปกรณ์และเครื่องมือในห้องปฏิบัติการที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างอาหารสัตว์

1.10 เทอร์โมมิเตอร์ เพื่อใช้วัดอุณหภูมิภายในถังข้าวโพดหมัก

1.11 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (glass electrode pH meter, YSI รุ่น 306) เพื่อใช้วัดค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างข้าวโพดหมัก

2. สัตว์ทดลอง วัสดุเกษตร และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

2.1 เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดสุวรรณ 5

2.2 แปลงปลูกข้าวโพด (พื้นที่ประมาณ 3 ไร่)

2.3 สัตว์ทดลองที่ใช้เป็นแพะ 2 รูปแบบพันธุกรรม คือ แพะพื้นเมืองไทย และลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ อายุ 12-13 เดือน น้ำหนักตัวเฉลี่ย 17.6 $\pm$ 0.8 และ 22.3 $\pm$ 0.7 กิโลกรัม ตามลำดับ จำนวน 18 และ 24 ตัว ตามลำดับ รวมแพะที่ใช้ในการทดลองทั้งสิ้นจำนวน 42 ตัว

2.4 ยาไอเวอร์เมกติน (Ivermectin) [Idectin®, The British Dispensary (L.P.) Co. Ltd., (Thailand)] สำหรับควบคุมพยาธิตัวกลมและพยาธิภายนอก

2.5 ยานิโคลซาไมด์ (Niclosamide) [Yomesan®, Bayer Co. Ltd., (Thailand)] สำหรับควบคุมพยาธิตัวตืด

2.6 วัคซีนเฮโมรายิก เซฟติซีเมีย (Haemorrhagic Septicaemia Vaccine) สำหรับป้องกันโรคคอบวม และวัคซีนป้องกันโรคปากและเท้าเปื่อย (Food and Mouth Disease Vaccine) ซึ่งผลิตโดยกองผลิตชีวภัณฑ์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

2.7 โรงเรือนแพะยกพื้นสูง 1.5 เมตร จำนวน 1 หลัง ที่ได้รับการแบ่งย่อยพื้นที่ภายในให้เป็นคอกที่มีขนาด 0.8 $\times$ 1.2 $\times$ 1.2 เมตร (กว้าง $\times$ ยาว $\times$ สูง) เพื่อขังเดี่ยวแพะจำนวน 42 คอก พร้อมอ่างใส่น้ำกิน รางใส่อาหารข้น และรางใส่ข้าวโพดหมัก

2.8 เครื่องชั่งแบบแขวนขนาด 50.0 กิโลกรัม สำหรับชั่งน้ำหนักตัวแพะ

2.9 เครื่องชั่งแบบวางพื้นขนาด 3.0 กิโลกรัม สำหรับชั่งข้าวโพดหมัก

2.10 เครื่องชั่งละเอียดแบบวางพื้นขนาด 1 กิโลกรัม สำหรับชั่งอาหารข้น

2.11 อุปกรณ์ทำความสะอาดคอกแพะ

2.12 ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) และทินฟอสเฟต(0-3-0) จำนวน 4, 3 และ 15 ถุง (น้ำหนักถุงละ 50 กิโลกรัม) ตามลำดับ

2.13 ยาพ่นควบคุมวัชพืชอลาคลอร์ (Alaclor) [Alaclor®, Supplier Chemical Industry Co., Ltd. (Thailand)] พร้อมอุปกรณ์

2.14 อุปกรณ์ที่ใช้เก็บตัวอย่างอาหารข้นและข้าวโพดหมัก ได้แก่ ขวดเก็บตัวอย่างพร้อมฝาเกลียวปิดสนิท ถุงพลาสติก ยางเส้น และปากกาสีเมจิกถาวร

2.15 เครื่องดูดสุญญากาศ เพื่อใช้ดูดอากาศออกจากถุงเก็บตัวอย่างข้าวโพดหมัก

2.16 สมุดบันทึกข้อมูล ปากกา และเครื่องคิดเลข

2.17 กล้องถ่ายรูปดิจิตอล เพื่อใช้ถ่ายรูปที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย