

ผลของระดับเนื้อในเมล็ดยางพาราและกากเนื้อใน
เมล็ดปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารข้นต่อนิเวศวิทยาใน
กระเพาะรูเมนและสมดุลไนโตรเจนในแพะที่ได้รับ
หญ้าชิกแนลแห้งเป็นอาหารหลัก

Effects of of Rubber Seed Kernel and Palm Kernel Cake
Levels in Concentrate on Rumen Ecology and Nitrogen
Balance in Goats Fed *Briachiararia humidicola* Schweick
Hay-based Diet

ปิ่น จันจุฬา^{1/} และ สุภิญญา ชูใจ^{1/}
Pin Chanjula^{1/} and Supinya Chujai^{1/}

Abstract: This experiment aimed to study the effects of levels of rubber seed kernel (RSK; 0, 20 and 30%) and palm kernel cake (PKC; 20 and 30%) in concentrate on dry matter intake, digestibility, rumen fermentation and nitrogen balance. Six goats with average liveweight 22 ± 2 kg were randomly assigned according to a 3x2 factorial arrangement in a 6x6 Latin square design to receive six diets. Signal hay was given on an *ad libitum* basis as the roughage. It was found that, there were interactions between RSK levels and PKC levels with respect to total DMI and goats receiving 30% RSK had lower values ($P < 0.05$) than those receiving 0 and 20% RSK, respectively. Digestion coefficients of nutrients (DM, OM and CP), pH and $\text{NH}_3\text{-N}$ were similar ($P > 0.05$) for all diets and all treatments were within the normal range, whilst, volatile fatty acids, rumen microorganism populations and nitrogen balance were similar among treatments ($P > 0.05$). Based on this study, RSK levels up to 20% incorporated with PKC at 20-30% in concentrate diet could be efficiently use for goats fed on signal hay.

Keywords: Rubber seed kernel, palm kernel cake, feed intake, rumen fermentation, goat

^{1/} ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา 90112

^{1/} Department of Animal Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai Campus, SongKhla, 90112, Thailand

บทคัดย่อ: ผลของระดับเนื้อในเมล็ดยางพารา (RSK) 3 ระดับ (0, 20 และ 30%) และกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน (PKC) 2 ระดับ (20 และ 30%) ในสูตรอาหารชั้นต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนและสมดุลไนโตรเจนในแพะ ได้ศึกษาในแพะน้ำหนักเฉลี่ย 22 ± 2 กิโลกรัม โดยจัดทรีทเมนต์แบบ 3×2 แฟกตอเรียลในแผนการทดลองแบบ 6×6 จตุรัสลาติน ให้แพะได้รับอาหารชั้นที่มีระดับ RSK และ PKC ในสูตรอาหาร 6 สูตร และได้รับหญ้าชิกแนลแห้งอย่างเต็มที่ ผลการทดลองพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมของ RSK และ PKC ต่อปริมาณการกินได้ทั้งหมด ($P < 0.05$) และแพะที่ได้รับ RSK ระดับ 30% มีค่าต่ำกว่า ($P < 0.05$) ที่ระดับ 0 และ 20% ตามลำดับ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ (วัตถุแห้งอินทรีย์วัตถุและโปรตีน) กรด-ด่างและแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนของทุกกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน ขณะที่ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ทั้งหมด ประชากรจุลินทรีย์ ตลอดจนการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจนมีค่าไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) จากผลการทดลองนี้สามารถใช้ RSK ระดับ 20% ร่วมกับ PKC ระดับ 20-30% ในสูตรอาหารชั้นแพะ

คำสำคัญ: เนื้อในเมล็ดยางพารา กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน ปริมาณอาหารที่กินได้ กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน แพะ

คำนำ

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญทำรายได้ให้แก่ประเทศไทย ปีละหลายหมื่นล้านบาท จากรายงานสำนักเศรษฐกิจการเกษตร (2552) ประเทศไทยมีการส่งออกยางพารา ในปี พ.ศ. 2552 จำนวน 2,738,584 ตัน มีมูลค่าถึง 146,188.2 ล้านบาท ในกระบวนการผลิตยางพารามีผลพลอยได้ที่สำคัญ คือ เมล็ดยางพารา (rubber seed) ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากต้นยางพารา (*Hevea brasiliensis*) เมล็ดยางพาราอบแห้งประกอบด้วย เปลือก เนื้อในเมล็ด (kernel) และไขมัน ประมาณ 37-40 และ 60-63 และ 40-50% ตามลำดับ (สุรัตน์, 2528) ซึ่ง Babatunde and Pond (1987) รายงานว่า น้ำมันที่สกัดได้จากเมล็ดยางพารามีองค์ประกอบของกรดไขมันอิ่มตัว 13.9% และกรดไขมันไม่อิ่มตัว 80.5% ซึ่งอุดมไปด้วยกรดไขมัน linoleic และ linolenic acid ในปริมาณสูง กากเนื้อในเมล็ดยางพารายหลังการสกัดน้ำมันสามารถนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ดี เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยมีโปรตีนสูงถึง 26-27% และมีเยื่อใยต่ำ 10-14% (ศิริศักดิ์, 2531) ในขณะที่กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน (palm kernel cake, PKC) ที่ได้จากการกะเทาะเอากะลาออกไปแล้วมาอัดน้ำมัน มี CP 18-19%, EE 5% และ CF 13% ตามลำดับ (สุธา และ เสาวนิต, 2544) ซึ่งใช้เป็นแหล่งของโปรตีน และพลังงานในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ดี อย่างไรก็ตาม การศึกษาการใช้เมล็ด หรือเนื้อในเมล็ดยางพารา

เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องยังมีข้อมูลจำกัด โดยเฉพาะการนำมาใช้เป็นอาหารสำหรับแพะ ดังนั้น การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับที่เหมาะสมของเนื้อในเมล็ดยางพารา และกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนในแพะ

อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์ทดลอง แผนการทดลอง และการเตรียมอาหารทดลอง

ใช้แพะลูกผสมพื้นเมือง-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซนต์ อายุ 17-18 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 22 ± 2 กิโลกรัม จำนวน 6 ตัว ทำการสุ่มแพะโดยจัดทรีทเมนต์แบบ 3×2 แฟกตอเรียลให้กับหน่วยทดลองในแผนการทดลองแบบ 6×6 จตุรัสลาติน ทำการศึกษา 2 ปัจจัยคือระดับของเนื้อในเมล็ดยางพารา (rubber seed kernel, RSK) (0, 20 และ 30%) และระดับของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน (palm kernel cake, PKC) (20 และ 30%) ซึ่งประกอบด้วย 6 กลุ่ม คือ $T_1 = RSK_0 - PKC_{20}$, $T_2 = RSK_0 - PKC_{30}$, $T_3 = RSK_{20} - PKC_{20}$, $T_4 = RSK_{20} - PKC_{30}$, $T_5 = RSK_{30} - PKC_{20}$ และ $T_6 = RSK_{30} - PKC_{30}$ ตามลำดับ

แพะแต่ละตัวถูกเลี้ยงในคอกศึกษาการย่อยได้ (metabolism crate) ขังเดี่ยวยกพื้น มีรางอาหารหยาบอาหารชั้น และที่ให้น้ำอยู่ด้านหน้า อาหารชั้นที่ใช้ในการ

ทดลองประกอบด้วยอาหาร 6 สูตร (ตารางที่ 1) โดยคำนวณให้มีระดับโภชนาการตามความต้องการของแพะตามคำแนะนำของ NRC (1981) ทำการทดลอง 6 ช่วง ๆ ละ 21 วัน ซึ่งประกอบด้วย ระยะปรับตัว (adaptation period) 14 วัน และระยะทดลอง (experimental period) 7 วัน โดยในระยะปรับตัว แพะได้รับหญ้าชิกแนลแห้งแบบเต็มที่ได้เสริมอาหารชั้นตามกลุ่มทดลองในระดับ 2% ของน้ำหนักตัว ให้วันละ 2 ครั้ง ในเวลา 08.00 น. และ 16.00 น. วัดปริมาณอาหารที่ให้ และอาหารที่เหลือทั้งในช่วงเช้า และช่วงเย็นของทุกวันเพื่อหาปริมาณการกินได้ ส่วนในระยะทดลอง แพะได้รับอาหารตามกลุ่มทดลองเหมือนระยะปรับตัว แต่ลดปริมาณอาหารหยาบที่ให้เหลือเพียง 90% ของปริมาณที่กินได้ในช่วงระยะปรับตัว เก็บมูลและปัสสาวะทั้งหมด (total collection) จำนวนเก็บ 5 วัน ติดต่อกันในช่วงท้ายของการทดลอง

การเก็บตัวอย่าง การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

บันทึกการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของแพะ โดยชั่งน้ำหนักก่อนเข้าช่วงการทดลองและในวันสุดท้ายของแต่ละช่วงการทดลอง สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารหยาบ และอาหารชั้นทั้งอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือ นำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยของวัตถุแห้ง แล้วนำมาปรับหาปริมาณการกินได้ของสัตว์ในแต่ละวันและอีกส่วนหนึ่งนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง นำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี เช่น วัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ เถ้า (AOAC, 1990) และวิเคราะห์ neutral detergent fiber (NDF) และ acid detergent fiber (ADF) (Goering and Van Soest, 1970) ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างมูลและปัสสาวะเพื่อนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีและคำนวณหาการย่อยได้ (Schnieder and Flatt, 1975) ข้อมูลที่ได้จากการทดลองทั้งหมดมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (ANOVA) โดยใช้ Proc GLM (SAS Inst. Inc.,

Cary, NC) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1980)

สุ่มเก็บตัวอย่างของเหลวในกระเพาะหมัก (rumen fluid) ของสัตว์ทดลองแต่ละกลุ่ม ที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงของการให้อาหาร โดยใช้ stomach tube ร่วมกับ vacuum pump ในวันสุดท้ายของแต่ละระยะทดลอง ปริมาณ 100 มล. นำมาวัดค่าความเป็นกรด-ด่างทันทีโดยใช้ pH meter (HANNA instruments HI 98153 microcomputer pH meter) หลังจากนั้น แบ่งของเหลวจากกระเพาะหมักออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 สุ่มเก็บประมาณ 20 มิลลิลิตร เติม 1M H_2SO_4 จำนวน 1 มิลลิลิตรต่อของเหลวจากกระเพาะหมัก 10 มิลลิลิตร เพื่อหยุดการทำงานของจุลินทรีย์ นำไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ด้วยความเร็ว 3000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที เก็บเอาเฉพาะส่วนใส (supernatant) ไว้ประมาณ 10-15 มิลลิลิตร นำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (ammonia-nitrogen, NH_3-N) ด้วยวิธีการกลั่น (Bremner and Keeney, 1965) โดยใช้เครื่อง KJELTEC AUTO 2200 Analyzer (Foss, TECATOR) ของเหลวอีกส่วนหนึ่งนำไปวิเคราะห์หากรดไขมันระเหยได้ทั้งหมด (total volatile fatty acid, TVFA) และกรดไขมันระเหยได้ที่สำคัญได้แก่ กรดอะซิติก (acetic acid, C_2) กรดโพรพิโอนิก (propionic acid, C_3) และกรดบิวทีริก (butyric acid, C_4) โดยใช้เครื่อง HPLC (Hewlett Packard) ประกอบด้วย water 510 pump (Millipore), UV Detector 210nm., ODS reverse phase column (5 μ , 40x250mm) (Samuel *et al.*, 1997) และส่วนที่ 2 ทำการสุ่มเก็บ 1 มิลลิลิตร เติม 10% formaldehyde 9 มิลลิลิตร เพื่อนำไปตรวจนับประชากรจุลินทรีย์ (total direct count) ได้แก่ แบคทีเรีย (bacteria) โปรโตซัว (protozoa) และเชื้อรา (fungi) โดยใช้ Haemocytometer ขนาด 400 ช่อง (Galyean, 1989) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (Olympus BX51TRF, No. 2B04492, Olympus optical Co. Ltd., Japan)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง (ตารางที่ 1) พบว่ามีค่าเฉลี่ยของวัตถุแห้ง (DM) เข้ารวม (ash) อินทรีย์วัตถุ (OM) และโปรตีนหยาบ (CP) ใกล้เคียงกัน โดยมีโปรตีนหยาบอยู่ในช่วง 16.15-16.60% ขณะที่ ไขมัน (EE) อยู่ในช่วง 5.93-17.98% ผนังเซลล์ (NDF) อยู่ในช่วง 35.24-41.74% เซลลูโลส (ADF) และลิกนิน (ADL) อยู่ในช่วง 14.08-20.03% และ 4.58-6.42% ตามลำดับ สำหรับปริมาณไขมัน พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับเนื้อในเมล็ดยางพารา (40.77% EE) ที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราที่ไม่ได้สกัดไขมัน (undefatted rubber seed meal) เมื่อพิจารณาค่าคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (NSC) พบว่ามีค่าลดลง เพราะกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีองค์ประกอบผนังเซลล์ค่อนข้างสูงมากกว่า 40% ซึ่งสูงกว่ารายงานของ McDonald *et al.* (1988) ขณะที่เนื้อในเมล็ดยางพารามีค่าผนังเซลล์ต่ำกว่ารายงานของ กำชัย (2544) ที่รายงานว่าเนื้อในเมล็ดยางพารามีผนังเซลล์ 8-17 เปอร์เซ็นต์ แต่มีเปอร์เซ็นต์ไขมันใกล้เคียงกัน คือประมาณ 42.6-44.37 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณการกินได้ และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนา

ผลการศึกษาแสดงใน ตารางที่ 2 พบว่ามีอิทธิพลร่วมของ RSK และ PKC ต่อปริมาณการกินได้ทั้งหมด ($P < 0.05$) โดยอาหารที่มีระดับ RSK 30% มีค่าต่ำกว่า ($P < 0.05$) ที่ระดับ 0 และ 20% ตามลำดับ ในขณะที่ระดับ PKC ให้ผลไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) (ตารางที่ 2) ทำนองเดียวกับปริมาณการกินของโภชนา (OMI, CPI และ NDFI) พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นกลุ่มที่ได้รับระดับ RSK มากกว่า 20% มีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่น อาจเนื่องจากอาหารที่มี RSK มากกว่า 20% มีไขมันรวมสูงขึ้น ทำให้สัตว์ได้รับพลังงานเพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลจำกัดปริมาณอาหารขั้นที่กินได้ (Van Soest, 1964) สอดคล้องกับรายงานของ NRC (2001) ที่กล่าวว่า ปริมาณไขมันที่

มากกว่า 5-7% ในสูตรอาหารทั้งหมด อาจส่งผลต่อปริมาณการกินได้ ความสามารถในการย่อยได้ กระบวนการหมัก และการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย (bacterial growth) ในกระเพาะรูเมน นอกจากนี้ อาจเป็นเพราะอาหารที่มี RSK เป็นส่วนผสมระดับสูง ($\geq 20\%$) มีกลิ่นเหม็น และรสชาติไม่น่ากิน

เมื่อพิจารณาสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนา ปรากฏว่าไม่มีอิทธิพลร่วมของ RSK และ PKC และอิทธิพลปัจจัยหลักของ RSK และ PKC ต่อสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของ DM, OM และ CP โดยทุกกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน ($P > 0.05$) ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะจุลินทรีย์ได้รับพลังงาน และไนโตรเจน (N) เพียงพอต่อกระบวนการหมักภายในกระเพาะรูเมน ส่วนสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของ NDF และ ADF ของแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารขั้นที่มี RSK 30% ในสูตรอาหาร มีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ขณะที่ ระดับ PKC ในสูตรอาหาร ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) อาจเกี่ยวข้องกับระดับผนังเซลล์ และไขมันที่เพิ่มสูงขึ้นตามระดับ RSK และ PKC ที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร (ตารางที่ 1) ทำให้ปริมาณการกินได้ และการย่อยได้ลดลง โดยเฉพาะ NDF และ ADF มีสหสัมพันธ์ในเชิงลบกับปริมาณการกินได้ และการย่อยได้ของอาหาร (Hart and Wanapat, 1992) อีกทั้งปริมาณไขมันที่มากกว่า 5% ในสูตรอาหารทั้งหมด (5.93-17.98% EE) อาจส่งผลต่อความสามารถในการย่อยได้ กระบวนการหมัก และการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในกระเพาะรูเมน เนื่องจากเนื้อในเมล็ดยางพาราที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีไขมันประกอบอยู่ในปริมาณสูง (40.77% EE) แต่ต่ำกว่ารายงานของ Babatunde and Pond (1987) ที่รายงานว่าเนื้อในเมล็ดยางพารามีไขมันประมาณ 47.3-49.5% ประกอบไปด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวประมาณ 78.97% ได้แก่ Oleic acid (26.64%), linoleic acid (34.92%) และ linolenic acid (17.27%) (Nwokolo *et al.*, 1987) สอดคล้องกับรายงานของ Palmquist and Jenkins (1980); NRC (2001) ที่รายงานว่ากรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดที่มีพันธะคู่มากกว่า 2 พันธะ (polyunsaturated fatty acid, PUFA) โดยทั่วไปมีผลในทางลบต่อกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน และการย่อยได้ของเยื่อใยมากกว่ากรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid, SFA) หรือกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดที่มีจำนวน

Table 1 Chemical composition of the experimental diets, signal hay (SH), rubber seed kernel (RSK) and palm kernel cake (PKC)

Chemical composition on DM basis, %	Dietary treatments ¹						SH	RSK	PKC
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆			
Ground corn, GC	59.71	53.19	48.86	41.14	41.75	31.75			
Soybean meal, SBM (44% CP)	15.13	12.81	3.14	1.00	-	-			
Rubber seed kernel, RSK	-	-	20.00	20.00	30.00	30.00			
Palm kernel cake, PKC	20.00	30.00	20.00	30.00	20.00	30.00			
Molasses	3.16	2.00	5.00	4.86	5.00	5.00			
Salt	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			
Mineral and vitamin mix ²	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			
Urea	-	-	1.00	1.00	1.25	1.25			
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0			
Chemical composition ³									
DM	90.33	90.78	91.08	90.71	91.25	91.35	94.30	94.30	92.88
Ash	4.63	4.83	4.58	4.75	4.43	4.88	3.28	3.50	4.52
OM	95.37	95.17	95.42	95.25	95.57	95.12	96.72	96.65	95.48
CP	16.57	16.50	16.60	16.60	16.15	16.52	3.01	23.64	18.72
EE	5.93	8.05	14.07	16.78	17.98	16.55	0.80	40.77	8.02
NSC ⁴	36.79	28.88	29.51	21.91	24.31	22.02	11.70	20.21	1.54
NDF	36.08	41.74	35.24	39.96	37.13	40.03	81.21	11.88	67.20
ADF	14.08	15.28	16.08	17.81	17.86	20.03	54.01	6.35	44.63
ADL	4.58	5.25	5.60	6.17	5.29	6.42	12.80	5.20	13.52

¹ T₁ = concentrate containing 0% RSK and 20% PKC, T₂ = 0% RSK and 30% PKC, T₃ = 20% RSK and 20% PKC, T₄ = 20% RSK and 30% PKC, T₅ = 30% RSK and 20% PKC, T₆ = 30% RSK and 30% PKC.

² Minerals and vitamins mix (each kg contains): Vitamin A: 10,000,000 IU; Vitamin E: 70,000 IU; Vitamin D: 1,600,000 IU; Fe: 50 g; Zn: 40 g; Mn: 40 g; Co: 0.1 g; Cu: 10 g; Se: 0.1 g; I: 0.5 g.

³ All figures are calculated on dry matter basis except DM which is from original sample. DM: dry matter; OM: organic matter; CP: crude protein; EE: ether extract; NSC: non structural carbohydrate; NDF: neutral detergent fiber; ADF: acid detergent fiber; ADL: acid detergent lignin.

⁴ Estimated: NSC = 100-(CP+NDF+EE+Ash)

Table 2 Effects of levels of rubber seed kernel (RSK) and palm kernel cake (PKC) in concentrate on feed intake of goats fed on signal hay as roughage

Item	Dietary treatments ¹						SEM	P-value		
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆		RSK	PCK	RSKxPCK
Total DMI, kg/d	0.716 ^{ab}	0.763 ^a	0.771 ^a	0.659 ^b	0.663 ^b	0.580 ^b	0.03	0.01	0.19	0.05
OMI, kg/d	0.686 ^{ab}	0.729 ^a	0.739 ^a	0.631 ^b	0.636 ^b	0.603 ^b	0.07	0.05	0.18	0.06
CPI, kg/d	0.084 ^{ab}	0.087 ^a	0.081 ^{ab}	0.071 ^b	0.073 ^b	0.072 ^b	0.004	0.01	0.39	0.23
NDFI, kg/d	0.371 ^{ab}	0.421 ^a	0.420 ^a	0.380 ^{ab}	0.360 ^{ab}	0.343 ^b	0.02	0.06	0.88	0.11
Total-tract apparent digestibility, %										
DM	73.36	73.48	70.56	70.94	70.24	70.99	1.26	0.06	0.68	0.96
OM	74.43	74.44	71.67	72.05	71.50	72.31	1.25	0.08	0.70	0.95
CP	70.93	73.97	74.17	73.87	73.97	72.42	1.54	0.60	0.75	0.32
NDF	64.06 ^{ab}	66.61 ^a	63.63 ^{ab}	63.58 ^{ab}	60.05 ^b	59.87 ^b	1.91	0.03	0.62	0.72
ADF	60.05 ^{ab}	61.99 ^a	59.78 ^{ab}	59.70 ^{ab}	52.99 ^b	52.99 ^b	2.70	0.02	0.78	0.91

¹ T₁ = RSK₀-PKC₂₀, T₂ = RSK₀-PKC₃₀, T₃ = RSK₂₀-PKC₂₀, T₄ = RSK₂₀-PKC₃₀, T₅ = RSK₃₀-PKC₂₀, T₆ = RSK₃₀-PKC₃₀.

^{a-c} Within a row not sharing a common superscript are significantly different (P<0.05).

SEM = Standard error of the mean (n = 6).

พันธะคู่เพียงหนึ่งพันธะ (monounsaturated fatty acid, MUFA) เนื่องจาก มีผลต่อในทางลบต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียมากกว่า (Firkins and Eastridge, 1994)

กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนและความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้

ผลของระดับเนื่อในเมล็ดยางพารา (RSK) และกากเนื่อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน (PKC) ในสูตรอาหารเพาะต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) (6.14-6.28) และแอมโมเนียไนโตรเจน (NH₃-N) (14.29-17.74 mg/dL) (ตารางที่ 3) พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) ในแต่ละกลุ่มที่ได้รับสูตรอาหาร โดยมีค่าเฉลี่ยค่อนข้างคงที่ ซึ่งเป็นระดับที่ปกติและเหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน (Van Soest, 1994)

ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ทั้งหมด และกรดโฟลิกอนิก พบว่ามีอิทธิพลร่วมของ RSK และ PKC แต่อิทธิพลของปัจจัยหลัก (RSK และ PKC) ไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) โดยกลุ่ม T₃ มีค่าความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ทั้งหมดสูงที่สุด (62.05 mmol/L) และกลุ่มที่ T₅ มีค่าต่ำสุด (52.46 mmol/L) ซึ่ง 2 กลุ่มนี้

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) แต่ไม่ต่างจากกลุ่มอื่น ๆ ขณะที่กรดโฟลิกอนิกมีค่าต่ำสุด (20.20 mol/100 mol) ในกลุ่มที่ T₆ ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มที่ T₁ และ T₅ อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) ส่วนกรดอะซิติกพบว่าทุกกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) โดยมีค่าอยู่ในช่วงที่ปกติ 58.91-63.67 mol/100 mol (Hungate, 1966) ทำนองเดียวกับค่ากรดบิวทริกพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมของ RSK และ PKC แต่พบกลุ่มที่ได้รับอาหารชั้นที่มี RSK 20% ในสูตรอาหาร มีค่าต่ำกว่าที่ระดับ RSK 0 และ RSK 30% ตามลำดับ ขณะที่ ระดับ PKC ในสูตรอาหาร ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ส่วนค่าสัดส่วนความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ (C₂: C₃ ratio) และกรดไขมันอื่น ๆ (isobutyrate, isovalerate and valerate) พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ และสัดส่วนของกรดไขมันระเหยได้ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น สัดส่วนของคาร์โบไฮเดรตและโปรตีน การดูดซึมของกรดไขมันระเหยได้ผ่านผนังกระเพาะรูเมน อัตราการไหลผ่าน (ruminal passage rate) ของของเหลวไปยังกระเพาะโอบมาซัม (abomasum) (LÓpez *et al.*, 2003) อีกทั้งยังขึ้นกับความเข้มข้นสัดส่วนของกรดอินทรีย์

Table 3 Effects of level of rubber seed kernel (RSK) and palm kernel cake (PKC) in concentrate on volatile fatty acid profiles in goats fed on signal hay as roughage

Item	Dietary treatments ¹						SEM	P-value		
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆		RSK	PKC	RSKxPKC
Ruminal pH	6.28	6.14	6.19	6.28	6.19	6.29	0.06	0.12	0.17	0.77
NH ₃ -N, mg/dl	16.31	17.74	16.19	16.55	14.30	14.29	1.42	0.13	0.56	0.90
Total VFA (mmol/L)	55.84 ^{ab}	60.60 ^{ab}	62.05 ^a	55.35 ^{ab}	52.46 ^b	54.78 ^{ab}	2.59	0.37	0.43	0.02
Acetate (C ₂)	59.10	59.82	61.37	59.69	58.91	63.67	1.61	0.25	0.11	0.43
Propionate (C ₃)	28.67 ^a	24.80 ^{ab}	25.80 ^{ab}	26.47 ^{ab}	28.16 ^a	20.20 ^b	2.06	0.54	0.26	0.03
Butyrate (C ₄)	7.39 ^b	10.04 ^{ab}	7.76 ^b	7.96 ^b	6.62 ^b	10.92 ^a	0.71	0.01	0.85	0.56
C ₂ :C ₃ ratio	2.38	2.61	2.61	2.43	2.41	3.29	0.35	0.27	0.30	0.62
Isobutyrate	1.21	1.41	1.21	1.52	1.67	1.27	0.88	0.58	0.91	0.13
Isovalerate	2.11	2.07	2.31	2.43	2.64	2.25	0.18	0.95	0.32	0.11
Valerate	1.54	1.86	1.56	1.96	2.03	1.78	0.34	0.61	0.74	0.30

¹ T₁ = RSK₀-PKC₂₀, T₂ = RSK₀-PKC₃₀, T₃ = RSK₂₀-PKC₂₀, T₄ = RSK₂₀-PKC₃₀, T₅ = RSK₃₀-PKC₂₀, T₆ = RSK₃₀-PKC₃₀.

^{a-c} Within a row not sharing a common superscript are significantly different (P<0.05).

SEM = Standard error of the mean (n = 6).

(organic acid) ทั้งหมดในกระเพาะรูเมนซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของคาร์โบไฮเดรต และปริมาณที่สัตว์กิน (Heldt *et al.*, 1999) รวมทั้งสัดส่วนอาหารชั้นและอาหารหยาบด้วย (Sarwar *et al.*, 1992)

จำนวนแบคทีเรีย โปรโตซัวและเชื้อราโดยวิธีการนับตรง (Total direct count)

จากการทดลองนี้ พบว่าอิทธิพลร่วมของ RSK และ PKC รวมทั้งอิทธิพลของปัจจัย RSK และ PKC ไม่มีผล ต่อจำนวนประชากรของแบคทีเรีย และเชื้อราในกระเพาะรูเมนของแพะ (P>0.05) โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.83-2.65 x10¹⁰ และ 2.94-4.95 x10⁶ cell/ ml ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ซึ่งสอดคล้องกับ Hungate (1966) ที่รายงานว่าประชากรของแบคทีเรีย และเชื้อราในกระเพาะรูเมน มีค่าอยู่ในช่วง 10¹⁰-10¹² และ 10⁴-10⁶ cell/ ml ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า อาหารชั้นที่มีระดับเนื่อในเมล็ดยางพาราและกากเนื่อในเมล็ดปาล์มน้ำมันไม่มีผลต่อกระบวนการหมัก และนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนของแพะ

เมื่อพิจารณาประชากรโปรโตซัว พบว่าอิทธิพลร่วมของ RSK และ PKC และอิทธิพลของปัจจัย PKC ไม่มีผล ต่อจำนวนประชากรโปรโตซัว แต่ระดับ RSK ที่ 0% มีค่าสูงกว่า (P<0.01) ที่ระดับ 20 และ 30% ตามลำดับ โดยประชากรโปรโตซัวลดลงตามระดับ RSK ที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร ทั้งนี้อาจเนื่องจากการเป็นพิษของกรดไขมันในน้ำมันทั้งสองประเภทใน RSK และ PKC ซึ่ง Galbraith and Miller (1973) รายงานว่ากรดไขมันสายยาวมีความเป็นพิษต่อเซลล์จุลินทรีย์มากกว่ากรดไขมันสายสั้น และจากการทดลองของ Ivan *et al.* (2001) ซึ่งได้ทำการศึกษาการเสริมน้ำมันเมล็ดทานตะวันในแกะพบว่า การเสริมมีผลทำให้จำนวนโปรโตซัวทั้งหมดลดลงจาก 1,000,000 เซลล์/มิลลิลิตร เป็น 200,000 เซลล์/มิลลิลิตร ภายใน 6 วัน นอกจากนี้ Abdullah and Hutagalung (1988) รายงานว่า โคที่ได้รับ PKC เป็นอาหารหลักมีแนวโน้มของประชากรโปรโตซัวลดลง สอดคล้องกับรายงานของ Abdullah *et al.* (1995) ที่พบว่าประชากรโปรโตซัวลดลงในแกะกลุ่มที่ได้รับ PKC เป็นอาหารหลักเมื่อเปรียบเทียบกับ

Table 4 Effects of level of rubber seed kernel (RSK) and palm kernel cake (PKC) in concentrate on rumen microbes of goats fed on signal hay as roughage

Item	Dietary treatments ¹						SEM	P-value*		
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆		RSK	PCK	RSKxPCK
Total direct count										
Bacteria (x10 ¹⁰ cell/ml)	2.33	2.28	1.97	2.14	2.65	1.83	0.24	0.41	0.74	0.60
Fungal zoospores (x10 ⁶ cell/ ml)	3.16	4.95	2.96	2.65	2.94	2.86	1.50	0.29	0.37	0.46
Total Protozoa(x10 ⁶ cell/ml)	7.97 ^a	5.16 ^{ab}	2.77 ^{bc}	1.24 ^c	0.29 ^c	0.48 ^c	1.04	0.001	0.12	0.37
<i>Holotrich sp.</i> (x10 ⁶ cell/ml)	2.46 ^a	1.20 ^b	0.68 ^{bc}	0.41 ^{bc}	0.03 ^c	0.11 ^c	0.32	0.001	0.08	0.12
<i>Entodiniomorphs sp.</i> (x10 ⁶ cell/ml)	5.51 ^a	3.96 ^{ab}	2.11 ^{ac}	0.86 ^c	0.26 ^c	0.38 ^c	0.74	0.001	0.15	0.50

¹ T₁ = concentrate containing 0% RSK and 20% PKC, T₂ = 0% RSK and 30% PKC, T₃ = 20% RSK and 20% PKC, T₄ = 20% RSK and 30% PKC, T₅ = 30% RSK and 20% PKC, T₆ = 30% RSK and 30% PKC.

^{a-c} Within a row not sharing a common superscript are significantly different (P<0.05).

* P<0.05; ** P<0.01., SEM = Standard error of the mean (n = 6).

กับกลุ่มอื่น ๆ แต่เหตุผลยังไม่ชัดเจน อาจมีบางปัจจัยในอาหารทำให้ลด หรือกำจัดประชากรโปรโตซัวในกระเพาะรูเมน อย่างไรก็ตาม ประชากรโปรโตซัวทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 0.29-7.97x10⁶ cell/ ml ซึ่งสอดคล้องกับ Hungate (1966) ที่รายงานไว้ว่า ประชากรโปรโตซัวในกระเพาะรูเมนมีค่าอยู่ในช่วง 10⁴-10⁶ cell/ ml จากการทดลองนี้พบว่าจำนวนประชากรของโปรโตซัวเฉลี่ยมีค่าต่ำ ในกลุ่มที่ได้รับเนื้อในเมล็ดยางพาราในสูตรอาหารขึ้นมากกว่า 20% ทำนองเดียวกับ เมื่อพิจารณาจากกลุ่มประชากรโปรโตซัวโดยแบ่งออกเป็นกลุ่ม (*Holotrich sp.* และ *Entodiniomorphs sp.*) พบว่ามีความแตกต่างกัน (P<0.05) โดยประชากรโปรโตซัวลดลงตามระดับเนื้อในเมล็ดยางพารา และจากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร สอดคล้องกับรายงานของ Abdullah *et al.* (1995) ที่พบว่าในแกะที่ได้รับ PKC เป็นอาหารหลักมีประชากรกลุ่ม *Entodiniomorphs sp.* มากกว่า *Holotrich sp.* และโดยทั่วไปกลุ่ม *Entodiniomorphs sp.* มีประชากรมากกว่ากลุ่ม *Holotrich sp.* (Russell, 2002) ซึ่งจำนวนโปรโตซัวมีความแปรปรวนขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร และนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมน โดยเฉพาะแหล่งของ NSC ในอาหาร ซึ่ง Williams and Coleman (1992); Russell (2002) รายงานว่า *Holotrich sp.* ชอบใช้ soluble

carbohydrate ขณะที่กลุ่ม *Entodiniomorphs sp.* มีความสัมพันธ์กับ ขนาดของวัตถุดิบในอาหาร (feed particle) และชอบใช้แป้งมากกว่า

ความสมดุลของไนโตรเจน (N balance) และการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจน (nitrogen utilization)

ผลแสดงใน ตารางที่ 5 ปรากฏว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมของ RSK และ PKC แต่มีความแตกต่างกัน (P<0.01) ของระดับ RSK โดยระดับ RSK ที่ 0-20% มีค่าสูงกว่าที่ระดับ 30% RSK ในขณะที่ระดับ PKC ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ปริมาณการกินได้ของไนโตรเจนจากอาหารชั้น (N-concentrate) และปริมาณการกินได้ของไนโตรเจนทั้งหมด (Total N intake) ของแพะกลุ่มที่ได้รับ RSK ที่ 0-20% มีค่าสูงกว่า (P<0.01) กลุ่มที่ได้รับระดับ RSK 30% ทั้งนี้เนื่องจาก ปริมาณการกินได้ทั้งหมดของอาหารชั้น ความสามารถในการย่อยได้ และปริมาณการกินได้ของโภชนะโปรตีนในอาหารสูงกว่ากลุ่มอื่น (ตารางที่ 2) ซึ่งปริมาณไนโตรเจนที่แพะได้รับ มีความสัมพันธ์กับปริมาณการกินได้อย่างอิสระและความสามารถในการย่อยได้ ส่วนปริมาณการกินได้ของไนโตรเจนจากอาหารหยาบ (N-roughage) ไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) ทำนองเดียวกับปริมาณการขับไนโตรเจน (N excretion) พบว่า

Table 5 Effects of level of rubber seed kernel (RSK) and palm kernel cake (PKC) in concentrate on nitrogen utilization of goats fed on signal hay as roughage

Item	Dietary treatments ¹						SEM	P-value*		
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆		RSK	PCK	RSKxPCK
N balance, g/d										
Total N intake	13.42 ^{ab}	14.04 ^a	13.08 ^{ab}	11.34 ^b	11.78 ^b	11.48 ^b	0.65	0.01	0.39	0.21
N-concentrate	12.18 ^{ab}	12.76 ^a	11.46 ^{ab}	9.99 ^b	10.43 ^b	10.21 ^b	0.66	0.01	0.50	0.32
N-roughage	1.24	1.27	1.61	1.34	1.34	1.27	0.11	0.15	0.30	0.42
Fecal N	3.87 ^a	3.65 ^{ab}	3.23 ^{ab}	2.93 ^b	2.92 ^b	2.91 ^b	0.24	<0.01	0.37	0.83
Urinary N	1.88 ^a	1.43 ^{ab}	1.43 ^{ab}	0.92 ^b	1.14 ^b	1.41 ^{ab}	0.22	0.09	0.21	0.16
Absorbed N	9.54 ^{ab}	10.39 ^a	9.84 ^{ab}	8.41 ^b	8.85 ^{ab}	8.57 ^{ab}	0.57	0.11	0.54	0.17
Retained N	7.66	8.95	8.40	7.48	7.71	7.15	0.59	0.35	0.90	0.15

¹ T₁ = concentrate containing 0% RSK and 20% PKC, T₂ = 0% RSK and 30% PKC, T₃ = 20% RSK and 20% PKC, T₄ = 20% RSK and 30% PKC, T₅ = 30% RSK and 20% PKC, T₆ = 30% RSK and 30% PKC.

^{a-c} Within a row not sharing a common superscript are significantly different (P<0.05).

* P<0.05; ** P<0.01., SEM = Standard error of the mean (n = 6).

แพะกลุ่มที่ได้รับ RSK ที่ 0-20% มีค่าสูงกว่า (P<0.05) กลุ่มที่ได้รับระดับ RSK 30% ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ได้รับไนโตรเจนจากอาหารมากเกินความต้องการของจุลินทรีย์ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้ ขณะที่ ค่าไนโตรเจนที่ถูกดูดซึม (Absorbed N) และปริมาณการกักเก็บไนโตรเจนในร่างกาย (Retained N) ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ยกเว้น T₄ มีค่าไนโตรเจนที่ถูกดูดซึมต่ำกว่ากลุ่มอื่น (P<0.05) ซึ่งอาจเนื่องจาก ปริมาณการกินได้ทั้งหมดของอาหารชั้น และปริมาณการกินได้ของโปรตีนในอาหารต่ำกลุ่มอื่น

อย่างไรก็ตาม จากการทดลองครั้งนี้ พบว่า สมดุลของไนโตรเจน และการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจนมีค่าเป็นบวกในแพะทุกกลุ่ม แสดงให้เห็นว่าระดับ RSK และ PKC ในอาหารที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อความสมดุลของไนโตรเจน และการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจน อาจเนื่องจาก แพะได้รับไนโตรเจนสูงกว่าความต้องการของร่างกาย ซึ่งสูตรอาหารที่ให้ทุกสูตรมีค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH₃-N) เกินระดับที่แนะนำสำหรับการเจริญที่เหมาะสมของจุลินทรีย์ (5-8 mg/dL; Satter and Slyter, 1974 หรือ 3.3-8.5 mg/100 mL; Kang

Meznarich and Broderick, 1981) สำหรับการเจริญเติบโตและการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนสูงสุด แสดงให้เห็นว่าอาหารที่ใช้เนื่อในเมล็ดยางพารา และกากเนื่อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งพลังงานและโปรตีนในสูตรอาหาร สัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดีและเพียงพอต่อการดำรงชีพ ในทางตรงกันข้าม ถ้าสัตว์ได้รับไนโตรเจนจากอาหารน้อยสัตว์จะเพิ่มสัดส่วนการกักเก็บไนโตรเจนไว้ในร่างกาย ทำให้มีไนโตรเจนถูกขับออกมาทางมูล และปัสสาวะน้อยลง เพื่อเป็นการรักษาสมดุลไนโตรเจนในร่างกาย เนื่องจากสัตว์มีกลไกควบคุมความสมดุลของไนโตรเจนในร่างกาย เมื่อได้รับไนโตรเจนจากอาหารในปริมาณที่ต่ำ โดยไตจะลดการขับยูเรียออกจากปัสสาวะทำให้ยูเรียหมุนกลับเข้าสู่กระเพาะรูเมนได้อีก (Church, 1979)

สรุป

ผลการใช้เนื่อในเมล็ดยางพารา และกากเนื่อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารชั้น พบว่าไม่มีอิทธิพลร่วม (RSKxPKC) และระดับของ PKC ไม่มีผลต่อปริมาณการ

กินได้ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน ประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน และการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจน ขณะที่กลุ่มที่ได้รับเนื้อในเมล็ดยางพารามากกว่า 20% ทำให้ปริมาณการกินได้ และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในอาหารต่ำกว่ากลุ่มอื่น ดังนั้น จึงสามารถใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราสามารถระดับ 20% ร่วมกับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับ 20-30% ในอาหารชั้นแพะ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน ประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน และการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจน ซึ่งเป็นแนวทางในการใช้วัตถุดิบอาหารในท้องถิ่นลดต้นทุนการผลิต เพิ่มกำไร อย่างไรก็ดีตาม จุดด้อยในการนำเนื้อในเมล็ดยางพารามาใช้ในสูตรอาหารชั้นคือ มีระดับไขมันที่สูงหากเก็บไว้นานจะเกิดการเหม็นหืนได้ จึงควรใช้อาหารให้หมดโดยเร็ว และหากทำให้เนื้อในเมล็ดยางพารามีไขมันต่ำ น่าจะทำให้สามารถใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราในสูตรอาหารชั้นได้ในระดับที่สูงได้ นอกจากนี้ควรมีการศึกษасสมรรถภาพการผลิต ลักษณะและคุณภาพซากในแพะขุน หรือแพะรีดนมระยะต่าง ๆ รวมทั้งวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นในสภาพฟาร์ม หรือการเลี้ยงของเกษตรกรต่อไปด้วย

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณกองทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินรายได้มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (รหัสโครงการ NAT5122020030S) ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัย และขอขอบคุณภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ได้สนับสนุนสถานที่ อุปกรณ์และสัตว์ทดลอง รวมทั้งคณาจารย์ นักศึกษาบัณฑิตศึกษา และบุคลากรทุกท่าน ที่มีส่วนที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กำชัย ดันติกาพงศ์. 2544. การใช้เนื้อในเมล็ดยางพาราเสริมด้วยกรดแอมิโนแทนถั่วเหลืองไขมันสูงและกากถั่วเหลืองในอาหารสุกร (15-60 กิโลกรัม). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา. 86 หน้า.
- ศิริศักดิ์ โกศลคุณภรณ์. 2531. ผลของการใช้กากเนื้อในเมล็ดยางพาราเสริมกรดแอมิโนสังเคราะห์ทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารสุกรรุ่นและขุน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 81 หน้า.
- สุธา วัฒนสิทธิ์ และเสาวนิต คูประเสริฐ. 2544. การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารสัตว์. ว.สงขลานครินทร์ วทท. 23: 741-752.
- สุรัตน์ ขวนรำลึก. 2528. การศึกษาคุณค่าทางโภชนะของกากเมล็ดยางพาราในไก่กระທง และนกกะທาญี่ปุ่น. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น. 88 หน้า.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2552. ข้อมูลเนื้อที่และผลผลิตยางพาราในประเทศไทย (ออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.oae.go.th.statistic/export/1301.xys>. (15 ตุลาคม 2553).
- Abdullah, N. and R.I. Hutagalung. 1988. Rumen fermentation, urease activity and performance of cattle given palm kernel cake based diet. Anim. Feed Sci. Technol. 20: 79-86.
- Abdullah, N., H. Hanita, Y.W. Ho, H. Kudo, S. Jalaludin and M. Ivan. 1995. The effects of bentonite on rumen protozoal population and rumen fluid characteristics of sheep fed palm kernel cake. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 8: 249-254.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analyses, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA. 1298 p.

- Babatunde, G.M. and W.G. Pond. 1987. Nutritive value of rubber seed (*Hevea brasiliensis*) meal and oil II. Rubber seed oil versus can oil in semipurified diets for rats. Nutr. Rep. Int. 36: 857.
- Bremner, J.M., and D.R. Keeney. 1965. Steam distillation methods of determination of ammonium nitrate and nitrite. Anal. Chem. Acta. 32: 485-493.
- Church, D.C. 1979. Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants. Vol. I. O&B Books Inc. Corvallis. Oregon. 350 p.
- Firkins, J.L., and M.L. Eastridge. 1994. Assessment of the effects of iodine value on fatty acid digestibility, feed intake, and milk production. J. Dairy Sci. 77:2357-2366.
- Galbraith, H. and T.B. Miller. 1973. Effect of metal cations and pH on the antibacterial activity and uptake of long chain fatty acids. J. Appl. Bacteriol. 36: 635-642.
- Galyean, M. 1989. Laboratory Procedure in Animal Nutrition Research. New Mexico: Department of Animal and Life Science, New Mexico State University. 193 p.
- Goering, H.K., and P.J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analysis (apparatus, reagents, procedures, and some applications). Agriculture Handbook. No. 370, USDA-ARS, Washington, D.C. 139 p.
- Hart, F.J., and M. Wanapat. 1992. Physiology of digestion of urea-treated rice straw in swamp buffalo. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 5: 617-622.
- Heldt, J.S., R.C. Cochran, C.P. Mathis, B.C. Woods, K.C. Olson, E.C. Titgemeyer, T.G. Nagaraja, E.S. Vanzant, and D.E. Johnson. 1999. Effects of level and source of carbohydrates and level of degradable intake protein on intake and digestion of low-quality tallgrass-prairie hay by beef steers. J. Anim. Sci. 77: 2846-2854.
- Hungate, R.E. 1966. The Rumen and Its Microbe. Academic Press, New York. NY. 533 p.
- Ivan, M., P.S. Mir, K.M. Koenig, L.M. Rode, L. Neill, T. Entz and Z. Mir. 2001. Effects of dietary sunflower seed oil on rumen protozoa population and tissues concentration of conjugated linoleic acid in sheep. Small Rum. Res. 41: 215.
- Kang-Meznarich, J.H. and G.A. Broderick. 1981. Effects of incremental urea supplementation on ruminal ammonia concentration and bacterial protein formation. J. Anim. Sci. 51: 422-431.
- López, S., F.D.D. Hovell, J. Dijkstra, and J. France. 2003. Effects of volatile fatty acid supply on their absorption and water kinetics in the rumen of sheep sustained by intragastric infusions. J. Anim. Sci. 81: 2609-2616.
- McDonald, P., R.A. Edwards, and J.F.D. Greenhalgh. 1988. Animal Nutrition. 4th Edition. Longman, London. 543 p.
- NRC. 1981. Nutrient Requirements of Goats: Angora, dairy and meat goat in temperate and tropical countries. National Academy Press, Washington, D.C. 115 p.
- NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Edition. National Academy Press, Washington, D.C. 381 p.
- Nwokolo, E.N., D.B. Bragg and H.S. Saben. 1987. A nutrition evaluation of palm kernel meal for use in poultry ration. Trop. Sci. 19: 147-154.
- Palmquist, D.L., and T.C. Jenkins. 1980. Fat in lactation rations: Review. J. Dairy Sci. 63: 1-14.

- Russell, J.B. 2002. Rumen Microbiology and Its Role In Ruminant Nutrition. Department of Microbiology 157 Wing Hall, Cornell University, Ithaca, NY 14853. USA. 120 p.
- Samuel, M., S. Sagathewan, J. Thomas and G. Mathen. 1997. An HPLC method for estimation of volatile fatty acids of ruminal fluid. Indian J. Anim. Sci. 67: 805-807.
- Sarwar, M., J.L. Firkins and M.L. Eastridge. 1992. Effect of varying forage or concentrate carbohydrate on nutrient digestibilities and milk production by dairy cows. J. Dairy Sci. 75: 1533-1542.
- Satter, L.D. and L.L. Slyter. 1974. Effect of ammonia concentration on ruminal microbial protein production in vitro. Br. J. Nutr. 32: 199-208.
- Schneider, B.H., and W.P. Flatt. 1975. The Evaluation of Feed Through Digestibility Experiment. Athens: The University of Georgia Press. Georgia. 423 p,
- Steel, R.G.D., and J.H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics: A Biometerial Approach. 2nd Edition. McGraw-Hill, New York. 481 p.
- Van Soest. P.J. 1964. Symposium on factor influencing the voluntary intake of herbage by ruminant: Voluntary intake, retention time, chemical composition and digestibility. J. Anim. Sci. 23: 834-843.
- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd Edition. Cornell University Press, Ithaca, NY. 476 p.
- Williams, A.G. and G.S. Coleman. 1992. The Rumen Protozoa. Springer-Verlag, New York. 442 p.
-