



ผลการใช้เศษเหลือทิ้งจากปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารผสมสำเร็จในแพะต่อการใช้ประโยชน์ได้ ของโภชนะปริมาณกรดไขมันที่ระเหยง่าย และเมแทบอลิซึมในเลือด

Effects of By-Products from Oil Palm in Total Mixed Ration (TMR) in Goat Feed for Nutrient Utilization, Volatile Fatty Acid and Blood Metabolize

เทียนทิพย์ ไกรพรหม¹, สิทธิศักดิ์ จันทรรัตน์¹

Thaintip Kraiprom¹, Sitthisak Jantararat¹

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาผลของการใช้เศษเหลือทิ้งจากปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารผสมสำเร็จต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ ปริมาณกรดไขมันที่ระเหยง่าย และเมแทบอลิซึมในเลือดของแพะ โดยใช้แพะลูกผสมพื้นเมือง-แองโกลนูเบียน 50% เพศผู้ อายุ 1.1±0.02 ปี น้ำหนักตัวเฉลี่ย 25±3 กิโลกรัม จำนวน 5 ตัว ใช้แผนการทดลองแบบ 5 x 5 ลาตินสแควร์ โดยแบ่งแพะทดลองออกเป็น 5 กลุ่มให้แพะได้รับอาหารผสมสำเร็จเศษเหลือทิ้งจากปาล์มน้ำมัน คือกลุ่มที่ 1 อาหารผสมสำเร็จฟางข้าว 30% กลุ่มที่ 2 อาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 20% กากตะกอนปาล์มน้ำมัน 30% กลุ่มที่ 3 อาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 40% กลุ่มที่ 4 อาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 20% กากตะกอนปาล์มน้ำมัน 20% และกลุ่มที่ 5 อาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 25% กากตะกอนปาล์มน้ำมัน 25%

ผลการทดลองพบว่า ปริมาณวัตถุแห้งและโปรตีนที่แพะได้รับในกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2 และ 4 มีค่าสูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1, 3 และ 5 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง พบว่าแพะที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2, 4 และ 5 มีค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งสูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 และ 3 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีน พบว่าแพะที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2 และ 4 มีค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนสูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1, 3 และ 5 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สมดุลของไนโตรเจน ในแพะกลุ่มที่ 2 มีค่าสูงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนปริมาณกรดไขมันระเหยง่าย พบว่า ค่าเฉลี่ยของกรดอะซิติกในแพะที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1, 2, 4 และ 5 มีค่าสูงกว่าสูตรที่ 3 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ค่าเฉลี่ยของกรดโพรพิโอนิกในแพะที่ได้รับอาหารสูตรที่ 3 และ 5 มีค่าสูงกว่าสูตรที่ 1, 2 และ 4 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และค่าเฉลี่ยของกรดบิวทีริกในแพะที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 และ 5 มีค่าสูงกว่าสูตรที่ 2, 3 และ 4 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อย่างไรก็ตาม ค่าความเป็นกรดต่าง แอมโมเนียไนโตรเจน ของแพะทุกกลุ่มอยู่ในช่วงปกติ นอกจากนั้น ค่าปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น กลูโคส และยูเรียไนโตรเจนในเลือดของแพะทุกกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นจึงสามารถใช้อาหารผสมสำเร็จเศษเหลือทิ้งจากปาล์มน้ำมันเป็นอาหารแพะได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อภารกิจได้ การย่อยได้ กรดไขมันที่ระเหยง่าย และเมแทบอลิซึมในเลือดแพะ

คำสำคัญ: ปาล์มน้ำมัน อาหารผสมสำเร็จ กรดไขมันที่ระเหยง่าย เมแทบอลิซึมในเลือด แพะ

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

¹ Faculty of Science and Technology Prince of Songkla University



Abstract

The research aimed to study effect of by-products from oil palm of total mixed ration (TMR) in goat feed for nutrient utilization, volatile fatty acid, and blood metabolite in goats. Five Thai Native x Anglo-Nubian 50% crossbred male goat, 1.1 ± 0.02 years old with average body weight (BW) of 25 ± 3 kg, were arranged in 5 x 5 Latin Square Design. The goat were fed with ad libitum of total mixed ration of rice straw 30% (RS 30%) (TMR1), total mixed ration of oil palm frond 30% and palm kernel cake 20% and palm oil sludge 30% (OPF 30% + PKC 20% + POS 30%) (TMR2), total mixed ration of oil palm frond 30% and palm kernel cake 40% (TMR OPF 30% + PKC 40%) (TMR3), total mixed ration of oil palm frond 30% and palm kernel cake 20% and palm oil sludge 20% (OPF 30% + PKC 20% + POS 20%) (TMR4) and total mixed ration of oil palm frond 30% and palm kernel cake 25% and palm oil sludge 25% (OPF 30% + PKC 20% + POS 20%) (TMR5).

The results showed that dry matter intake and protein intake in the goat group fed TMR2 and TMR4 were significant higher than TMR1, TMR3 and TMR4 ($P < 0.05$). The digestibility of dry matter in the group fed TMR2, TMR4 and TMR5 were significant higher than TMR1 and TMR3 ($P < 0.05$). Moreover, the digestibility of crude protein in the group fed TMR2 and TMR4 were significant higher than TMR1, TMR3, and TMR5 ($P < 0.05$). The highest nitrogen balance was in goat fed group TMR2. And the nitrogen balance was significantly different. The mean of acetic acid in rumen fluid in the group fed TMR1, TMR2, TMR4 and TMR5 were significantly higher than TMR3 ($P < 0.05$). Furthermore, the mean of propionic acid in group fed TMR3 and TMR5 were significantly higher than TMR1, TMR2 and TMR4 ($P < 0.05$). And the mean of butyric acid in the group fed TMR1 and TMR5 were significantly higher than TMR2, TMR3 and TMR4 ($P < 0.05$). The pH ammonia nitrogen concentration in rumen fluid, pack cell volume, blood urea nitrogen, and blood glucose of all groups of the goats were also not significantly different ($P > 0.05$). Thus, the by products from oil palm as a total mixed ration source, had no effect on feed intake, nutrient utilization, volatile fatty acid, and blood metabolite in goats.

Keywords: Oil Palm, Total Mixed Ration, Volatile Fatty Acidn, Blood Metabolite, Goat

บทนำ

แพะเป็นสัตว์ที่เลี้ยงมากในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทย จากการสำรวจข้อมูลของ Pralomkarn (1999) รายงานว่า ภาครัฐได้เข้ามาส่งเสริมให้เกษตรกรเลี้ยงแพะเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีประชากรที่นับถือศาสนาอิสลามอาศัยอยู่ เนื่องจากมีความต้องการใช้แพะเพื่อการบริโภคและประกอบพิธีกรรมทางศาสนา แต่การเลี้ยงแพะในพื้นที่ภาคใต้ประสบกับปัญหาการขาดแคลนอาหารหยาบ โดยเฉพาะการขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ในฤดูแล้ง เนื่องจากทุ่งหญ้าสาธารณะมีจำนวนไม่เพียงพอต่อความต้องการ (Tadsri, 2004) และพื้นที่เหล่านี้ถูกปรับเปลี่ยนไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่น เช่น การทำสวนยางพารา สวนปาล์มน้ำมัน โดยปาล์มน้ำมันเป็นพืชในตระกูลปาล์ม เช่นเดียวกับ อินทผาลัม มะพร้าว ตาลโตเนด ลักษณะเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวยืนต้น ออกใบประกอบคล้ายมะพร้าวออกผลเป็นทะลาย และเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนชื้น (Eksomtramet, Ninlanon, Jantaraniyom, Tongkam & Seesanong, 2005) ซึ่งในการจัดการสวนปาล์มน้ำมันเกษตรกรจะต้องตัดทางใบทุกครั้งที่มีการเก็บเกี่ยวทะลาย ซึ่งทางใบปาล์มน้ำมันมีองค์ประกอบทางเคมีของอินทรีย์วัตถุ โปรตีนหยาบ เยื่อใยหยาบ ฟอสเฟต



ลิกโนเซลลูโลส ลิกนิน และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ เท่ากับ 94.7, 4.2-6.3, 44.8, 67.6-69.5, 45.5 เปอร์เซ็นต์ และ 26.6 เมกะจูลต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Ishida & Abu Hassan, 1997) นอกจากนี้ยังมีผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสกัดปาล์มน้ำมัน เช่น กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันซึ่งมีโภชนาการค่อนข้างสูง (โปรตีน 18-19, ไขมัน 5 และเยื่อใย 13 % ตามลำดับ) สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนและพลังงานในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ดี (Wattanasit & Kuprasert, 2001) กากตะกอนปาล์มน้ำมัน (palm oil sludge, pos) เป็นเศษเหลือทิ้งจากโรงงานปาล์มน้ำมัน ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ กากตะกอนปาล์มน้ำมัน มีโปรตีนรวม ไขมันรวม และพลังงานรวม เท่ากับ 14.4 และ 10.9 เปอร์เซ็นต์ และ 4,856 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม (Pimpa, Ruangsawan & Pimpa, 2009) จากการศึกษาที่ผ่านมาทำให้ทราบว่า เศษเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตปาล์มน้ำมัน เช่น ทางใบปาล์มน้ำมัน กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน และกากตะกอนปาล์มน้ำมัน มีคุณค่าทางโภชนาการที่สามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ ปัจจุบันการผลิตอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องนิยมทำในรูปอาหารผสมสำเร็จ (Total mixed ratio, TMR) ซึ่งเป็นการจัดการให้อาหารที่มีส่วนผสมของอาหารหยาบรวมกับแหล่งธัญพืชที่เป็นอาหารข้น ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงเป็นการนำเศษเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตปาล์มน้ำมันประกอบด้วย ทางใบปาล์มน้ำมัน กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน กากตะกอนปาล์มน้ำมัน นำมาประกอบอาหารในรูปอาหารผสมสำเร็จ สำหรับแพะ เพื่อศึกษาการกินได้ การย่อยได้ ตลอดจนกรดไขมันที่ระเหยง่ายในกระเพาะรูเมนของแพะ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาการใช้เศษเหลือทิ้งจากปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารผสมสำเร็จต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนาการในแพะ
2. เพื่อศึกษาการใช้เศษเหลือทิ้งจากปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารผสมสำเร็จต่อปริมาณกรดไขมันที่ระเหยง่าย และเมแทบอไลต์ในเลือดแพะ

อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์ทดลอง อาหารทดลอง และแผนการทดลอง

การศึกษาครั้งนี้ใช้แพะลูกผสมพื้นเมืองแอ่งโคราชเพศเมีย อายุ 1.1 ± 0.02 ปี น้ำหนักตัวเฉลี่ย 25 ± 3 กิโลกรัม จำนวน 5 ตัว ใช้แผนการทดลองแบบ 5×5 ลาตินสแควร์ (Latin Square) โดยแบ่งแพะทดลองออกเป็น 5 กลุ่ม ตามที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จที่ใช้เศษเหลือทิ้งจากปาล์มน้ำมันในระดับต่างๆ แพะแต่ละตัวถูกเลี้ยงในคอกขังเดี่ยว ภายในคอกมีรางให้อาหารและที่ให้น้ำ โดยอาหารที่ใช้ในการทดลองแสดงดังตารางที่ 1 โดยคำนวณให้มีระดับโภชนาการตามความต้องการของแพะตามคำแนะนำของ NRC (1981) แพะทุกตัวได้รับอาหารผสมสำเร็จแบบเต็มที่ (*ad libitum feeding*) สัดส่วนของอาหารหยาบต่ออาหารข้น 50:50 โดยให้อาหารวันละ 2 ครั้ง เวลา 08.00 และ 16.00 นาฬิกา การทดลองประกอบด้วย 5 ช่วง แต่ละช่วงทดลองใช้เวลา 21 วัน แบ่งออกเป็น 2 ช่วงระยะคือ ระยะปรับตัว (*adaptation period*) เป็นช่วงที่ฝึกให้สัตว์มีความคุ้นเคยกับสภาพการทดลองและอาหารใช้เวลา 15 วัน ให้แพะได้รับอาหารผสมสำเร็จตามกลุ่มทดลอง ทำการบันทึกปริมาณอาหารที่ให้และปริมาณอาหารที่เหลือทิ้งในช่วงเช้าและช่วงเย็นของทุกวัน เพื่อหาปริมาณการกินได้อย่างอิสระ สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารผสมสำเร็จที่ให้และที่เหลือนำมาคำนวณหาวัตถุดิบ เพื่อนำมาปรับปริมาณการกินได้ ส่วนระยะทดลอง (*experimental period*) ใช้เวลา 6 วัน ให้แพะได้รับอาหารตามกลุ่มทดลองเช่นเดียวกับระยะปรับตัว แต่ปริมาณอาหารผสมสำเร็จที่ให้เพียง 90% ของปริมาณการกินได้ทั้งหมดในช่วงระยะปรับตัว ทำการเก็บข้อมูลปริมาณการกินได้และสุ่มเก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะรูเมนและตัวอย่างเลือดในช่วงวันสุดท้ายของแต่ละระยะ



ตารางที่ 1 สัดส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ในสูตรอาหารผสมสำเร็จ (เปอร์เซ็นต์ในสภาพที่แห้งตัวกิน)

วัตถุดิบ	ปริมาณที่ใช้ (กิโลกรัม)				
	TMR1 ¹	TMR2 ²	TMR3 ³	TMR4 ⁴	TMR5 ⁵
ฟางข้าว	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ทางใบปาล์มหมัก	0.00	30.00	30.00	30.00	30.00
ข้าวโพดบด	45.00	9.00	13.00	18.00	8.00
กากถั่วเหลือง	22.00	8.00	14.00	9.00	9.00
กากปาล์มน้ำมัน	0.00	20.00	40.00	20.00	25.00
กากตะกอนปาล์มน้ำมัน	0.00	30.00	0.00	20.00	25.00
กากน้ำตาล	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
ยูเรีย	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
เกลือ	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
โภชนาที่ได้จากการคำนวณ (เปอร์เซ็นต์)					
โปรตีน	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
ยอดโภชนารวม	76.00	77.00	78.43	79.34	78.65

หมายเหตุ ¹อาหารผสมสำเร็จฟางข้าว 30%

²อาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 20% กากตะกอนปาล์มน้ำมัน 30%

³อาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 40%

⁴อาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 20% กากตะกอนปาล์มน้ำมัน 20%

⁵อาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 25% กากตะกอนปาล์มน้ำมัน 25%

การเก็บข้อมูลและการเก็บตัวอย่าง

1. การเก็บปริมาณการกินได้และการเก็บตัวอย่างอาหาร

1.1 ทำการบันทึกปริมาณการกินได้ของอาหารผสมสำเร็จเป็นระยะเวลา 5 วันของระยะทดลองโดยชั่งน้ำหนักและบันทึกปริมาณอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือเพื่อนำมาคำนวณหาปริมาณการกินได้ในแต่ละวัน

1.2 สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารผสมสำเร็จที่ให้แพะกินตลอดระยะเวลา 5 วันของระยะทดลอง นำตัวอย่างอาหารของทั้ง 5 วันของระยะทดลองมารวมกันแล้วสุ่มอีกครั้ง นำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง แล้วนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีได้แก่ วัตถุแห้ง โปรตีน ฟอสเฟต และลิกโนเซลลูโลส

2. การเก็บตัวอย่างปัสสาวะ ก่อนให้อาหารในช่วงเช้า ทำการเก็บปัสสาวะของแพะที่ขับออกมาทั้งหมดในแต่ละวันตลอด 5 วัน โดยเติมกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาตร 80 มิลลิลิตร เพื่อให้ปัสสาวะมีสภาพเป็นกรด จดบันทึกปริมาณปัสสาวะที่ได้ในแต่ละวันและสุ่มเก็บไว้ประมาณ 20 % ของปริมาณปัสสาวะทั้งหมด เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสจนครบ 5 วันแล้วจึงนำปัสสาวะของแพะแต่ละตัวทั้ง 5 วันมารวมกัน ทำการสุ่มอีกครั้งประมาณ 5% ของปริมาณปัสสาวะทั้งหมด กรองด้วยผ้าขาวบาง ใส่ขวดเก็บไว้ในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนโดยสมดุลงไนโตรเจน (กรัม/วัน) = ปริมาณไนโตรเจนที่สัตว์กิน - (ปริมาณไนโตรเจนในมูล+ปริมาณไนโตรเจนในปัสสาวะ)



3. การเก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะรูเมน (rumen fluid) ในวันสุดท้ายของแต่ละระยะทดลอง ทำการเก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะรูเมนของสัตว์ทดลองแต่ละกลุ่มก่อนให้อาหาร 0 ชั่วโมง และหลังให้อาหาร 4 ชั่วโมง โดยใช้ stomach tube ร่วมกับ vacuum pump สูดเก็บปริมาณ 20 มิลลิลิตร เติมกรดกำมะถัน (H_2SO_4) ที่ความเข้มข้น 1 โมลาร์ จำนวน 1 มิลลิลิตรต่อของเหลวจากกระเพาะรูเมน 9 มิลลิลิตร เพื่อยุติการทำงานของจุลินทรีย์ แล้วจึงนำไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ด้วยความเร็ว 3,000 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 15 นาที เก็บเอาเฉพาะส่วนใส (supernatant) ประมาณ 10-15 มิลลิลิตร นำไปเก็บไว้ในตู้แช่แข็ง อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปวิเคราะห์ระดับแอมโมเนียไนโตรเจน กรดไขมันที่ระเหยง่ายที่สำคัญได้แก่ กรดอะซิติก (acetic acid, C_2) กรดโพรพิโอนิก (propionic acid, C_3) และกรดบิวทิริก (butyric acid, C_4)

4. การเก็บตัวอย่างเลือดก่อนให้อาหารที่ 0 ชั่วโมงและหลังให้อาหาร 4 ชั่วโมง ในวันสุดท้ายของแต่ละระยะทดลอง โดยเก็บตัวอย่างเลือดจากเส้นเลือดดำใหญ่บริเวณคอ (jugular vein) แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ส่วนที่ 1 เก็บปริมาตร 4 มิลลิลิตร เพื่อวิเคราะห์หาระดับยูเรียไนโตรเจนในเลือด ส่วนที่ 2 เก็บปริมาตร 2 มิลลิลิตรเพื่อวิเคราะห์หาปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (Pack cell volume, PCV) และส่วนที่ 3 เก็บปริมาตร 2 มิลลิลิตรเพื่อวิเคราะห์หาความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือด

5. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารผสมสำเร็จและมูลแพะคือ วัตถุแห้ง โปรตีนรวม ใช้วิธีวิเคราะห์โดยประมาณ (proximate analysis) ตามวิธีการของ AOAC (1990) สำหรับการวิเคราะห์พลังงานเซลล์ ลิกโนเซลลูโลสใช้วิธี Detergent method ของ Goering & Van Soest (1970) การวิเคราะห์แอมโมเนียไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมนใช้วิธีการกลั่นตามวิธีการของ Bremner & Keeney (1965) ส่วนการวิเคราะห์กรดไขมันที่ระเหยได้ใช้เครื่อง HPLC ตามวิธีการของ Samuel, Sagathewan, Thomas & Mathen (1997) การวิเคราะห์ความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในเลือดใช้วิธี Urea two steps enzymatic colorimetric test โดยใช้ยาสำเร็จรูป Urea Liquicolor ของบริษัท Diagnostic และการวิเคราะห์ความเข้มข้นของกลูโคสในเลือดใช้ยาสำเร็จรูป Glucose liquicolor

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณโภชนาที่กิน ปริมาณโภชนาที่ย่อยได้ ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนและกลูโคสในเลือด รวมทั้งค่าความเป็นกรดต่าง ระดับแอมโมเนียไนโตรเจนและกรดไขมันที่ระเหยง่ายในกระเพาะรูเมน มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบ ลาตินสแควร์ (Latin Square) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan New's Multiple Range Test (Steel & Torrie, 1980)

ผลการศึกษาและการอภิปรายผล

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาของอาหารทดลอง TMR ทั้ง 5 หริทเมนต์ พบว่า ค่าวัตถุแห้งอยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน ส่วน โปรตีนรวมในสูตรอาหาร TMR1 และ TMR2 มีค่าเท่ากับ 17.5% และ 19.5% ส่วน TMR3, TMR4 และ TMR5 มีระดับโปรตีนรวมใกล้เคียงกันคือ มีระดับโปรตีนรวมเท่ากับ 19.70%, 19.71% และ 19.8% ตามลำดับ TMR1 มีระดับโปรตีนต่ำกว่าสูตรอื่น เนื่องจากใช้ฟางข้าวเป็นอาหารหยาบในสูตรอาหารผสมสำเร็จ โดยโปรตีนในฟางมีค่าเท่ากับ 3.1 % ฟางข้าวมีคุณค่าทางโภชนาค่อนข้างต่ำ ในการนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบควรมีการปรับปรุงคุณภาพ เช่น การหมักด้วยยูเรีย กากน้ำตาล จะทำให้สัตว์เคี้ยวเอื้องกินได้เพิ่มขึ้น (Saenphoom, 2003) ส่วนเปอร์เซ็นต์โปรตีนในทางใบปาล์มน้ำมันหมักรวมกับกากน้ำตาลที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีโปรตีน 7.3% ซึ่งระดับโปรตีนรวมในทางใบปาล์มน้ำมันหมักกากน้ำตาลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Rattanagason, Ngampongssai, Wattanchant & Kuprasert (2009) รายงานว่าทางใบปาล์มน้ำมันที่หมักกากน้ำตาล 6 % มีค่าโปรตีนเท่ากับ 7.9 % จึงส่งผลให้ค่าโปรตีนในอาหาร TMR2, TMR3, TMR 4 และ TMR5

มีค่าสูงกว่า TMR1 % ไขมันในสูตรอาหารพบว่า TMR3, TMR4 และ TMR5 มีค่าไขมันอยู่ในช่วง 5.2-5.6 % ส่วน TMR1 และ TMR2 มีค่าไขมันเท่ากับ 2.3 และ 3.4 % เนื่องจากสูตรอาหาร TMR3, TMR4 และ TMR5 มีการใช้กากตะกอนปาล์มน้ำมัน ซึ่งกากตะกอนปาล์มน้ำมันเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีไขมันสูง 10.9% โปรตีนรวม 14.4% และพลังงานรวม 4,856 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม (Pimpa et al., 2009) อย่างไรก็ตาม ค่าพลังงานและลิโนเลอิกในอาหารทุกสูตรมีค่าใกล้เคียงกัน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงคุณค่าทางโภชนาของอาหารผสมสำเร็จทางไปปาล์มน้ำมัน

องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์)	อาหารผสมสำเร็จปาล์มน้ำมันหมัก				
	TMR1 ¹	TMR2 ²	TMR3 ³	TMR4 ⁴	TMR5 ⁵
วัตถุดิบ	87.60	91.83	95.80	95.60	95.67
โปรตีน	17.50	19.50	19.70	19.71	19.80
พลังงาน	33.36	38.84	34.74	36.12	38.11
ลิโนเลอิก	15.86	17.23	16.49	18.12	18.30

หมายเหตุ ¹อาหารผสมสำเร็จฟางข้าว 30%

²อาหารผสมสำเร็จทางไปปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 20% กากตะกอนปาล์มน้ำมัน 30%

³อาหารผสมสำเร็จทางไปปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 40%

⁴อาหารผสมสำเร็จทางไปปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 20% กากตะกอนปาล์มน้ำมัน 20%

⁵อาหารผสมสำเร็จทางไปปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 25% กากตะกอนปาล์มน้ำมัน 25%

ปริมาณวัตถุดิบ โปรตีน พลังงาน และลิโนเลอิกในอาหารที่แพะได้รับทางไปปาล์มน้ำมันหมักในสูตรอาหารผสมสำเร็จแสดงดังตารางที่ 3 พบว่า ปริมาณวัตถุดิบและโปรตีนที่แพะได้รับในกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตร TMR2 และ TMR4 มีค่าสูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารสูตรที่ TMR1, TMR3 และ TMR5 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ปริมาณพลังงานที่แพะได้รับ พบว่าแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จทางไปปาล์มน้ำมันหมัก TMR4 และ TMR5 มีค่าสูงกว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR1, TMR2 และ TMR3 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนค่าลิโนเลอิกในอาหารที่แพะได้รับอาหารผสมสำเร็จทางไปปาล์มน้ำมันหมักแพะที่ได้รับอาหาร TMR2, TMR4 และ TMR5 มีค่าสูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จทางไปปาล์มน้ำมันหมัก TMR1 และ TMR3 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งค่าปริมาณโปรตีน พลังงาน และลิโนเลอิกที่แพะกินได้สัมพันธ์กับปริมาณวัตถุดิบที่แพะได้รับ และสัมพันธ์กับระดับโภชนาในอาหารแพะ ปริมาณการกินได้อย่างอิสระของอาหารนั้นเป็นอีกปัจจัยที่สามารถบ่งบอกถึงคุณค่าทางโภชนาที่มีอยู่ในอาหารสัตว์ ในสัตว์เคี้ยวเอื้องนั้นจะมีค่าค่อนข้างผันแปรตามชนิดของอาหาร ลักษณะทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีของอาหาร (Wachirapakom, 1998) ซึ่งปริมาณพลังงานที่มีอยู่ในอาหารหยาบสามารถใช้ประเมินปริมาณการกินได้ในรูปวัตถุดิบในสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ แต่อย่างไรก็ตามปริมาณการกินได้ในรูปวัตถุดิบของสัตว์ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ เช่น ความจุของกระเพาะ ขนาดของชิ้นอาหาร และอัตราการย่อยสลายของเยื่อใยในกระเพาะ ระยะเวลาที่อาหารอยู่ในกระเพาะหมัก และกิจกรรมการเคี้ยวเอื้องของสัตว์ด้วย (Teimouri, Valizadeh, Christensen & Eftekhari, 2004)



ตารางที่ 3 ปริมาณการกินได้ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักในสูตรอาหารผสมสำเร็จ

ปริมาณการกินได้ (กรัมวัตถุดิบต่อตัวต่อวัน)	อาหารผสมสำเร็จปาล์มน้ำมันหมัก					SEM
	TMR1 ¹	TMR2 ²	TMR3 ³	TMR4 ⁴	TMR5 ⁵	
วัตถุดิบ	775.12 ^b	1,513.32 ^a	908.62 ^b	1,270.48 ^a	1,428.6 ^a	19.92
โปรตีน	123.76 ^b	302.65 ^a	175.69 ^b	268.99 ^a	272.45 ^a	4.54
ผนังเซลล์	157.63 ^c	297.80 ^b	287.17 ^b	435.87 ^a	461.70 ^a	34.09
ลิกโนเซลลูโลส	96.50 ^b	247.60 ^a	108.90 ^b	251.80 ^a	245.70 ^a	0.00

หมายเหตุ ^{a, b} Means within the same row with different superscripts differ (P<0.05)

SEM: standard error of the means

¹อาหารผสมสำเร็จฟางข้าว 30%

²อาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 20% กากตะกอนปาล์มน้ำมัน 30%

³อาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 40%

⁴อาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 20% กากตะกอนปาล์มน้ำมัน 20%

⁵อาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 25% กากตะกอนปาล์มน้ำมัน 25%

ตารางที่ 4 พบว่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ พืชและแพะที่ได้รับอาหาร TMR2, TMR4 และ TMR5 มีค่าสูงกว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR1 และ TMR3 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) เนื่องจากแพะที่ได้รับอาหาร TMR2, TMR4 และ TMR5 มีปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบสูงกว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR1 และ TMR3 จึงส่งผลให้สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบสูงตามไปด้วย นอกจากนี้สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีน พบว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR2 และ TMR4 มีค่าสูงกว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR1, TMR3 และ TMR5 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณการกินได้ของโปรตีนในแพะ อย่างไรก็ตามสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสของแพะทุกกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Soulinthone & Khejornsart (2016) ที่รายงานว่าแพะที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จหมักโดยใช้ใบอ้อยและฟางข้าวเป็นอาหารแหล่งอาหารหยาบ พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสอยู่ในช่วง 48.91-49.97 % และ 45.72-49.29 %

ตารางที่ 4 สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ (เปอร์เซ็นต์) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักในสูตรอาหารผสมสำเร็จ

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ (เปอร์เซ็นต์)	อาหารผสมสำเร็จปาล์มน้ำมันหมัก					SEM
	TMR1 ¹	TMR2 ²	TMR3 ³	TMR4 ⁴	TMR5 ⁵	
วัตถุดิบ	58.95 ^c	85.72 ^a	75.63 ^b	80.00 ^a	81.18 ^a	2.67
โปรตีน	44.98 ^c	71.80 ^a	60.31 ^b	67.20 ^a	63.83 ^b	0.00
ผนังเซลล์	49.20	51.62	51.12	53.17	50.96	4.56
ลิกโนเซลลูโลส	35.93	38.36	40.19	44.80	46.92	5.02

หมายเหตุ ^{a, b, c} Means within the same row with different superscripts differ (P<0.05)

SEM: standard error of the means

¹อาหารผสมสำเร็จฟางข้าว 30%

²อาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 20% กากตะกอนปาล์มน้ำมัน 30%

³อาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 40%

⁴อาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 20% กากตะกอนปาล์มน้ำมัน 20%

⁵อาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 25% กากตะกอนปาล์มน้ำมัน 25%

ตารางที่ 5 แสดงค่าปริมาณไนโตรเจนที่แพะได้รับ ไนโตรเจนที่ขับออกและสมดุลของไนโตรเจน พบว่า ไนโตรเจนที่แพะที่ได้รับอาหาร TMR2 มีค่าสูงสุด (44.14 กรัมต่อตัวต่อวัน) แตกต่างจากแพะที่ได้รับอาหาร TMR1, TMR3, TMR4 และ TMR5 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนั้น ไนโตรเจนที่ขับออกในแพะ ที่ได้รับอาหาร TMR2 มีค่าสูงสุด (25.09 กรัมต่อตัวต่อวัน) แตกต่างจากแพะที่ได้รับอาหาร TMR1, TMR3, TMR4 และ TMR5 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่งผลให้สมดุลของไนโตรเจนในแพะกลุ่มนี้มีค่าสูงสุด (19.05 กรัมต่อตัวต่อวัน) ซึ่งแพะทุกกลุ่มมีค่าสมดุลของไนโตรเจนเป็นบวกแสดงให้เห็นว่าแพะทุกกลุ่มสามารถใช้ประโยชน์จากไนโตรเจนได้มีประสิทธิภาพสูงสุด อย่างไรก็ตามแพะที่ได้รับอาหาร TMR1 มีค่าสมดุลของไนโตรเจนต่ำสุด อาจเนื่องจากแพะกลุ่มนี้อาจจะได้รับคาร์โบไฮเดรตในอาหารคือฟางข้าวไม่สมดุลกับแหล่งไนโตรเจนในสูตรอาหาร เนื่องจากระดับโปรตีนในสูตรอาหารของแพะกลุ่มนี้มีค่าน้อยที่สุด

ตารางที่ 5 ค่าสมดุลของไนโตรเจนของแพะได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักในสูตรอาหารผสมสำเร็จ

ไนโตรเจน (กรัมต่อตัวต่อวัน)	อาหารผสมสำเร็จปาล์มน้ำมันหมัก					SEM
	TMR1 ¹	TMR2 ²	TMR3 ³	TMR4 ⁴	TMR5 ⁵	
ไนโตรเจนที่ได้รับ	13.27 ^c	44.14 ^a	20.42 ^b	32.91 ^b	33.04 ^b	3.45
ไนโตรเจนที่ขับออก	12.84 ^b	25.09 ^a	12.90 ^b	16.74 ^b	17.91 ^b	4.56
สมดุลของไนโตรเจน	0.42 ^c	19.05 ^a	7.51 ^b	16.18 ^b	15.13 ^b	1.24

หมายเหตุ ^{a, b, c} Means within the same row with different superscripts differ ($P<0.05$)

SEM: standard error of the means

¹อาหารผสมสำเร็จฟางข้าว 30%

²อาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 20% กากตะกอนปาล์มน้ำมัน 30%

³อาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 40%

⁴อาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 20% กากตะกอนปาล์มน้ำมัน 20%

⁵อาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 25% กากตะกอนปาล์มน้ำมัน 25%

ตารางที่ 6 แสดงค่าความเป็นกรดต่าง ค่าแอมโมเนียไนโตรเจน และกรดไขมันที่ระเหยง่ายในกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักในสูตรอาหารผสมสำเร็จ พบว่าค่าความเป็นกรดต่างที่ชั่วโมงที่ 0, 4 และค่าเฉลี่ยในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 5 กลุ่มอยู่ในช่วง 6.52-7.58 ซึ่งอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการย่อยได้ของเยื่อใยและโปรตีนของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน (Wannapat, 1990) ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมนชั่วโมงที่ 0, 4 และค่าเฉลี่ยของแพะทั้ง 5 กลุ่มอยู่ในช่วง 14.20-17.96, 15.16-23.73 และ 14.67-20.85 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร โดยความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมนอยู่ในช่วงปกติคือ 10-30 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ซึ่งเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Perdok & Leng, 1990) ชนิดของกรดไขมันที่ระเหยได้ในกระเพาะรูเมนขึ้นอยู่กับชนิดและองค์ประกอบของอาหารเป็นสำคัญ อาหารหยาบจะให้กรดอะซิติกในปริมาณมาก และให้กรดโพรพิโอนิกในปริมาณน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารจำพวกแป้งและน้ำตาล (Dijkstra, 1994) จากการศึกษพบว่า ปริมาณกรดอะซิติกก่อนให้อาหาร และ 4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร และค่าเฉลี่ยในแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมักสูตรที่ 1, 2, 4 และ 5 มีค่าสูงกว่า



แพะกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมักสูตรที่ 3 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนค่ากรดโพรพิโอนิกในของเหลวจากกระเพาะรูเมนช่วงที่ 0, 4 และค่าเฉลี่ยในแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 3 และ 5 มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ 1, 2 และ 4 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนกรดบิวทิริกในกระเพาะรูเมนที่ 0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร และค่าเฉลี่ยในแพะที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมักสูตรที่ 2 และ 5 มีค่าสูงกว่าสูตรที่ 1, 3 และ 4 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนกรดบิวทิริกในกระเพาะรูเมนที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารในแพะที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมักสูตรที่ 1, 2 และ 5 มีค่าสูงกว่าสูตรที่ 3 และ 4 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) Cheva-Isaraku (1999) รายงานถึงสัดส่วนของกรดไขมันที่ระเหยง่ายในกระเพาะรูเมน โดยกรดไขมันที่ระเหยง่ายที่พบมากที่สุดคือ กรดอะซิติก 60-70 % กรดโพรพิโอนิก 18-20 % และกรดบิวทิริก 10 % และสัดส่วนของกรดอะซิติกและกรดโพรพิโอนิก (C2:C3) ที่เหมาะสมในกระเพาะรูเมนควรมีค่าอยู่ระหว่าง 1-4 (Wannapat, 1990)

ตารางที่ 6 ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$) และปริมาณกรดไขมันที่ระเหยง่าย (Volatile Fatty Acids) ในกระเพาะรูเมนของแพะในสูตรอาหารผสมสำเร็จ

ปัจจัยที่ศึกษา	อาหารผสมสำเร็จปาล์มน้ำมันหมัก					SEM
	TMR1 ¹	TMR2 ²	TMR3 ³	TMR4 ⁴	TMR5 ⁵	
ค่าความเป็นกรดด่าง						
0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร	7.58	7.40	7.00	7.46	7.30	0.19
4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร	6.67	6.88	6.52	6.80	6.90	3.78
เฉลี่ย	7.13	7.14	6.76	7.13	7.10	2.34
แอมโมเนียไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร)						
0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร	14.20	12.14	17.93	16.69	17.96	2.33
4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร	15.16	18.06	16.24	19.87	23.73	1.15
เฉลี่ย	14.67	15.10	17.08	18.28	20.85	4.56
กรดอะซิติก (เปอร์เซ็นต์)						
0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร	65.80 ^a	61.44 ^a	56.30 ^b	62.49 ^a	59.60 ^a	1.12
4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร	69.78 ^a	69.55 ^a	58.51 ^b	63.23 ^a	65.31 ^a	1.67
เฉลี่ย	67.79 ^a	65.49 ^a	57.41 ^b	62.86 ^a	62.46 ^a	2.56
กรดโพรพิโอนิก (เปอร์เซ็นต์)						
0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร	19.85 ^b	12.92 ^b	31.88 ^a	26.79 ^b	25.38 ^b	1.29
4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร	20.21 ^b	26.59 ^b	33.18 ^a	27.08 ^b	29.10 ^a	0.00
เฉลี่ย	20.03 ^b	19.76 ^b	32.53 ^a	26.94 ^b	27.24 ^a	4.12
กรดบิวทิริก (เปอร์เซ็นต์)						
0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร	10.32 ^b	11.97 ^a	9.32 ^b	9.87 ^b	13.24 ^a	0.00
4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร	13.91 ^a	17.38 ^a	9.41 ^b	13.08 ^b	15.81 ^a	0.52
เฉลี่ย	12.12 ^b	14.68 ^a	9.40 ^b	11.48 ^b	14.53 ^a	1.04

หมายเหตุ ^{a, b, c} Means within the same row with different superscripts differ ($P<0.05$)

SEM: standard error of the means

¹อาหารผสมสำเร็จฟางข้าว 30%

²อาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 20% กากตะกอนปาล์มน้ำมัน 30%

³อาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 40%



⁴อาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 20% กากตะกอนปาล์มน้ำมัน 20%

⁵อาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 25% กากตะกอนปาล์มน้ำมัน 25%

ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (Pack cell volumn, PCV) ความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจน (Blood urea nitrogen, BUN) และกลูโคสในเลือดของแพะ (Glucose) แพะได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักในสูตรอาหารผสมสำเร็จแสดงดังตารางที่ 7 พบว่าปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นที่ 0 ชั่วโมงก่อนให้อาหารและ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร และค่าเฉลี่ยในแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมักทุกสูตรมีค่าอยู่ในช่วง 27.67-31.33% ซึ่งปริมาตรเม็ดเลือดแดง จากการศึกษาครั้งนี้อยู่ในช่วงปกติคือ 22-38% (Jain, 1993) สำหรับค่าความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในเลือดแพะนั้น พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 25.39-31.61 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ซึ่งมีค่าสูงกว่าระดับยูเรียไนโตรเจนในเลือดแพะปกติ Lloyd (1982) รายงานว่า ความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในเลือดแพะปกติมีค่าอยู่ในช่วง 11.2-27.7 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ระดับยูเรียไนโตรเจน ของแพะปกติจะมีค่าอยู่ระหว่าง 12.6-28.0 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (Lazzaro, 2005) โดยระดับยูเรียไนโตรเจน ในกระแสเลือดขึ้นอยู่กับปริมาณการกินและการย่อยได้ของโปรตีนในอาหารที่สัตว์ได้รับ (Higginobothum, Torabi & Huber, 1989) ซึ่งระดับของยูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือดจะมีความผันแปรกับอายุ อาหาร ตัวสัตว์ สิ่งแวดล้อม (Wannapat, 1990) หากมีปริมาณที่สูงเกินไปจะเป็นตัวบ่งบอกถึงการใช้ประโยชน์จากอาหารที่ไม่มีประสิทธิภาพ (Nousiainen, Shingfield & Huntanen, 2004)

ส่วนระดับกลูโคสในเลือดมีค่าอยู่ในช่วง 69.00-74.25 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ซึ่งระดับกลูโคสในเลือดแพะอยู่ในช่วงปกติ โดย Kaneko (1980) รายงานว่าระดับกลูโคสในเลือดแพะปกติอยู่ในช่วง 50-75 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ระดับกลูโคสในเลือดแพะแสดงถึงสภาวะสมดุลของพลังงานในร่างกายแพะ การสร้างน้ำตาลกลูโคสขึ้นอยู่กับสภาวะของสัตว์และชนิดของอาหารที่สัตว์กิน การที่ได้รับอาหารจะเกิดการสร้างน้ำตาลกลูโคสมากกว่าการกินอาหารหยาบ เนื่องจากคาร์โบไฮเดรตที่มีอยู่ในอาหารจะถูกเปลี่ยนเป็นกรดไขมันโพฟิโอนิก โดยการหมักย่อยของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน ซึ่งจะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดและเปลี่ยนเป็นกลูโคสที่ตับ (Cheva-Isaraku, 1999)

ตารางที่ 7 ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (Pack cell volumn, PCV) ความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจน (Blood urea nitrogen, BUN) และกลูโคสในเลือดของแพะ (Glucose) แพะได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักในสูตรอาหารผสมสำเร็จ

ปัจจัยที่ศึกษา	อาหารผสมสำเร็จปาล์มน้ำมันหมัก					SEM
	TMR1 ¹	TMR2 ²	TMR3 ³	TMR4 ⁴	TMR5 ⁵	
ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (เปอร์เซ็นต์)						
0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร	29.25	30.50	30.40	30.40	30.75	2.12
4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร	27.67	31.33	28.60	29.40	30.25	3.23
เฉลี่ย	28.44	30.91	29.50	29.90	30.50	2.12
ความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร)						
0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร	28.88	30.97	27.84	25.39	29.12	2.54
4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร	27.40	31.61	28.30	27.12	31.55	2.76
เฉลี่ย	28.12	31.29	28.07	26.25	30.33	1.43
กลูโคสในเลือด (มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร)						
0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร	71.75	73.75	72.20	69.00	70.00	2.54
4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร	70.25	65.00	72.40	70.40	74.25	3.45
เฉลี่ย	71.00	69.12	72.30	69.70	72.12	3.12



หมายเหตุ SEM: standard error of the means

¹อาหารผสมสำเร็จฟางข้าว 30%

²อาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 20% กากตะกอนปาล์มน้ำมัน 30%

³อาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 40%

⁴อาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 20% กากตะกอนปาล์มน้ำมัน 20%

⁵อาหารผสมสำเร็จทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 25% กากตะกอนปาล์มน้ำมัน 25%

สรุป

การใช้อาหารผสมสำเร็จโดยใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักเป็นแหล่งอาหารหลัก 30% กากปาล์มน้ำมัน 20-25% และกากตะกอนปาล์มน้ำมัน 20-30% ในสูตรอาหารผสมสำเร็จสำหรับแพะไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ กรดไขมันที่ระเหยง่ายในกระเพาะรูเมน ได้แก่ กรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก และกรดบิวทีริก ตลอดจนค่าเมแทบอลิซึมในเลือดแพะ ซึ่งเป็นการใช้เศษเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตปาล์มน้ำมันให้เกิดประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

เศษเหลือทิ้งจากปาล์มน้ำมันได้แก่ ทางใบปาล์ม น้ำมัน กากปาล์ม น้ำมัน และกากตะกอนปาล์มน้ำมันสามารถนำมาใช้เป็นอาหารผสมสำเร็จในสูตรอาหารแพะได้ ในกระบวนการหมักทางใบปาล์ม เนื่องจากมีส่วนของทางใบซึ่งมีเยื่อใยสูง ในการนำมาหมักควรสับให้มีขนาดเล็กประมาณ 1-2 เซนติเมตร เพื่อเพิ่มการกินได้และการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนา

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาการใช้อาหารผสมสำเร็จจากเศษเหลือทิ้งจากใบปาล์มในสัตว์เคี้ยวเอื้องชนิดอื่น เช่น โคเนื้อและแกะ เพื่อทดแทนแหล่งอาหารหลักที่ขาดแคลน

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสถาบันสาลาล มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สัญญาเลขที่ SAT01H58

รายการอ้างอิง (Reference)

- AOAC. (1990). *Official Methods of Analysis*. (15th ed.). Washington DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Bremner, J. M. & Keeney, D.R. (1965). Stream distillation methods of determination of ammonium, nitrate and nitrite. *Analytica Chimica Acta*, 32, 363.
- Cheva-Isarakul, B. (1999). *Biochemical in Animal*. Department of Animal Science Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. (in Thai)
- Dijkstra, J. (1994). Production and absorption of volatile fatty acids in the rumen. *Livestock Production Science*, 39, 61.
- Eksomtramet, T., Ninlanon, C., Jantaraniyom, T., & Tongkam, P., & Seesanong, S. (2005). *Successful of Oil Palm Production*. Oil Palm Research and Development Center Faculty of Natural Resources Prince of Songkla University. (in Thai)



- Goering, H. K. & Van Soest, P. J. (1970). *Forage Fiber Analysis (Apparatus, Reagents, Procedures and some Applications)*. Agricultural Handbook No. 379, USDA.
- Higginbotham, G.E., Torabi, M. & Huber, J.T. (1989). Influence of dietary protein concentration and degradability on performance of lactating cows during hot environmental temperatures. *Journal of Dairy Science*, 72, 2554-2564.
- Ishida, M. & Abu Hassan, O. (1997). Utilization of oil palm frond as cattle feed. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 13, 41-47.
- Jain, N. C. (1993). *Essential of Veterinary Hematology*. Philadelphia : Lea & Febiger.
- Kaneko, J.J. (1980). *Clinical Biochemistry of Domestic Animal*. (4th ed.). San Diego, California: Academic Press Inc.
- Lazzaro, J. (2005). *Normal blood chemistry values for adult goats*. Available Source: <http://www.saanendoah.com/bloodvalues.html>, December 9, 2011.
- Lloyd, S. (1982). Blood characteristics and the nutrition of ruminants. *British Veterinary Journal*, 138, 70-85.
- Nousiainen, J., Shingfield, K.J. & Huntanen, P. (2004). Evaluation of milk urea nitrogen as diagnostic of protein feeding. *Journal of Dairy Science*, 87, 386-394.
- NRC. (1981). *Nutrient Requirements of Goat: Angora, dairy and meat goats in temperate and Tropical countries*. Nutrient Requirements of Domestic Animals. No 15. Washington, DC. National Academies of Science.
- Perdok, H. K. & Leng, R. A. (1990). Effect of supplementation with protein meal on the growth of cattle given a basal diet of untreated or ammoniated rice straw. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 3, 269-279.
- Pimpa, B., Ruangsawan, S., & Pimpa, O. (2009). *The characteristic and Chemical composition of By-Products from oil palm as feed from factory*. Seminar Agriculture 10th. Khon Kaen University 13 Feb 2009. 221-223. (in Thai)
- Pralomkarn, W. (1999). *Goat meat and milk in humid tropics*. School of Agricultural Technology Walailak University, Nakhon Si Thammarat.
- Rattanagason, N., Ngampongsai, W., Wattanchant, C., & Kuprasert, S. (2009). Effect of oil palm frond silage mixed with different levels of molasses on intake and nutrient utilization in goat. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 37, 235-244.
- Soulinthone, S. and Khejornsart, P. (2016). Effect of roughage source in total mixed ratio silage on Feed intake nutrient digestibilities and rumen of ecology in Sheep. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 44(2), 83-91.
- Saenphoom, P. (2003). *Effect of Protein in Concentrate and rice straw or fermented rice straw with urea on goat and sheep performance, carcass and acceptable of human*. Master degree Department of Animal Science Faculty of Agriculture Khon Kaen University. (in Thai)
- Samuel, M., Sagathewan, S., Thomas, J. & Mathen, G. (1997). An HPLC method for estimation of volatile fatty acid of ruminal fluid. *Indian journal of animal science*, 67, 805-807.



- Steel, R.G. & Torrie, J. H. (1980). *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach*. (2nd ed.). New York: McGraw-Hill.
- Tadsri, S. (2004). *Tropical Forages*. Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok.
- Teimouri, Y. A. R., Valizadeh, A., Christensen, D. & Eftekhari, S.F. (2004). Effect of alfalfa particle size and specific gravity on chewing activity digestibility and performance of Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87, 3912-3924.
- Wachirapakorn, C. (1998). *Feed and Feeding ruminant*. Department of Animal Science Faculty of Agriculture Khon Kaen University. (in Thai)
- Wanapat, M. (1990). *Ruminant Nutrition*. Department of Animal Science Faculty of Agriculture Khon Kaen University. (in Thai)
- Wattanasit S., & Kuprasert, S. (2001). The utilization of Palm Kernel Cake in feed. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 23, 741-752.