

Research Article

การใช้ประโยชน์ของสารสกัดหยาบเอนไซม์โบรมิเลนจากเศษเหลือทิ้งสับปะรด ต่อสมรรถภาพการผลิตแพะเนื้อ

The Utilization of Bromelain Enzyme Crude Extract from Pineapple Waste

วนิดา มากศิริ^{a*}, วรินทร์ มณีรัตน์^b, ปิณฑา หนูเสน^c, วิสูตร ไมตรีจิตต์^d, สำรวย มะลิถอด^a และ เจนจิณา แท้มเรืองอิทธิ^a
Wanida Maksiri^{a*}, Warinthorn Maneerat^b, Pitunart Noosen^c, Wisut Maitreejet^d, Samruay Malithod^a and Jenjina Tamraungit^a

^a สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี 76000

^a Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Technology, Phetchaburi Rajabhat University, Mueng, Phetchaburi 76000, Thailand.

^b สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120

^b School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Thammarath Open University, Pak Kret, Nonthaburi 11120, Thailand.

^c สาขาวิชานวัตกรรมการผลิตสัตว์และการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

^c Department of Animal Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90110, Thailand.

^d ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

^d Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

ABSTRACT

Article history:

Received: 2024-01-23

Revised: 2024-07-23

Accepted: 2024-08-07

Keywords:

meat goat;

production performance;

bromelain enzyme crude extract;

pineapple waste

The objective of this research was to study the effect of supplementing meat goats with crude bromelain enzyme extract from pineapple peels and crowns, mixed with Napier Pakchong 1 grass as roughage source on their production performance and rumen ecology. A total of nine male crossbred Native × Boer goats (average 5 months) with an initial body weight of 14.71±0.89 kg were used in the study. The experimental design was a completely randomized design (CRD) with three groups and three replication goats in each group. All goats were fed with fresh cut Napier Pakchong 1 grass (average age 60 days) as the main roughage source by *ad libitum* and supplemented with 2.5% (BW) concentrate feed (not less than 14 percent protein). Group 1 goats were fed with fresh Napier Pakchong 1 grass, group 2 and 3 goats were fed crude bromelain enzyme extract from pineapple peels and crowns mixed with Napier Pakchong 1 grass at ratio of 2:0.5 and 2:1 by fresh weight. The results showed that the use of crude bromelain enzyme extract from pineapple peels and crowns mixed with Napier Pakchong 1 grass at (2:0.5 and 2:1 ratio) led to a decrease in dry matter value and an increase in moisture and protein value in grass. However, it had no effect on dry matter intake, growth rate, blood chemical composition and the concentration of ammonia-nitrogen in the rumen fluid. In conclusion, the use of crude bromelain enzyme extract from pineapple peels and crowns mixed with Napier Pakchong 1 grass as roughage source did not improve the production performance of meat goats. However, there is a tendency to increase the quality of Napier Pakchong 1 grass with protein levels. Therefore, there should be further study on the use of crude bromelain enzyme extract from pineapple peels and crowns to improve the quality of Napier Pakchong 1 grass silage before applying it in goat farming.

© 2025 Maksiri, W., Maneerat, W., Noosen, P., Maitreejet, W., Malithod, S. and Tamraungit, J. Recent Science and Technology published by Rajamangala University of Technology Srivijaya

* Corresponding author.

E-mail address: wanida.mak@mail.pbru.ac.th

Cite this article as:

Maksiri, W., Maneerat, W., Noosen, P., Maitreejet, W., Malithod, S. and Tamraungit, J. 2025. The Utilization of Bromelain Enzyme Crude Extract from Pineapple Waste. **Recent Science and Technology** 17(3): 261933.

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมสารสกัดหยาบเอนไซม์โบรมิเลนจากเปลือกและจุกสับประดามาผสมในหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เป็นแหล่งอาหารหยาบต่อสมรรถภาพการผลิตและค่าทางนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนของแพะเนื้อ ใช้แพะเนื้อเพศผู้ลูกผสมพื้นเมือง-บอร์ 50 เปอร์เซนต์ อายุเฉลี่ยประมาณ 5 เดือน จำนวน 9 ตัว และมีน้ำหนักเฉลี่ย 14.71 ± 0.89 กิโลกรัมต่อตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ซึ่งแบ่งเป็น 3 กลุ่มการทดลอง กลุ่มละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 1 ตัว แพะทุกกลุ่มจะได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ตัดสด (อายุเฉลี่ย 60 วัน) เป็นอาหารหยาบหลักให้แบบเต็ม (ad libitum) และเสริมด้วยอาหารข้นระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 14 เปอร์เซนต์ 2.5 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักตัว กลุ่มการทดลองแบ่งดังนี้ กลุ่มที่ 1 แพะได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ตัดสด กลุ่มที่ 2 และ 3 ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ตัดสด ผสมกับสารสกัดหยาบเอนไซม์โบรมิเลนอัตราส่วน 2 : 0.5 และ 2 : 1 โดยน้ำหนักสด ตามลำดับ ผลการวิจัยพบว่าการใช้สารสกัดหยาบเอนไซม์โบรมิเลนจากเปลือกและจุกสับประดามาผสมร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ในอัตราส่วน 2 : 0.5 และ 2 : 1 โดยน้ำหนักสด มีผลทำให้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีค่าวัตถุแห้งลดลง ค่าความชื้นเพิ่มมากขึ้น และระดับของโปรตีนในหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 สูงขึ้น แต่ไม่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต ค่าองค์ประกอบทางเคมีในเลือด และค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมน สรุปได้ว่าการเสริมสารสกัดหยาบเอนไซม์โบรมิเลนจากเปลือกและจุกสับประดามาผสมในหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อเป็นแหล่งอาหารหยาบ ไม่มีผลในการเพิ่มสมรรถภาพในการผลิตแพะเนื้อให้ดีขึ้น แต่มีแนวโน้มทำให้คุณภาพของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีระดับโปรตีนเพิ่มขึ้น จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในการนำสารสกัดหยาบเอนไซม์โบรมิเลนจากเปลือกและจุกสับประดามาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพหญ้าเนเปียร์ปากช่องก่อนนำไปใช้ในการเลี้ยงแพะ

คำสำคัญ: แพะเนื้อ, สมรรถภาพการผลิต, สารสกัดหยาบเอนไซม์โบรมิเลน, เศษเหลือทิ้งสับประด

1. บทนำ

ปัจจุบันพื้นที่สาธารณะในการตัดกระถินสำหรับในการเลี้ยงแพะนั้นมีจำนวนลดลง เนื่องจากมีการปรับพื้นที่เป็นอาคารสิ่งปลูกสร้างที่อยู่อาศัย ถนนหนทาง โดยแต่เดิมเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะจะนิยมตัดกระถินสดมาให้แพะเป็นอาหารหลัก เมื่อพื้นที่การตัดกระถินลดลงเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะจึงมีการทำแปลงหญ้าเพื่อเป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับการเลี้ยงแพะ ซึ่งหญ้าที่นิยมปลูกนั้นได้แก่ หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หญ้าแพงโกล่า หญ้าหวานอิสราเอล เป็นต้น ซึ่งค่าโภชนาในหญ้าโดยเฉพาะโปรตีนจะมีค่าต่ำกว่ากระถิน และมีเยื่อใย NDF และ ADF ค่อนข้างสูง จึงส่งผลต่อการย่อยได้ของโภชนาในกระเพาะรูเมนต่ำ ทำให้ต้องมีการเสริมอาหารข้นให้กับแพะเพื่อให้แพะมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดี ทั้งนี้หากสามารถปรับปรุงคุณภาพอาหารหยาบให้มีการย่อยได้สูงขึ้นก็น่าจะเป็นประโยชน์กับแพะจากการรวมรวมเอกสาร พบว่ามีเอนไซม์โบรมิเลน (bromelain) ซึ่งสกัดได้จากเปลือกหรือจุกสับประดามีคุณสมบัติช่วยย่อยโปรตีน (Sirijariyawat and Nontaloon, 2020) นอกจากนี้เอนไซม์โบรมิเลนสามารถทำงานได้ใน pH กว้าง ได้ทั้งในกระเพาะและลำไส้ และยังมีคุณสมบัติเป็นเอนไซม์ในกลุ่ม endopeptidase เช่นเดียวกับ trypsin และ pepsin (Bhattacharyya, 2008) จากข้อมูลการทดลองของ Namanee *et al.* (2011) ศึกษาการใช้เศษเหลือจากสับประดากองโรงงานอุตสาหกรรมคั้นน้ำสับประด และสับประดกระป๋อง (เปลือกด้านข้างฐานบน ฐานล่าง แกนกลางและเศษเนื้อของสับประด) เป็นแหล่งอาหารหยาบของแพะโดยทดลองให้ได้รับอาหารหยาบ ดังนี้ คือ 1) หญ้าฟิแคทมูลแห้ง 2) เศษเหลือของสับประด 3) และ 4) หญ้าฟิแคทมูลแห้งร่วมกับเศษเหลือของสับประดในอัตราส่วน 1:10 และ 1:20 โดย

น้ำหนัก ตามลำดับ ให้แพะกินอาหารหยาบอย่างเต็มที่โดยแพะทุกกลุ่มได้รับ อาหารข้น 0.5 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักตัว พบว่าการใช้เศษเหลือของสับประด หรือหญ้าฟิแคทมูลแห้งร่วมกับเศษเหลือของสับประดใน อัตราส่วน 1:10 หรือ 1:20 โดยน้ำหนักเป็นอาหารหยาบของแพะ ให้ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนาต่าง ๆ ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับหญ้าฟิแคทมูลแห้ง สอดคล้องกับ Poathong *et al.* (2010) รายงานว่าผลการใช้เปลือกสับประด ทดแทนหญ้าสดในอาหารผสมเสร็จหมักมีอัตราส่วนอาหารข้นต่ออาหารหยาบ 60:40 โดยน้ำหนักสด โดยมีแหล่งอาหารหยาบที่มีสัดส่วนเปลือกสับประดต่อหญ้านานา เท่ากับ 50:50 (TMRS I) 75:25 (TMRS II) และ 100:0 (TMRS III) หมักเป็นเวลา 21-42 วัน ผลการทดลองพบว่า แพะสามารถกินอาหารผสมเสร็จหมักได้อย่างปกติ การทดแทนเปลือกสับประดต่อหญ้าในระดับ 75:25 (TMRS II) และ 100:0 (TMRS III) มีผลทำให้แพะสามารถย่อยอาหาร และผนังเซลล์ได้ดีที่สุด จากการศึกษาของ Timkrap (2017) ผลของอาหารผสมเสร็จหมักจากเศษเหลือสับประด (FERMENTED TOTAL MIXED RATION ; FTMR) ต่อนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมน การย่อยได้โภชนา และสมรรถนะการเจริญเติบโตในแพะลูกผสมพบว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR และ FTMR มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีน ปริมาณไนโตรเจนที่ย่อยได้ และแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนสูงกว่าแพะที่ได้รับกระถิน ซึ่งอาหาร TMR และ FTMR จากเปลือกสับประดและกากสับประดในอัตราส่วน 50:50 สามารถนำไปใช้เป็นทางเลือกสำหรับการนำไปเลี้ยงสัตว์ได้ นอกจากนี้ยังสามารถทำอาหาร FTMR เก็บไว้ใช้เลี้ยงสัตว์ในช่วงฤดูแล้งหรือช่วงขาดแคลนอาหารหยาบได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต และนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมน

โดยจะเห็นได้จากการศึกษาที่ผ่านมาได้มีการนำเศษเหลือจากสับปะรดไปใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงแพะซึ่งทำให้มีค่าการย่อยได้ดีขึ้นเป็นผลมาจากเอนไซม์โบรมิเลนที่มีอยู่ในเปลือก และจุกสับปะรด อย่างไรก็ตาม การใช้เปลือกสับปะรดสดยังมีข้อจำกัดเฉพาะพื้นที่ใกล้เคียงกับโรงงานเท่านั้น โดยผู้เลี้ยงสัตว์หรือผู้ซื้อต้องเสียค่าใช้จ่ายตามระยะทางและฤดูกาลของผลผลิต ในบางฤดูกาลจะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงกว่าการใช้หญ้าตามปกติด้วยซ้ำ ซึ่งขึ้นกับระยะทางในการขนส่งและฤดูกาลผลิตของเปลือกสับปะรด ทั้งนี้ในส่วนของเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะเนื้อและมีการปลูกหญ้าเพื่อใช้ในฟาร์มเองอาจมีความเป็นไปได้ที่จะนำสารสกัดหยาบเอนไซม์โบรมิเลนจากเปลือก และจุกสับปะรดมาใช้ผสมกับหญ้าแทนซึ่งใช้ในปริมาณเพียงเล็กน้อย ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการทำวิจัยในครั้งนี้เพื่อศึกษาการนำสารสกัดหยาบเอนไซม์โบรมิเลนจากเปลือก และจุกสับปะรดมาผสมในหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เป็นแหล่งอาหารหยาบต่อสมรรถภาพการผลิตและค่าทางนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนของแพะ

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 สัตว์ทดลองและการวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design: CRD) ใช้แพะเนื้อเพศผู้ลูกผสมพื้นเมือง-บอร์ 50 เปอร์เซนต์ อายุเฉลี่ยประมาณ 5 เดือน จำนวน 9 ตัว และมีน้ำหนักเฉลี่ย 14.71 ± 0.89 กิโลกรัมต่อตัว ซึ่งแบ่งเป็น 3 กลุ่มการทดลอง กลุ่มละ 3 ตัว ๑ ละ 1 ตัว แพะทุกกลุ่มจะได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ตัดสด (อายุเฉลี่ย 60 วัน) เป็นอาหารหยาบหลักให้แบบเต็มที่ (*ad libitum*) และเสริมด้วยอาหารข้นระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 14 เปอร์เซนต์ 2.5 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักตัว กลุ่มการทดลองแบ่งดังนี้ กลุ่มที่ 1 แพะได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ตัดสด กลุ่มที่ 2 และ 3 ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ตัดสด ผสมกับสารสกัดหยาบเอนไซม์โบรมิเลนอัตราส่วน 2 : 0.5 และ 2 : 1 โดยน้ำหนักสดตามลำดับ (สัดส่วนหญ้าต่อน้ำสกัดจากเปลือกและจุกสับปะรดที่มีเอนไซม์โบรมิเลนเป็นส่วนประกอบ; Bromelain activity ในส่วนของเปลือกและจุกสับปะรดมีค่าเท่ากับ 4.44 ± 0.40 U/mg protein/min โดยจะทำการผสมสารสกัดหยาบเอนไซม์โบรมิเลนกับหญ้าใหม่ทุกครั้งก่อนการให้อาหารหยาบ) มีน้ำสะอาด และแร่ธาตุก้อนให้กินตลอดเวลา โดยทำการปรับสัตว์ทดลองก่อนเข้าการทดลองเป็นเวลา 14 วัน พร้อมกับทำการถ่ายพยาธิแพะทุกตัวโดยการฉีดไอโวนเม็ก-เอฟ เมื่อเข้าสู่ระยะทดลองแพะจะได้รับอาหารตามกลุ่มการทดลอง และใช้ระยะเวลาทดลอง 90 วัน โรงเรือนทดลองเป็นโรงเรือนโปร่ง ยกพื้น หลังคามุงกระเบื้อง โดยแพะทุกตัวจะได้รับการเลี้ยงดูในคอกขังเดี่ยวขนาด 1.5×1.5 เมตร (เลขที่

ใบอนุญาตใช้สัตว์ U1-03524-2559, วันออกใบอนุญาต 28 ต.ค. 2566 วันหมดอายุ 28 ต.ค. 2570)

2.2 การเตรียมการสกัดเอนไซม์โบรมิเลนจากเปลือกและจุกสับปะรด

การสกัดเอนไซม์โบรมิเลนแบบหยาบโดยนำตัวอย่างเปลือก และจุกสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียหั่นเป็นชิ้นขนาดเล็ก และเติมน้ำกลั่นเย็นอัตราส่วน 1:2 นำไปปั่นและกรองด้วยผ้าขาวบางแบ่งของเหลวที่กรองได้เป็น 2 ส่วน ส่วนแรกนำแช่ตู้เย็นเพื่อนำไปผสมกับหญ้า (เก็บสารสกัดหยาบเอนไซม์โบรมิเลนได้ไม่เกิน 7 วัน) และส่วนที่ 2 นำของเหลวที่กรองได้ไปเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยง 10,000 g อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 20 นาที เก็บส่วนใสด้านบนในตู้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส นำสารสกัดไปวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์โบรมิเลน (Bromelain activity) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที และ pH 7.0 ตามวิธีของ Hale *et al.* (2005)

2.3 การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ทางเคมี

บันทึกปริมาณการให้อาหารด้วยการชั่งน้ำหนักอาหารก่อนให้และอาหารที่เหลือในแต่ละวัน เพื่อนำไปหาค่าปริมาณการกินได้ ทำการชั่งน้ำหนักแพะทดลองรายตัวเมื่อเริ่มต้นการทดลอง และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง เพื่อกำหนดหาการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโต (Average daily gain, ADG) และประสิทธิภาพการใช้อาหาร (Feed conversion ratio, FCR) สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารทดลองเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยวิธี Proximate analysis ตามวิธีของ AOAC (2000) เยื่อใยในรูป Neutral detergent fiber (NDF) และ Acid detergent fiber (ADF) ตามวิธีการของ Van Soest *et al.* (1991)

สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารที่แพะกิน และมูลแพะ นำมาวิเคราะห์หาเถ้าที่ไม่ละลายในกรด (Acid-insoluble Ash, AIA) เพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้ในการคำนวณสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบตามวิธีการของ Schnieder and Platt (1975) โดยเก็บตัวอย่างมูลแพะในช่วงสัปดาห์สุดท้ายของการทดลองเป็นเวลา 5 วันติดต่อกันนำไปแช่ตู้เย็น หลังจากเก็บครบ 5 วัน นำมูลแพะแต่ละตัวมาผสมรวมกัน แบ่งส่วนหนึ่งนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 °C นำมาบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร และนำไปวิเคราะห์หาเถ้าที่ไม่ละลายในกรด (acid-insoluble ash, AIA)

สุ่มเก็บของเหลวจากกระเพาะรูเมนแพะในวันสุดท้ายของการทดลอง โดยทำการเก็บของเหลวจากกระเพาะรูเมนแพะ 2 ช่วงเวลาคือก่อนให้อาหาร (0 ชั่วโมง) และหลังการให้อาหาร (4 ชั่วโมง) โดยใช้ stomach tube ร่วมกับ vacuum pump ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะรูเมนในปริมาตร 100 ml นำมาวัดค่า pH ทันทีจากนั้นทำการกรองผ่านผ้ากรอง 4 ชั้น และ

ทำการแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้ ส่วนแรก เก็บของเหลวจากกระเพาะรูเมนปริมาตร 50 ml ในขวดพลาสติกเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1 โมลาร์ (1M H₂SO₄) ปริมาตร 9 ml เพื่อหยุดการทำงานของจุลินทรีย์นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 4,400 rpm เป็นเวลา 12 นาที จากนั้นเก็บส่วนที่ใส (supernatant) นำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปวิเคราะห์แอมโมเนียไนโตรเจน และกรดไขมันระเหยง่ายทั้งหมด ส่วนที่สองเก็บของเหลวจากกระเพาะรูเมนปริมาตร 1 ml ในขวดพลาสติกที่บรรจุฟอร์มาลิน (Formalin) เข้มข้น 10% ในน้ำเกลือ (0.9% NaCl) ปริมาตร 9 ml นำไปแช่ไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปตรวจนับประชากรจุลินทรีย์ (แบคทีเรีย และโปรโตซัว) โดยใช้ Haemocytometer ตามวิธีการของ Galyean (1989)

เก็บตัวอย่างเลือด ที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังการให้อาหารในวันสุดท้ายของการทดลอง โดยเก็บจากเส้นเลือดดำใหญ่บริเวณคอ (jugular vein) ปริมาณ 5 มิลลิลิตร แบ่งตัวอย่างเลือดออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เก็บในหลอดที่เคลือบโซเดียมฟลูออไรด์ เพื่อเก็บรักษาในรูปของพลาสมาสำหรับการวิเคราะห์ค่ากลูโคส (blood glucose; BG) ส่วนที่ 2 เก็บในหลอดปกติที่ไม่ได้เคลือบสารใด ๆ เพื่อเก็บรักษาในรูปของซีรัมสำหรับการวิเคราะห์หาค่าความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจน (blood urea nitrogen; BUN) สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณกลูโคสตามวิธีของ Henry *et al.* (1974) และยูเรียไนโตรเจนในเลือด (Blood glucose) ตามวิธีของ Tiffany *et al.* (1972)

2.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่รวบรวมได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อศึกษาความแตกต่างของแต่ละทรีตเมนต์ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

3.1 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

ผลการวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบทางเคมีในอาหารทดลองที่ใช้เลี้ยงแพะ ซึ่งได้แก่หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ผสมกับสารสกัดหยาบเอนไซม์โบรมิเลนตามสัดส่วนที่กำหนด และอาหารข้น พบว่าหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เมื่อนำมา

ผสมกับสารสกัดหยาบเอนไซม์โบรมิเลนจะส่งผลทำให้ค่าวัตถุแห้งลดลง และค่าความชื้นเพิ่มมากขึ้น ส่วนระดับของโปรตีนในหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 จะพบว่าเมื่อมีการผสมสารสกัดหยาบเอนไซม์โบรมิเลนจะส่งผลทำให้ค่าของระดับโปรตีนสูงขึ้น ซึ่งหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ตัดสดในการทดลองนี้มีอายุการตัดเฉลี่ย 60 วัน และมีระดับโปรตีนหยาบ 7.97 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาผสมกับสารสกัดหยาบเอนไซม์โบรมิเลนที่อัตราส่วน 2:0.5 และ 2:1 มีระดับโปรตีนเท่ากับ 8.10 และ 10.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนค่าเยื่อใย NDF อยู่ในช่วง 69.07-70.75 เปอร์เซ็นต์ และค่า ADF อยู่ในช่วง 41.30-43.71 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) การทดลองครั้งนี้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีคุณภาพของระดับโปรตีนที่เหมาะสมในการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง แต่ระดับของเยื่อใยก็ยังคงอยู่ในระดับสูง พืชอาหารหยาบที่มีคุณภาพดีมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนในระดับที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ภายในกระเพาะรูเมน ซึ่งจุลินทรีย์ในกระเพาะของสัตว์เคี้ยวเอื้องนั้นต้องการโปรตีนในอาหารหยาบในปริมาณไม่ต่ำกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดกิจกรรมต่าง ๆ ในการย่อยเยื่อใยในอาหารหยาบของจุลินทรีย์จำพวกที่ย่อยเยื่อใย (Cellulolytic bacterial) สามารถดำเนินกิจกรรมไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Hennessy, 1980) ระดับของโปรตีนในหญ้าเนเปียร์ที่ผสมกับสารสกัดหยาบเอนไซม์โบรมิเลนมีค่าเพิ่มขึ้นนั้นอาจเป็นผลมาจากในสารสกัดหยาบจากเปลือก และจุลินทรีย์โปรตีนเอนไซม์โบรมิเลนเป็นส่วนประกอบ และมีชีวโมเลกุลประเภทโปรตีนหรือสามารถทำให้โปรตีนในใบหญ้าเนเปียร์ละลายบางส่วน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Jintanawit *et al.* (2004) พบว่าน้ำคั้นจากสับประรดนำมาใช้ย่อยกากถั่วเหลือง ซึ่งกากถั่วเหลืองที่แช่ในน้ำสับประรดจะมีลักษณะฟองตัว เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาการย่อยโปรตีนขึ้น เมื่อใช้น้ำสับประรดเพิ่มขึ้นทำให้โปรตีนที่ละลายได้เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับ Somsuk (1987) ได้ศึกษาการทำงานของเอนไซม์โบรมิเลนผงที่สกัดจากลำต้นสับประรดเมื่อใช้ย่อยกากถั่วเหลืองพบว่ามีปริมาณกรดอะมิโนไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 1.55 กรัมต่อลิตร จากงานวิจัยครั้งนี้ผลการวิเคราะห์ค่ากิจกรรมของเอนไซม์โบรมิเลน (Bromelain activity) ในส่วนของเปลือกและจุลินทรีย์มีค่าเท่ากับ 4.44 ± 0.40 U/mg protein/min (U = Units คือ การทำงานของเอนไซม์ที่สามารถเร่งปฏิกิริยาการย่อยสลายเคซีนให้ได้สารใหม่ ซึ่งอยู่ในอัตราเท่ากับไทโรซีน 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิกรัมโปรตีน ในเวลา 1 นาที ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ที่ pH เท่ากับ 7

Table 1 Chemical composition of Napier Pakchong 1 grass and concentrate feed

Chemical composition (%)	Napier	Napier ¹ : Crude extract 0.5	Napier ² : Crude extract 1	Concentrate feed
DM ³	35.13±4.42	22.47±1.81	20.82±3.83	96.36±0.19
Moisture	64.87±4.42	77.53±1.81	79.18±3.83	3.64±0.19
Ash	10.60±0.57	10.82±0.64	11.41±0.17	14.06±0.08
EE ⁴	2.32±0.26	1.56±0.06	1.56±0.08	3.07±0.40
CP ⁵	7.97±1.13	8.10±0.83	10.60±2.24	17.93±0.40
NDF ⁶	69.07±0.28	69.26±0.34	70.75±0.57	-
ADF ⁷	41.30±1.45	43.71±0.30	43.42±0.97	-

¹ Napier Pakchong 1 grass 2 : bromelain enzyme crude extract 0.5, ² Napier Pakchong 1 grass 2 : bromelain enzyme crude extract 1,

³ Dry matter, ⁴ Ether extract, ⁵ Crude protein ⁶ Neutral detergent fiber ⁷ Acid detergent fiber

3.2 ปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบ และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ

จากผลการวิจัยพบว่า แปะมีปริมาณการกินได้ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ตัดสดมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ แสดงดังตารางที่ 2 โดยแพะทั้ง 3 กลุ่มการทดลองได้รับการเสริมอาหารชั้นในปริมาณที่เท่ากัน ในระดับ 2.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ซึ่งแพะมีปริมาณการกินได้ของอาหารชั้นเฉลี่ย 423.98 กรัม/ตัว/วัน คิดเป็นปริมาณการกินได้ของอาหารชั้นต่อน้ำหนักตัว มีค่าเท่ากับ 2.31-2.35 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาปริมาณการกินได้วัตถุดิบทั้งหมดของแพะในกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 962.64, 868.89 และ 7.25.25 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อมีการเพิ่มสัดส่วนของสารสกัดหยาบเอนไซม์โบรมิเลนในหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 จะมีแนวโน้มทำให้แพะมีปริมาณการกินอาหารรวมได้ลดลง แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อพิจารณาปริมาณการกินได้น้ำหนักตัวของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของสารสกัดหยาบเอนไซม์โบรมิเลนในระดับอัตราส่วน 2:1 จะส่งผลทำให้แพะในกลุ่มที่ 3 มีปริมาณการกินได้น้ำหนักตัวของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 และปริมาณการกินได้รวมน้อยที่สุด ($P<0.05$) แต่ทั้งนี้ปริมาณโปรตีนรวมที่ได้รับของแพะในกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 118.95, 112.06 และ 110.82 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ ส่วนประสิทธิภาพการใช้อาหารของแพะทั้ง 3 กลุ่มการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5.13-6.07 จากการวิจัยครั้งนี้จะเห็นได้ว่าเมื่อผสมสารสกัดหยาบเอนไซม์โบรมิเลนกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 จะทำให้มีความชื้นเพิ่มสูงขึ้นและมีความเป็นกรดต่ำลงจึงอาจส่งผลต่อการกินได้ของแพะลดลง เนื่องจากรูปแบบการผสมสารสกัดหยาบเอนไซม์โบรมิเลนเป็นของเหลว และมีค่า pH เฉลี่ย 4.07 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบของอาหารที่ใช้เลี้ยงแพะเนื้อ จะเห็นได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ

แห้งของแพะในกลุ่มที่ 1 มีค่าสูงกว่าแพะในกลุ่มที่ 2 และ 3 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อาจเป็นผลมาจากสภาวะความเป็นกรดต่างในกระเพาะรูเมนลดลงจึงไม่เหมาะสมกับการทำของจุลินทรีย์พวกย่อยเยื่อใยที่ต้องการสภาวะความเป็นกรดต่างสูงกว่า 6 (Cheva-Isarakul, 1998)

3.3 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว และอัตราการเจริญเติบโต

แพะกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 มีน้ำหนักตัวเริ่มต้นเท่ากับ 14.41, 14.93 และ 14.79 กิโลกรัม ตามลำดับ และมีน้ำหนักตัวสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 22.43, 21.51 และ 21.68 กิโลกรัม ตามลำดับ และการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวมีค่าเท่ากับ 8.01, 6.58 และ 6.89 กิโลกรัม ตามลำดับ โดยมีอัตราการเจริญเติบโต เท่ากับ 89.04, 73.11 และ 76.59 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ ซึ่งพบว่า การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว และอัตราการเจริญเติบโตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 3 จากการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการผสมสารสกัดหยาบเอนไซม์โบรมิเลนในหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ไม่ส่งผลต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว และอัตราการเจริญเติบโตของแพะเนื้อ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณการกินอาหารได้รวมของแพะทั้งกลุ่มที่ไม่มีและมีการผสมสารสกัดหยาบเอนไซม์โบรมิเลนในหญ้าไม่แตกต่างกันทางสถิติ รวมถึงได้รับการเสริมอาหารชั้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว จึงส่งผลทำให้แพะได้รับโภชนาที่เพียงพอในการเจริญเติบโต ถึงแม้จะพบว่าหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่มีการผสมสารสกัดหยาบเอนไซม์โบรมิเลนในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลทำให้มีค่าระดับโปรตีนเพิ่มขึ้นนั้น แต่ปริมาณการกินหญ้าได้ของแพะในกลุ่มที่เสริมสารสกัดหยาบเอนไซม์โบรมิเลนก็ไม่ได้มีการเพิ่มขึ้นจึงทำให้ระดับโปรตีนที่ได้รับต่อวันไม่แตกต่างกันจึงไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของแพะ

Table 2 Dry matter intake (DMI) protein intake and DM digestibility of meat goat fed with different feeding groups

Item	Group			P-value
	group 1	group 2	group 3	
Dry matter intake (g/day)				
Napier Pakchong 1	538.66±137.43	444.91±97.09	328.26±93.14	0.1445
Concentrate feed	423.98±0.00	423.98±0.00	423.98±0.00	-
Total	962.64±137.43	868.89±97.09	725.25±93.14	0.1445
Dry matter intake (%BW)				
Napier Pakchong 1	2.94±0.55 ^a	2.42±0.49 ^{ab}	1.78±0.42 ^b	0.0497
Concentrate feed	2.35±0.20	2.31±0.08	2.32±0.12	-
Total	5.29±0.39 ^a	4.73±0.47 ^{ab}	4.09±0.30 ^b	0.0267
Crude protein intake (g/day)				
Napier Pakchong 1	42.93±10.95	36.04±7.86	34.80±9.87	0.5697
Concentrate feed	76.02±0.00	76.02±0.00	76.02±0.00	-
Total	118.95±10.95	112.06±7.86	110.82±9.87	0.5697
Feed conversion ratio				
Napier Pakchong 1	6.04±1.44	6.24±1.88	4.31±0.11	0.2414
Concentrate feed	4.78±0.36	5.89±0.94	5.95±2.03	0.5082
Total	5.41±0.73	6.07±1.35	5.13±1.06	0.5755
Digestible dry matter (%)	52.05±0.50 ^a	46.44±2.66 ^b	48.67±2.36 ^{ab}	0.0433

^{a,b} Mean values within a row indicated with different superscripts are significantly different (P < 0.05.)

Table 3 Body weight and average daily weight gain of meat goat fed with different feeding groups

Item	Group			P-value
	group 1	group 2	group 3	
Initial weight (kg/head)	14.41±1.37	14.93±0.93	14.79±0.45	0.9096
Final weight (kg/head)	22.43±1.78	21.51±1.41	21.68±1.92	0.7938
Body weight gain (kg/head)	8.01±0.62	6.58±0.99	6.89±2.11	0.4623
Average daily weight gain (g/head/day)	89.04±6.87	73.11±10.98	76.59±23.43	0.4643

Table 4 Blood urea nitrogen and blood glucose of meat goat fed with different feeding groups

Item (mg/dl)	Group			P-value
	group 1	group 2	group 3	
Blood urea nitrogen				
0 h-pre feeding	9.83±0.75	8.47±0.78	11.47±2.97	0.2113
4 h-post feeding	12.00±0.82	9.47±1.23	13.83±2.91	0.0771
Blood glucose				
0 h-pre feeding	48.00±4.36	45.67±2.08	42.33±5.86	0.3478
4 h-post feeding	52.33±1.15	55.00±4.58	52.33±8.02	0.7893

3.4 องค์ประกอบทางเคมีในเลือด

ปริมาณยูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือดที่ 0 ชั่วโมง ก่อนกินอาหารของแพะกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 9.83, 8.47 และ 11.47 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ และหลังจากแพะทดลองกินอาหารไปแล้ว 4 ชั่วโมง พบว่าปริมาณยูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือดของแพะกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 12.00, 9.47, และ 13.83 มิลลิกรัม/เดซิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ทั้งนี้ระดับปริมาณยูเรียไนโตรเจนของแพะทั้ง 3 กลุ่มการทดลองก็ยังมีค่าอยู่ในช่วงปกติ คือ มีค่าระหว่าง 6.30-25.5 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (Wanapat, 1990) สอดคล้องกับการรายงานของ Preston and Leng (1987) รายงานว่าระดับแอมโมเนียไนโตรเจน 5-25 มิลลิกรัม/เดซิลิตร เป็นระดับที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน ค่าของยูเรียไนโตรเจนมีสหสัมพันธ์สูง (highly correlation) กับปริมาณโปรตีนที่กินได้ และสัมพันธ์กับระดับการผลิตแอมโมเนียในกระเพาะรูเมน ส่วนปริมาณกลูโคสในกระแสเลือดที่ 0 ชั่วโมง ก่อนกินอาหารของแพะกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 48.00, 45.67, และ 42.33 มิลลิกรัม/เดซิลิตร ตามลำดับ และหลังจากแพะทดลองกินอาหารไปแล้ว 4 ชั่วโมง พบว่าปริมาณกลูโคสในกระแสเลือดของแพะกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 52.33, 55.00 และ 52.33 มิลลิกรัม/เดซิลิตร ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งปริมาณกลูโคสในเลือดแพะบ่งบอกสภาวะสมดุลของพลังงานในร่างกายควรอยู่ในช่วง 50-75 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (Kaneko, 1980) ทั้งนี้ระดับปริมาณกลูโคสในกระแสเลือดของแพะทั้ง 3 กลุ่มการทดลองหลังกินอาหารก็ยังมีค่าอยู่ในช่วงปกติ คือ มีค่าระหว่าง 52.33-55.00 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ แต่จากการวิจัยนี้จะให้เห็นได้ว่า แพะทดลองใช้ประโยชน์ของพลังงานจากอาหารได้ค่อนข้างต่ำแสดงได้จากผลของปริมาณกลูโคสในเลือดที่เกินระดับเกณฑ์ปกติเพียงเล็กน้อย ซึ่งส่งผลทำให้ค่าความสมดุลของการใช้โปรตีนและพลังงานลดลง เนื่องจากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่าสัดส่วนของกรดไขมันระเหยได้คือ กรดอะซิติกในแต่ละกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับสูงกว่ากรดโพรพิโอนิก (สัดส่วนกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกมีค่าสูง) แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการนำกรด

ไขมันระเหยได้ไปใช้ประโยชน์ ทั้งนี้เพราะว่ากรดโพรพิโอนิกมีประสิทธิภาพในการให้พลังงานสูงที่สุดในขณะที่กรดอะซิติกมีประสิทธิภาพต่ำกว่า (Cheva-Isarakul, 1998)

3.5 นิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมน

ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมนในแพะทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง (แสดงดังตารางที่ 5) ก่อนให้อาหาร มีค่าอยู่ระหว่าง 7.62-9.53 มิลลิกรัม/เดซิลิตร และที่เวลา 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารมีค่าอยู่ในช่วง 11.43-18.57 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ซึ่งความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของแพะทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การวิจัยครั้งนี้จะเห็นได้ว่า สารสกัดหยาบเอนไซม์โบรมิเลนที่ผสมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ไม่มีผลต่อค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน และไม่ส่งผลต่อความสามารถในการละลายได้ (Solubility) ของโปรตีน และพบว่ายู่ในช่วงปกติที่สอดคล้องกับ Preston and Leng (1987) รายงานว่าระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้องในเขตร้อนอยู่ในช่วง 5-20 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ซึ่งเป็นระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมทำให้จุลินทรีย์ทำงานได้เต็มที่ และถ้าระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 10-30 มิลลิกรัม/เดซิลิตร จะเป็นระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน (Ferguson *et al.*, 1993) นอกจากนี้ ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนต่อประสิทธิภาพของกระบวนการหมักนั้นมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของประชากรจุลินทรีย์ ตลอดจนปริมาณการกินได้ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ สัมประสิทธิ์การสังเคราะห์โปรตีนจุลินทรีย์ และยังก่อให้เกิดความสมดุลระหว่างพลังงานและโปรตีนด้วย (Srisaikham, 2009)

จำนวนประชากรจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง แสดงในตารางที่ 5 พบว่า แพะทั้ง 3 กลุ่มการทดลองมีจำนวนแบคทีเรีย และโปรโตซัวในกระเพาะรูเมนที่ 0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $2.11-2.12 \times 10^7$ และ $1.20-1.25 \times 10^4$ เซลล์/มิลลิลิตร ตามลำดับ จำนวนแบคทีเรียในกระเพาะรูเมนที่ 4 ชั่วโมง หลังกินอาหาร พบว่าแพะกลุ่มที่ 2 ซึ่งกินหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

Table 5 Ammonia nitrogen concentration and microbial populations in rumen fluid of meat goat fed with different feeding groups

Item	Group			P-value
	group 1	group 2	group 3	
NH ₃ -N (mg/dl)				
0 h-pre feeding	9.53±3.30	8.57±2.86	7.62±1.65	0.7014
4 h-post feeding	18.57±2.01	14.29±4.04	11.43±4.04	0.2679
Total bacteria (x 10 ⁷ cell/ml)				
0 h-pre feeding	2.12±0.05	2.12±0.08	2.11±0.08	0.8639
4 h-post feeding	1.89±0.08 ^b	2.09±0.10 ^a	1.86±0.08 ^b	0.0008
Total protozoa (x 10 ⁴ cell/ml)				
0 h-pre feeding	1.20±0.10	1.20±0.06	1.25±0.10	0.4211
4 h-post feeding	1.14±0.12 ^b	1.15±0.14 ^b	1.36±0.16 ^a	0.0275

^{a,b} Mean values within a row indicated with different superscripts are significantly different (P < 0.05).

ผสมสารสกัดหยาบเอนไซม์โบรมิเลน 0.5 ส่วน มีจำนวนแบคทีเรียสูงสุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.09×10^7 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) อาจเป็นผลมาจากเมื่อพิจารณาจากค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนมีค่าต่ำ แบคทีเรียในกลุ่มที่ผลิตกรดแลกเตออาจเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนต่ำกว่า 6 จะมีแบคทีเรียที่ผลิตแลกเตอ เช่น *S. Bovis* และ *Lactobacilli Sp.* มีจำนวนมากกว่ากลุ่มที่ใช้ประโยชน์จากแลกเตอ (Jouany, 2006) ส่วนจำนวนโปรโตซัวในกระเพาะรูเมนที่ 4 ชั่วโมง หลังกินอาหาร พบว่าแพะกลุ่มที่ 3 ซึ่งกินหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ผสมสารสกัดหยาบเอนไซม์โบรมิเลน 1 ส่วน มีจำนวนโปรโตซัวสูงกว่าในแพะกลุ่มที่ 1 และ 2 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.36×10^4 เซลล์/มิลลิลิตร ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ซึ่งเมื่อพิจารณาจากค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนมีค่า 6.13 อาจส่งผลทำให้โปรโตซัวมีการใช้ประโยชน์จากอาหารดีขึ้น

ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดไขมันระเหยได้ในกระเพาะรูเมนของแพะ แสดงในตารางที่ 6 จากการวิจัยพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่ 0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร ของแพะในกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 5.90, 5.37 และ 5.38 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) เมื่อพิจารณาค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่ 4 ชั่วโมง หลังกินอาหาร พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 4.98-6.13 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่จะเห็นได้ว่าหลังกินอาหารชั่วโมงที่ 4 เป็นช่วงเวลาที่เกิดกระบวนการหมักสูงสุดค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนลดต่ำลงในกลุ่มที่ 2 อาจเป็นผลมาจากการผสมสารสกัดหยาบเอนไซม์โบรมิเลนในหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ซึ่งมีความเป็นกรดอยู่แล้ว ส่วนในกลุ่มที่ 3 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ไม่ลดลงอาจเป็นเพราะปริมาณการกินหญ้าต่อน้ำหนักตัวน้อยกว่ากลุ่มที่ 2 การผสมสารสกัดหยาบเอนไซม์โบรมิเลนอาจส่งผลทำให้ค่ากรด-ด่างในหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ลดลง เมื่อกินหญ้าจึงทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมน

ไม่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในกระเพาะรูเมนควรอยู่ในช่วง 6.5-7.0 (Wanapat, 1990)

ปริมาณกรดไขมันระเหยได้ทั้งหมดได้แก่ กรดอะซิติก, กรดโพรพิโอนิก, กรดบิวทีริก, กรดไอโซบิวทีริก, กรดไอโซวาเลริก และกรดวาเลริก ซึ่งกรดไอโซบิวทีริก, กรดไอโซวาเลริก และกรดวาเลริกมีปริมาณน้อยมาก ทั้งนี้กรดอะซิติก, กรดโพรพิโอนิก, กรดบิวทีริก จะมีผลต่อการใช้ประโยชน์เป็นพลังงานให้กับสัตว์จึงแสดงสัดส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันระเหยได้ทั้งหมดในตารางที่ 6 ในการวิจัยครั้งนี้ปริมาณกรดไขมันระเหยได้ทั้งหมด ที่ 0 และ 4 ชั่วโมง หลังกินอาหารมีค่าเฉลี่ย 11.69-15.19 มิลลิโมล/เดซิลิตร และ 25.25-25.67 มิลลิโมล/เดซิลิตร ตามลำดับ ในส่วนกรดไอโซบิวทีริก, กรดไอโซวาเลริก และกรดวาเลริกในของเหลวในกระเพาะรูเมนที่ 0 และ 4 ชั่วโมงหลังกินอาหารมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.36-0.82 มิลลิโมล/เดซิลิตร และ 0.49-0.80 มิลลิโมล/เดซิลิตร ตามลำดับ

ปริมาณกรดอะซิติกในกระเพาะรูเมน ที่ 0 ชั่วโมง ก่อนกินอาหารของแพะกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 75.77, 77.77 และ 81.96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยแพะกลุ่มที่ 3 ซึ่งกินหญ้าเนเปียร์ผสมสารสกัดหยาบเอนไซม์โบรมิเลน 1 ส่วน มีปริมาณกรดอะซิติกสูงกว่า แพะกลุ่มที่ 2 และ 3 เมื่อพิจารณาหลังจากแพะกินอาหารไปแล้ว 4 ชั่วโมง พบว่ามีปริมาณกรดอะซิติกของแพะกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 73.57, 74.50 และ 72.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งแพะทั้ง 3 กลุ่มการทดลองกินหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เป็นแหล่งอาหารหยาบเหมือนกัน จึงส่งผลให้ปริมาณกรดอะซิติกในกระเพาะรูเมนมีค่าใกล้เคียงกัน

ปริมาณกรดโพรพิโอนิกในกระเพาะรูเมน ที่ 0 ชั่วโมง ก่อนกินอาหารของแพะกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 11.51, 11.46 และ 8.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยแพะกลุ่มที่ 1 และ 2 มีปริมาณกรดโพรพิโอนิกสูงกว่า แพะกลุ่มที่ 3 อาจเป็นผลมาจากการเลือก

กินอาหารขึ้นก่อนแล้วจึงมากินหญ้าตามหลังทำให้มีการย่อยเยื่อใย เกิดกรดอะซิติกขึ้นมากกว่า ซึ่งความเข้มข้นของกรดโพรพิโอนิกจะถูกสร้างจากการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตในกระเพาะรูเมน และมีค่าเฉลี่ย 25 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด และหลังจากแพะกินอาหารไปแล้ว 4 ชั่วโมง พบว่ามีปริมาณกรดโพรพิโอนิกของแพะกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 14.77, 16.65 และ 16.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ปริมาณกรดบิวทีริกในกระเพาะรูเมน ที่ 0 ชั่วโมง ก่อนกินอาหารของแพะกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 มีค่าอยู่ในช่วง 6.08-7.48 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และหลังจากแพะกินอาหารไปแล้ว 4 ชั่วโมง พบว่ามีปริมาณกรดบิวทีริกของแพะกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 9.28, 6.98 และ 7.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งกรดอะซิติกและบิวทีริกใน

กระเพาะรูเมนจะมีปริมาณสูงขึ้นหากสัตว์ได้รับอาหารที่มีเยื่อใยสูง Wanapat (1990) รายงานว่า กรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก และกรดบิวทีริกในกระเพาะรูเมนที่เหมาะสมควรอยู่ที่ 65-70, 20-22 และ 10-15 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด

สัดส่วนของกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกในกระเพาะรูเมนที่ 0 ชั่วโมง ก่อนกินอาหารของแพะกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 6.59, 6.81 และ 9.26 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งจะเห็นได้ว่าแพะในกลุ่มที่ 3 มีสัดส่วนของกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกสูงกว่าแพะกลุ่มที่ 1 และ 2 โดย Wanapat (1990) รายงานว่าสัดส่วนของกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกควรอยู่ในช่วง 1-4 และหลังจากแพะกินอาหารไปแล้ว 4 ชั่วโมง พบว่ามีปริมาณกรดอะซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกของแพะกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 5.19, 4.55 และ 4.49 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

Table 6 Rumen pH, acetic acid, propionic acid and butyric acid concentration in rumen fluid of meat goat fed with different feeding groups

Item	Group			P-value
	group 1	group 2	group 3	
Ruminal (pH)				
0 h-pre feeding	5.90±0.13 ^a	5.37±0.14 ^b	5.38±0.16 ^b	0.0067
4 h-post feeding	5.60±0.26	4.98±0.24	6.13±0.85	0.0983
Acetate (%)				
0 h-pre feeding	75.77±2.42 ^b	77.77±1.39 ^b	81.96±1.03 ^a	0.0120
4 h-post feeding	73.51±5.07	74.50±1.32	72.85±3.10	0.8509
Propionate (%)				
0 h-pre feeding	11.51±0.33 ^a	11.46±0.69 ^a	8.88±0.50 ^b	0.0012
4 h-post feeding	14.77±3.12	16.65±2.51	16.28±1.24	0.6260
Butyrate (%)				
0 h-pre feeding	7.30±1.13	7.48±0.20	6.08±0.20	0.0850
4 h-post feeding	9.28±3.53	6.98±1.00	7.65±1.82	0.5099
Acetate : Propionate				
0 h-pre feeding	6.59±0.36 ^b	6.81±0.50 ^b	9.26±0.62 ^a	0.0011
4 h-post feeding	5.19±1.52	4.55±0.70	4.49±0.33	0.6441

^{a,b} Mean values within a row indicated with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$)

4. สรุป

การนำสารสกัดหยาบเอนไซม์โบรินจากเปลือก และจุลชีพประดมาผสมในหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ในอัตราส่วน 2:0.5 และ 2:1 โดยน้ำหนัก ไม่มีผลในการเพิ่มสมรรถภาพการผลิต และกรดอะซิติก โพรพิโอนิก และบิวทีริกในกระเพาะรูเมนของแพะ แต่มีแนวโน้มทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนลดลง และมีผลทำให้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีค่าวัตถุแห้งลดลง ค่าความชื้นเพิ่มมากขึ้น และระดับของโปรตีนในหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 สูงขึ้น จึงไม่ควรนำสารสกัดหยาบเอนไซม์โบรินมาผสมกับหญ้าให้แพะกินแต่ควรนำไปใช้ปรับปรุงคุณภาพในการทำหญ้าหมักแทนก่อนนำมาใช้ในการเลี้ยงแพะ

5. ข้อเสนอแนะ

จากการเสริมสารสกัดหยาบเอนไซม์โบรินจากเปลือก และจุลชีพประดมาผสมในหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ในอัตราส่วน 2:0.5 และ 2:1 โดยน้ำหนัก ทำให้มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ในอาหารหยาบลดลง และส่งผลต่อค่า pH ในกระเพาะรูเมน ดังนั้นควรมีการศึกษากการใช้สารสกัดหยาบเอนไซม์โบรินจากเปลือก และจุลชีพประดมาเป็นสารเสริมในหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 แล้วทำเป็นหญ้าหมัก ซึ่งอาจจะช่วยทำให้ค่าโภชนะของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักมีคุณภาพดีขึ้น หรือนำมาเป็นสารเสริมในการทำอาหารผสมเสร็จ และนำไปทดสอบในการเลี้ยงแพะต่อสมรรถภาพการผลิตต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) ทุนสนับสนุนงานพื้นฐาน Fundamental Fund (FF) ประเภท Basic Research Fund ประจำปีงบประมาณ 2566 ขอขอบคุณ สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์โรงเรือนแพะวิจัย และห้องวิเคราะห์อาหารสัตว์ และต้องขอขอบคุณฟาร์มพลอย เพชร มุก ที่ให้ความอนุเคราะห์แพะเนื้อสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- AOAC. 2000. **Official Method of Analysis of AOAC International** (17th ed). The Association of Official Analytical Chemists, Virginia.
- Bhattacharyya, B.K. 2008. Bromelain : An overview. **Indian Journal of Natural Products and Resources** 7(4): 359-363.

- Cheva- Isarakul, B. 1998. **Animal nutrition** (6th ed). Thanaban Publication, Chiang Mai. (in Thai)
- Ferguson, D.A., Li, C., Patel, N.R., Mayberry, W.R., Chi, D.S. and Thomas, E. 1993. Isolation of helicobacter pylori from saliva. **Journal of Clinical Microbiology** 31(10): 2802-2804.
- Galyean, M. 1989. **Procedure in Animal Nutrition Research**. New Mexico: Department of Animal and Life Science, Mexico State University.
- Hale, L. P., Greer P.K., Trinh C.T. and James C.L. 2005. Proteinase activity and stability of natural bromelain preparations. **International Immunopharmacology** 5(4): 783-793.
- Hennessy, D.W. 1980. Protein nutrition of ruminants in the tropical areas of Australia. **Tropical Grasslands** 14: 260-265.
- Henry, R.J., Donald, C.C. and James, W.W. 1974. **Clinical Chemistry: Principle and Technique** (2nd ed). Harper and Row Inc., Vergenia, USA.
- Jintanawit, W., Kanto, U., Juttupornpong, S. and Harinasut, P. 2004. Study on chemical and bromelain activity analysis of pineapple juice and utilization for protein digestion in soybean meal, pp. 26- 32. *In* **Proceedings of 42nd Kasetsart University Annual Conference: Animals, Veterinary Medicine**. Bangkok. (in Thai)
- Jouany, J.P. 2006. Optimizing rumen functions in the close-up transition period and early lactation to drive dry matter intake and energy balance in cows. **Animal Reproduction Science** 96: 250-264.
- Kanebo, J.J. 1980. Appendixes. pp. 785-797. *In* Kanebo, J.J. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. Academic Press, New York.
- Namanee, P., Kuprasert, S. and Ngampongsai, W. 2011. Utilization of pineapple waste as roughage source in goats. **Khon kaen Agricultural Journal** 39: 399-412. (in Thai)
- Poathong, S., Sangsai, A., Chobtang, J. and Kaskomalas, S. 2010. **Research Report on Feed intake and Nutrient Digestibility of Total Mixed Ration Silage Comprised Different Levels of Pineapple Peels in Goat**. Department of livestock development, Ministry of agriculture and cooperatives, Bangkok.

- Preston, T. R. and Leng, R. A. 1987. **Matching Ruminant Production Systems with Available Resources in the Tropics and Sub-tropics.** Penambull Book Publisher, Australia.
- Schneider, B. H. and Flatt, W. P. 1975. **The Evaluation of Feeding Through Digestibility Experiments.** University of Georgia Press, Athens.
- Sirijariyawat, A. and Nontaloon, K. 2020. Proteolytic activity of crude extract from different parts of pineapple and papaya. **Khon kaen Agricultural Journal** 48(Suppl.1): 1087-1092. (in Thai)
- Somsuk, C. 1987. Increasing the enzyme activity of bromelain powder from pineapple stems. Master Thesis of Science, Kasetsart University. (in Thai)
- Srisaikhram, S. 2009. Effects of neem (*Azadirachta indica* a. juss. var. *siamensis* valetton) foliage utilization in meat goat diets on rumen fermentation and productive performances. Master Thesis of Science in Animal Production Technology, Suranaree University of Technology. (in Thai)
- Tiffany, T. O. , Jansen, J. M. , Burtis, C. A. , Overton, J. B. and Scott, C. D. 1972. Enzymatic kinetic rate and end point analyses of substrate by the use of a GeMSAEC fast analyser. **Clinical Chemistry** 18: 829-840.
- Timklip, C. 2017. Effect of fermented total mixed ration (FTMR) from pineapple wastes on rumen ecology, nutrients digestibility and growth performance in crossbred goat. Master Thesis of Science (Animal Science), Silpakorn University. (in Thai)
- Van Soest, P. J. , Robertson, J. B. , and Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal production. **Journal of Dairy Science** 74: 3583-3597.
- Wanapat, M. 1990. **Ruminant nutrition.** Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University Press, Khon Kaen. (in Thai)