

# อิทธิพลของการเสริมกากเม้าต่อการย่อยสลายและผลผลิตแก๊สในหลอดทดลอง

## Influence of Mao pomace supplementation on degradability and *in vitro* gas production

พงศธร กุณัน<sup>1\*</sup>, นีราวรรณ อนันตสุข<sup>2</sup>, เมธา วรรณพัฒน์<sup>3</sup>, ศรีสุดาศิริ เหล่าไพศาล<sup>1</sup>,  
วัลย์ลักษณ์ แก้ววงษา<sup>2</sup>, สุดารัตน์ สกุกุ<sup>4</sup>, เกศรา อำพากรณ์<sup>1</sup> และ เฉลิมพล เยื้องกลาง<sup>1</sup>

Pongsatorn Gunun<sup>1\*</sup>, Nirawan Anantasook<sup>2</sup>, Metha Wanapat<sup>3</sup>, Srisuda Sirilaophaisan<sup>1</sup>,  
Walailuck Kaewwongsa<sup>2</sup>, Sudarat Sakunkhu<sup>4</sup>, Kessara Ampaporn<sup>1</sup>  
and Chalermpon Yuangklang<sup>1</sup>

**บทคัดย่อ:** การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมกากเม้าต่อการย่อยสลาย และผลผลิตแก๊สจากกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน โดยใช้เทคนิคผลผลิตแก๊สในหลอดทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) โดยมีการเสริมกากเม้าที่ระดับ 0, 4, 8, 12, 16 และ 20 มิลลิกรัมร่วมกับอาหาร 0.5 กรัมใช้สัดส่วนอาหารหยาบต่ออาหารข้นที่ 60 ต่อ 40 โดยมีฟางข้าวเป็นแหล่งของอาหารหยาบ ผลจากการศึกษาพบว่า การเสริมกากเม้ามีผลทำให้ปริมาณผลผลิตแก๊สที่ผลิตได้ (b) ส่วนที่ละลายได้ง่ายร่วมกับปริมาณผลผลิตแก๊สที่ผลิตได้ (a+b) และอัตราการผลิตแก๊ส(c)ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = 0.08$ ,  $p < 0.05$  และ  $p < 0.05$  ตามลำดับ) ในขณะที่ ปริมาณผลผลิตแก๊สสะสมไม่มีผลต่อระดับของการเสริมกากเม้า( $p > 0.05$ ) นอกจากนี้ ค่าการย่อยสลายได้ของวัตถุดิบในการเสริมกากเม้าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ )เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มไม่เสริม สำหรับการเสริมกากเม้าที่ระดับ 4 และ 8 มิลลิกรัม ไม่ส่งผลต่อความสามารถในการการย่อยได้จริง จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า การเสริมกากเม้าไม่ส่งผลต่อการย่อยสลายและปริมาณผลผลิตแก๊สจากกระบวนการหมักของกระเพาะรูเมนในหลอดทดลอง

**คำสำคัญ:** กากเม้า, เทคนิคผลผลิตแก๊ส, หลอดทดลอง, การย่อยสลาย

**ABSTRACT:** This experiment aimed to investigate the effect of Mao pomace (MP) levels on degradability and rumen gas production using *in vitro* gas production techniques. The experiment was designed by a completely randomized design (CRD). The dietary treatments were supplemented by MP at 0, 4, 8, 12, 16 and 20 mg with 0.5 g of roughage and concentrate ratio at 60:40. It was found that gas production from the insoluble fraction (b) had no effect ( $p > 0.05$ ) by MP supplementation, while potential extent of gas production (a+b) and gas production rate (c) were significantly different among treatments. Cumulative gas production at 96 h was not affected by MP supplementation ( $p > 0.05$ ). Moreover, *in vitro* dry matter degradability (IVDMD) was not different among groups ( $P > 0.05$ ). MP supplementation at 4 and 8 mg did not influence the *in vitro* true digestibility. Based on this experiment, it could be concluded that MP supplementation did not influence the degradability and *in vitro* gas production.

**Keywords:** Mao pomace, gas production technique, *in vitro*, degradability

<sup>1</sup> สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร อ.พังโคน จ.สกลนคร  
Department of Animal Science, Faculty of Natural Resources, Rajamangala University of Technology-Isan, Sakon Nakhon Campus, Phangkhon, Sakon Nakhon

<sup>2</sup> สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ต. หมากแข้ง อ.เมืองอุดรธานี จ.อุดรธานี  
Program in Animal Production Technology, Faculty of Technology, UdonThani Rajabhat University, UdonThani

<sup>3</sup> ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรอาหารสัตว์เขตร้อน ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น  
Tropical Feed Resources Research and Development Center (TROFREC), Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen

<sup>4</sup> สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร อ.พังโคน จ.สกลนคร  
Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Rajamangala University of Technology-Isan, Sakon Nakhon Campus, Phangkhon, Sakon Nakhon

\* Corresponding author: pongsatorng@hotmail.com

## บทนำ

เมาะ หรือ หมากเมาะ หรือ มะเมาะ (*Antidesma thwaitesianum* Muell. Arg.) เป็นไม้ผลตระกูลเบอร์รี่ที่มีอยู่ในท้องถิ่นของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนของประเทศไทย ปัจจุบันเมาะมีการปลูกมากในเขตจังหวัดสกลนคร เมาะจะออกผลในเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคม ผลอ่อนสีเขียวมีรสฝาดเปรี้ยว เมื่อสุกจะเปลี่ยนเป็นสีแดงและสีแดงอมม่วง ผลสุกเต็มที่มีรสเปรี้ยวฝาดและหวานปนกัน นิยมบริโภคสด หรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ในกระบวนการทำน้ำผลไม้ และไวน์แดง (ศุภชัย, 2554) หลังจากค้นหาน้ำเพื่อทำน้ำเมาะและไวน์เมาะแล้วจะเป็นเศษเหลือทิ้งในส่วนของการเมาะ (กากเมาะรวมเมล็ด) ประมาณ 50% นักโภชนาการจึงมีการศึกษาการใช้ประโยชน์จากกากเมาะเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตสัตว์และการใช้เศษเหลือทิ้งมาใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงสัตว์จากการศึกษาของ ดนุพล และคณะ (2555) รายงานว่า การเสริมกากเมาะสดที่ระดับ 40 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือกากเมาะแห้งที่ระดับ 7 กรัมต่อตัวต่อวัน เพื่อเป็นแหล่งของกรดอินทรีย์สามารถเพิ่มปริมาณการกินได้และการย่อยได้ของแพะ นอกจากนี้ ไกรสิทธิ์ และคณะ (2553) รายงานว่า การเสริมกากเมาะสดที่ระดับ 1.5% ทำให้สุกรมีการเจริญ

เติบโต และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อไม่แตกต่างกับการเสริมกรดอินทรีย์ที่มีขายในท้องตลาด ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมกากเมาะที่ระดับแตกต่างกันต่อการย่อยสลายและปริมาณการผลิตแก๊สในหลอดทดลอง

## อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

### การเตรียมอาหารทดลอง

ใช้กากเมาะจากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำและไวน์เมาะ หจก. สร้างค้อไวน์ บ้านสร้างค้อ อ. ภูพาน จ. สกลนคร นำมาตากแห้งโดยการผึ่งแดด จำนวน 3 วัน หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักเมาะแต่ละระดับของการเสริมเพื่อทำการทดลองในหลอดทดลอง

### การวางแผนการทดลองและอาหารทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) โดยใช้การเสริมกากเมาะที่ระดับ 0, 4, 8, 12, 16 และ 20 มิลลิกรัมร่วมกับอาหารทดลองในปริมาณ 0.5 กรัมใช้สัดส่วนอาหารหยาบต่ออาหารชั้นที่ 60 ต่อ 40 โดยมีฟางข้าวเป็นแหล่งของอาหารหยาบ มีระดับโปรตีนหยาบ 14% และพลังงาน 78% TDN สำหรับวัตถุประสงค์ประกอบทางเคมีของอาหารชั้น ดังแสดงใน Table 1

**Table 1**Ingredients and chemical composition of concentrate, rice straw and Mao pomace

| Item                        | Concentrate        | RS <sup>1</sup> | MP <sup>2</sup> |
|-----------------------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| Ingredient                  | -----% of DM ----- |                 |                 |
| Cassava chip                | 66.7               | -               | -               |
| Soybean meal                | 9.0                | -               | -               |
| Whole cottonseed            | 10.1               | -               | -               |
| Rice bran                   | 7.0                | -               | -               |
| Urea                        | 2.2                | -               | -               |
| Molasses                    | 3.0                | -               | -               |
| Salt                        | 0.5                | -               | -               |
| Sulfur                      | 0.5                | -               | -               |
| Mineral and vitamin mixture | 1.0                | -               | -               |
| Chemical composition        |                    |                 |                 |
| Dry matter, g/kg            | 87.5               | 93.2            | 33.1            |
|                             | -----% of DM ----- |                 |                 |
| Organic matter              | 94.1               | 91.7            | 95.7            |
| Crude protein               | 14.1               | 3.2             | 10.4            |
| Neutral detergent fiber     | 23.7               | 66.3            | 60.4            |
| Acid detergent fiber        | 13.6               | 53.3            | 52.0            |
| Ash                         | 5.9                | 8.3             | 4.3             |

<sup>1</sup> Rice straw; <sup>2</sup> Mao pomace

### สัตว์ทดลอง

โคเนื้อเจาะกระเพาะพันธุ์ลูกผสม (พันธุ์บราห์มัน และพันธุ์พื้นเมืองไทย) เพศผู้ น้ำหนักตัวเฉลี่ย  $500 \pm 30$  กิโลกรัม อายุ 4 ปี จำนวน 2 ตัวซึ่งได้รับฟางข้าวเป็นแหล่งของอาหารหยาบแบบเต็มที แบ่งการให้อาหารออกเป็น 2 เวลา คือช่วงเช้าให้อาหาร เวลา 08.00 น และในช่วงเย็นให้อาหารเวลา 16.00 น. ปรับสภาพโคทดลองเป็นระยะเวลา 14 วัน หลังจากนั้นทำการเก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะรูเมน เพื่อนำมาใช้ในการทดลอง

### การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

นำตัวอย่างอาหาร เพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีได้แก่ วัตถุแห้ง (dry matter, DM), เถ้า (ash)

และโปรตีนหยาบ (crude protein, CP) ตามวิธีการของ AOAC (1995) และวิเคราะห์องค์ประกอบเยื่อใยที่สำคัญได้แก่เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (neutral detergent fiber, NDF) และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด (acid detergent fiber, ADF) ตามวิธีการของ Van Soest et al. (1991)

การศึกษากลไกการผลิตแก๊ส (kinetics of gas production) ดัดแปลงวิธีการของ Menke and Steingass (1988) นำอาหารทดลองที่บดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตรมาชั่งและเจดน้ำหนักที่แน่นอน แล้วบรรจุประมาณ 0.5 กรัมลงในขวดแก้วขนาด 50 มิลลิลิตร ที่บรรจุของเหลวจากกระเพาะรูเมน (rumen fluid) จากโคเนื้อเจาะกระเพาะ แล้วผสมภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจนในขวดที่บรรจุอาหารทดลองขวดละ 40 มิลลิลิตร พร้อมทั้งปิดจุกยางและฝาครอบ

อะลูมิเนียมให้สนิท หลังจากนั้นนำตัวอย่างเข้าบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส ทำการวัดผลผลิตแก๊ส ณ ชั่วโมง 0, 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 36, 48, 72 และ 96 จากนั้นทำการจดบันทึกปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น นำค่าผลผลิตแก๊สที่ได้มาหาค่าคงที่ a, b และ c โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป fit curve เพื่ออธิบายจนวนพลศาสตร์ของการผลิตแก๊สตามแบบจำลองสมการของ Ørskov and McDonald (1979) ดังนี้

$$y = a + b [1 - e^{(-ct)}]$$

เมื่อ  $y$  = ผลผลิตแก๊สที่เกิดขึ้น ณ เวลา  $t$ ,  $a$  = ส่วนที่ละลายได้ง่าย (มิลลิลิตร),  $b$  = ค่าปริมาณผลผลิตแก๊สที่ผลิตได้ (มิลลิลิตร) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงศักยภาพในการย่อยสลายอาหาร,  $c$  = อัตราการเกิดแก๊ส มีหน่วยเป็น %/ชม.  $e$  = exponential และ  $t$  = เวลาการเกิดแก๊ส

วัดค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้ง (*in vitro* dry matter degradability, IVDMD) และการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุ (*in vitro* organic matter degradability, IVOMD) (Tilley and Terry, 1963) นอกจากนี้ยังทำการสุ่มตัวอย่าง ณ ชั่วโมงที่ 48 หลังการบ่ม เพื่อทำการวัดการย่อยได้จริง (*in vitro* true digestibility) (Van Soest et al. (1991)

### การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Analysis of variance (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และวิเคราะห์แนวโน้มของกลุ่มทดลองด้วย Orthogonal polynomial โดยการใช้ Proc GLM ของ SAS (SAS, 1996)

### ผลการศึกษาและวิจารณ์

การเสริมกากเถ้ามีผลทำให้ปริมาณผลผลิตแก๊สที่ผลิตได้ ( $b$ ) ที่บ่งบอกถึงศักยภาพในการย่อยสลายอาหารไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ส่วนที่ละลายได้ง่ายร่วมกับปริมาณผลผลิตแก๊สที่ผลิตได้ ( $a+b$ ) และอัตราการผลิตแก๊ส ( $c$ ) ลดลงอย่างมีนัย

สำคัญทางสถิติแบบเส้นตรง ( $p < 0.05$ ) (Table 2) แต่อย่างไรก็ตามปริมาณผลผลิตแก๊สสะสมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ของอาหารเสริมทดลอง เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มไม่เสริม ในขณะที่ การเสริมกากเถ้าที่ระดับ 8 มิลลิกรัม สามารถเพิ่มปริมาณการผลิตแก๊ส ณ ชั่วโมงที่ 48-96 หลังการบ่ม (Figure 1) นอกจากนี้ การเสริมกากเถ้าไม่มีผลต่อค่าการย่อยสลายได้ของวัตถุแห้ง ( $p > 0.05$ ) การเสริมกากเถ้าที่ระดับ 0, 4, 8, 12, 16 และ 20 มิลลิกรัมตามลำดับ มีค่าความสามารถในการย่อยได้จริง เท่ากับ 64.6, 62.1, 66.3, 55.9, 59.6 และ 56.4% ตามลำดับ ซึ่งพบว่าการเสริมกากเถ้ามากกว่า 8 มิลลิกรัมมีผลทำให้ความสามารถในการย่อยได้จริงของโภชนะลดลงแบบเส้นโค้งกำลังสอง (quadratic) ( $p < 0.01$ ) ทั้งนี้เนื่องจากกากเถ้ามีปริมาณ NDF และ ADF เท่ากับ 60.4 และ 52.0% ตามลำดับ ดังนั้น การเสริมกากเถ้าในระดับสูง มีผลทำให้มีปริมาณเยื่อใยในอาหารเพิ่มสูงขึ้น ทำให้ค่าการย่อยได้ของโภชนะลดลงสอดคล้องกับ Cherdthong et al. (2013) รายงานว่า การย่อยได้ของโภชนะมีความสัมพันธ์เชิงลบต่อปริมาณ NDF และ ADF ที่เพิ่มขึ้นของอาหารในหลอดทดลอง

### สรุป

การเสริมกากเถ้าในหลอดทดลองไม่ส่งผลต่อการย่อยสลายของอาหาร และปริมาณการผลิตแก๊สสะสมจากกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนในหลอดทดลอง อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาในระดับของการเสริมกากเถ้าต่อปริมาณการกินได้ ความสามารถในการย่อยได้ กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน และการผลิตแก๊สเมเทน (methane production) ในตัวสัตว์ (*in vivo*)

### คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ หจก. สร้างค้อไวนท์ที่สนับสนุนกากเถ้าในการทำงานวิจัย ขอขอบคุณโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ

อุดรธานีที่สนับสนุนสัตว์ทดลอง ห้างปฏิบัติการและ  
สถานที่ในการทำวิจัยและสาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะ  
ทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล  
อีสาน วิทยาเขตสกลนคร ที่สนับสนุนในการใช้เครื่องมือวิจัย

### เอกสารอ้างอิง

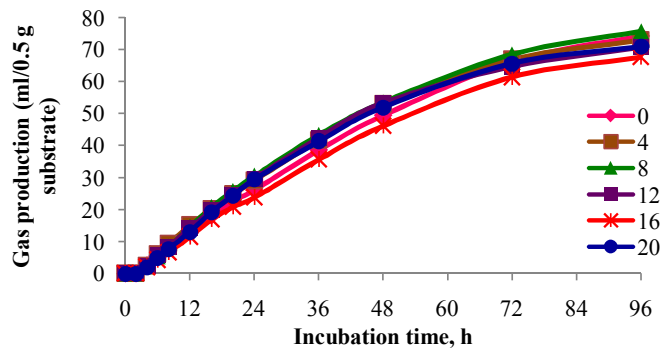
คุณพล สุพรรณภูวษ์ อุไร นนทอาษา เสมอใจ บุรีนอก ไกรสิทธิ์  
วสุเพ็ญ ศศิพันธ์ วงศ์สุทธาวาส ปราโมทย์ พงศ์คำ ฉลอง  
วชิราภากร เมธา วรณพัฒน์ และเฉลิมพล เยื้องกลาง.  
2555. ผลของการเสริมกากเมล็ดต่อปริมาณการกินได้และ  
การย่อยได้ของโภชนาในแพะ. แก่นเกษตร (ฉบับพิเศษ)  
2:223-229.  
ไกรสิทธิ์ วสุเพ็ญ เฉลิมพล เยื้องกลาง เสมอใจ บุรีนอก ศศิ  
พันธ์ วงศ์สุทธาวาส และปิยวิทย์ เกษร. 2553. การศึกษา  
เปรียบเทียบการใช้กากเมล็ดกับกรดอินทรีย์ต่อการ  
เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสุกรพื้นเมือง. ในรายงานการ  
วิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขต  
สกลนคร.

ศุภชัย สมบัติโต. 2554. มะเ็นำ. โอ เอส พริ้นติ้ง เฮ้าส์: กรุงเทพฯ.  
AOAC (1995). Official Methods of Analysis, 16th edn.  
Virginia, USA: Association of Official Analytical  
Chemists.  
Cherdthong, A. and M. Wanapat. 2013. Manipulation of *in vitro* ruminal fermentation and digestibility by dried rumen digesta. Livest. Sci. 153: 94-100.  
Menke, K.H. and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and gas production using rumen fluid. Anim. Res. Dev. 28: 7-55.  
Ørskov, E.R. and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci. 92: 499-503.  
SAS (1996). User's Guide: Statistics, Version 5. edn. Cary, NC: SAS Institute.  
Van Soest, P.J., J.B. Robertson and B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.

**Table 2** The effect of Mao pomace (MP) supplementation on gas kinetics and cumulative gas production (96 h).

| MP (mg)               | Gas kinetics |          |          |            | Gas <sup>1</sup> | Degradability (%) |       | True digestibility (%) |
|-----------------------|--------------|----------|----------|------------|------------------|-------------------|-------|------------------------|
|                       | <i>a</i>     | <i>b</i> | <i>c</i> | <i>a+b</i> |                  | IVDMD             | IVOMD |                        |
| 0                     | -3.5         | 106.4    | 0.01     | 103.0      | 74.4             | 85.3              | 87.0  | 64.6                   |
| 4                     | -4.1         | 93.3     | 0.02     | 89.3       | 73.0             | 82.2              | 83.6  | 62.1                   |
| 8                     | -4.8         | 96.7     | 0.02     | 92.0       | 75.7             | 79.8              | 81.1  | 66.3                   |
| 12                    | -4.9         | 88.6     | 0.02     | 83.6       | 70.8             | 87.1              | 88.0  | 55.9                   |
| 16                    | -3.9         | 95.8     | 0.02     | 92.0       | 67.6             | 89.5              | 89.9  | 59.6                   |
| 20                    | -5.1         | 90.9     | 0.02     | 85.8       | 71.0             | 83.0              | 83.3  | 56.4                   |
| SEM                   | 0.15         | 1.32     | 0.002    | 1.20       | 2.82             | 0.80              | 0.36  | 0.17                   |
| Orthogonal polynomial |              |          |          |            |                  |                   |       |                        |
| L                     | ns           | ns       | *        | *          | ns               | ns                | ns    | **                     |
| Q                     | ns           | ns       | 0.06     | ns         | ns               | ns                | *     | **                     |
| C                     | ns           | ns       | ns       | ns         | ns               | ns                | ns    | **                     |

<sup>1</sup>Cumulative gas production at 96 h (ml/0.5 g DM substrate); SEM, standard error of the mean; ns = non-significant, \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$



**Figure1** The effect of Mao pomace supplementation on cumulative gas production at different times of incubation