

การปรับปรุงเยื่อหุ้มเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ด้วยเอนไซม์ เพื่อใช้เป็นพรีไบโอติกส์ในอาหารสัตว์

Improvement of treated cashew testa with enzyme as prebiotics in animal feed

พรพรรณ แสนภูมิ^{1*}, สุภาวดี จิมทอง¹, ณัฐกร กลันบุญ¹, ประเสริฐพงษ์ มงคล¹ และ ศักดิษฐ์ อารีروب¹

Pornpan Saenphoom^{1*}, Suphavadee Chimtong¹, Natakorn Glunbus¹,

Prasertpong Mongkol¹ and Sakditach Areerob¹

บทคัดย่อ: การทดลองครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงเยื่อหุ้มเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ด้วยเอนไซม์เพนโตไซม์ เพื่อใช้เป็นพรีไบโอติกส์ในอาหารสัตว์ ในการศึกษาใช้การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มการทดลอง 2 กลุ่ม (T-test for independent samples) โดยแบ่งการทดลองเป็น 2 การทดลองดังนี้ การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการปรับปรุงเยื่อหุ้มเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ด้วยเอนไซม์โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มการทดลอง (ที่ระดับ 1:0 และ 1:1 w/w) กลุ่มการทดลองละ 3 ซ้ำ โดยศึกษาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ องค์ประกอบทางเคมี และโอลิโกแซคคาไรด์ พบว่า เยื่อหุ้มเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ย่อยด้วยเอนไซม์มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงกว่ากลุ่มไม่ได้ย่อย ($P < 0.01$) โดยมีค่า 4.43 และ 0.07 mg/ml ตามลำดับ นอกจากนี้เยื่อหุ้มเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ย่อยด้วยเอนไซม์มีปริมาณโปรตีนสูงกว่ากลุ่มไม่ได้ย่อย (กลุ่มควบคุม) ($P < 0.01$) แต่มีปริมาณเยื่อใยน้อยกว่ากลุ่มที่ได้ย่อย และเมื่อวิเคราะห์โอลิโกแซคคาไรด์ พบว่าเอนไซม์ทุกระดับสามารถย่อยได้เป็นน้ำตาลโอลิโกแซคคาไรด์ การทดลองที่ 2 ศึกษาคุณสมบัติการเป็นพรีไบโอติกส์ (ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาล 400, 800, 1,200 และ 1,600 $\mu\text{g/ml}$) พบว่า สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อ *L. acidophilus* ได้ทุกระดับความเข้มข้น แต่ไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *E. coli* ได้ ดังนั้น จากการศึกษาครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่าผลผลิตที่ได้จากการย่อยเยื่อหุ้มเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ด้วยเอนไซม์เพนโตไซม์มีความสามารถในการเป็นพรีไบโอติกส์เนื่องจากส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์

คำสำคัญ : เยื่อหุ้มเมล็ดมะม่วงหิมพานต์, เอนไซม์, พรีไบโอติกส์

ABSTRACT: The objective of this study was to improve pre-treating cashew nut testa with enzyme as prebiotics in animal feed. This study was assigned in T-test for dependent sample and consisted of two experiments. First experiment consisted of 2 treatment levels of enzyme (1:0 and 1:1 w/w) which studied *in vivo*. Each treatment consisted of 3 replications. All treatment samples were measured reducing sugar content, chemical compositions and oligosaccharides. The results were shown that enzyme treated cashew nut testa was higher reducing sugar content than untreated cashew nut testa (control group) ($P < 0.05$). They were 4.43 and 0.07 mg/ml, respectively. Besides, enzyme treated cashew nut testa was higher crude protein content but lower fiber than untreated cashew nut testa ($P < 0.01$). In addition, oligosaccharides analysis found that all level enzymes can digest products and releasing oligosaccharides. Second experiment was to examine prebiotics properties (concentration of sugar 400, 800, 1,200 and 1,600 $\mu\text{g/ml}$). The results were found that enzyme treated cashew nut testa can increase growth of *L. acidophilus* (at all concentrations). However, it cannot inhibit growth of *E. coli*. In conclusion, it is suggested that enzyme treated cashew nut testa can be used as prebiotics due to it can increase nonpathogenic bacteria.

Keywords: Cashew nut testa, Enzymes, Prebiotic

¹ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี

Faculty of Animal Science and Agricultural Technology, Silpakorn University Phetchaburi IT Campus

* Corresponding author: pornpan@su.ac.th, saenphoompp@hotmail.com

บทนำ

มะม่วงหิมพานต์ (Cashew nut) เป็นพืชเขตร้อนที่นิยมปลูกมากในทวีปเอเชียและแอฟริกา โดยนิยมบริโภคเมล็ดมะม่วงหิมพานต์เป็นอาหารว่างหรือนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ในเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ประกอบด้วยส่วนเนื้อ (Kernel) (20-25%) และเยื่อหุ้มเมล็ด (Testa) (1-5%) โดยเยื่อหุ้มเมล็ดมีลักษณะมีรูปร่างคล้ายไตหรือหัวใจ มีสีแดงออกน้ำตาลและหุ้มส่วนเนื้อไว้ (Mathew and Parpia, 1970; Ogunwolu et al., 2009; Trox et al., 2011) ในส่วนของเนื้อมีปริมาณโปรตีน (18-21%) และไขมันสูง (40-57%) แต่เยื่อใยต่ำ อีกทั้งยังเป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยแคลเซียม

ฟอสฟอรัส และเหล็ก (Jekayinfa and Bamgboye, 2006; Ogunwolu et al., 2009) สำหรับน้ำตาลที่พบในมะม่วงหิมพานต์ส่วนใหญ่ คือ น้ำตาล Sucrose, Raffinose และ Stachyose (Tharanathan et al., 1987) ส่วนเยื่อหุ้มเมล็ดมีแทนนิน ซึ่งเป็นสารประกอบฟีนอลในปริมาณที่สูง แทนนินที่พบในเยื่อหุ้มเมล็ดที่สำคัญคือ Catechin และ Epicatechin (Mathew and Parpia, 1970; Kamath and Rajini, 2007) อย่างไรก็ตาม ในการแปรรูปมะม่วงหิมพานต์พบว่าได้ส่วนที่บริโภคได้ประมาณ 60-65% และเป็นเศษเหลือทิ้งประมาณ 35-40% (Marcel et al., 2011) โดยเศษเหลือทิ้งส่วนใหญ่เป็นเยื่อหุ้มเมล็ด ซึ่งเยื่อหุ้มเมล็ดมีองค์ประกอบทางเคมี ประกอบด้วย โปรตีน 15.23%, ไขมัน 12.71% และเยื่อใย 12.39% โดยเยื่อใยส่วนใหญ่ คือ เซลลูโลส (14-25%) และเฮมิเซลลูโลส (14-20%) โครงสร้างเยื่อใยดังกล่าว เมื่อถูกย่อยด้วยเอนไซม์ในกลุ่ม Plant cell wall degrading enzymes ให้ผลผลิตเป็นโอลิโกแซคคาไรด์ ซึ่งโอลิโกแซคคาไรด์บางชนิด เช่น Mannooligosaccharides มีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติกส์ ดังนั้น จุดประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อปรับปรุงเยื่อหุ้มเมล็ดมะม่วงหิมพานต์โดยใช้เอนไซม์ เพื่อใช้เป็นพรีไบโอติกส์ในอาหารสัตว์โดยทดสอบความสามารถในการส่งเสริมการเจริญเติบโต

ของโปรไบโอติก ตลอดจนเป็นการเพิ่มมูลค่าของเศษเหลือทางการเกษตรให้เกิดประโยชน์สูงสุด และช่วยลดต้นทุนในการผลิตสัตว์ได้อีกด้วย

วิธีการศึกษา

การทดลองที่ 1 การศึกษาการปรับปรุงเยื่อหุ้มเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ด้วยเอนไซม์

1. การเตรียมตัวอย่างวัตถุดิบ

เก็บตัวอย่างเยื่อหุ้มเมล็ดมะม่วงหิมพานต์จากโรงงานแปรรูป จังหวัดชลบุรี จากนั้นนำไปกรองด้วยตะแกรงและล้างน้ำ แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60°C นาน 8-10 ชั่วโมง บดให้ละเอียดแล้วร่อนด้วยตะแกรงขนาด 420 ไมครอน จากนั้นนำไปต้มในน้ำเดือดเพื่อกำจัดแทนนิน แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60°C ใช้เวลา 8-10 ชั่วโมง และเก็บใส่ถุงแช่ตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°C

2. กลุ่มการทดลองและการวางแผนการทดลอง

นำเอนไซม์ทางการค้าเพนโตไซม์® (Pentozyme®) ที่ประกอบด้วยเอนไซม์ไซลานเนส (Xylanase) อะไมเลส (Amylase) เบต้า-กลูคาเนส (β -glucanase) เซลลูเลส (Cellulase) แมนนาเนส (Mannanase) และเพคตินเนส (Pectinase) ย่อยเยื่อหุ้มเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่เตรียมไว้ โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 คือ เยื่อหุ้มเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ไม่ได้ย่อยด้วยเอนไซม์ที่ระดับ 1:0 (w/w) (กลุ่มควบคุม)

กลุ่มทดลองที่ 2 คือ เยื่อหุ้มเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ย่อยด้วยเอนไซม์® (Pentozyme®) ที่ระดับ 1:1 (w/w)

โดยเยื่อหุ้มเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ย่อยด้วยเอนไซม์เพนโตไซม์® นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 40°C นาน 5 ชั่วโมง จากนั้นตัวอย่างเยื่อหุ้มเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ทั้ง 2 กลุ่มการทดลองถูกนำไปปั่นแยก แล้วนำส่วนใสกับส่วนของแข็งมาวิเคราะห์ต่อไป

3. การวิเคราะห์ตัวอย่าง

นำตัวอย่างเยื่อหุ้มเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ทั้ง 2 กลุ่มการทดลองมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยวิธี Proximate analysis โดยวิเคราะห์หา วัตถุแห้ง โปรตีน เถ้า ไขมันรวม และพลังงานรวม (AOAC, 1990) เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน (Goering and Van Soest, 1970) หลังจากนั้นนำตัวอย่างมาวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ โดยวิธี Dinitrosalicylic acid method (DNS) (Miller, 1959) และวิเคราะห์โพลิโกแซคคาไรด์ โดยวิธี Thin layer chromatography (TLC) (ธนวรรณ และคณะ, 2551)

การทดลองที่ 2 การศึกษาคุณสมบัติการเป็นพรีไบโอติกส์

1. วิธีการทดลอง

นำเยื่อหุ้มเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่เสริมเอนไซม์ในการย่อย มาเปรียบเทียบกับเยื่อหุ้มเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ไม่ได้เสริมเอนไซม์ในการย่อย มาบ่มที่อุณหภูมิ 40°C นาน 5 ชั่วโมง ภายหลังการบ่มนำตัวอย่างไปปั่นแยกที่ความเร็ว 10,000 รอบต่อนาที แล้วนำส่วนใสมาตรวจสอบการคุณสมบัติความเป็นพรีไบโอติกส์ โดยทดสอบความสามารถในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของโปรไบโอติกและการทดสอบการเป็นสารยับยั้งจุลินทรีย์ที่ก่อโรค (สุคนธ์ และคณะ, 2555)

2. กลุ่มการทดลองและการวางแผนการทดลอง

การทดสอบความสามารถในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของโปรไบโอติก และการทดสอบการเป็นสารยับยั้งจุลินทรีย์ที่ก่อโรค โดยเปรียบเทียบกับแบคทีเรีย (*L. acidophilus* และ *E. coli*) ที่เลี้ยงในน้ำตาลกลูโคสที่ระดับความเข้มข้นเดียวกัน ซึ่งแบคทีเรียได้มาจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย แบคทีเรียที่ศึกษามักพบในทางเดินอาหารของสัตว์กระเพาะเดียว โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่มการทดลอง กลุ่มละ 3 ซ้ำ ตามระดับความเข้มข้นของน้ำตาลที่ 400, 800, 1,200 และ 1,600 µg/ml จากนั้นตรวจสอบการ

เจริญเติบโตของเชื้อ *L. acidophilus* และ *E. coli* ในอาหารที่ประกอบด้วยแหล่งคาร์บอน บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37°C แล้ววัดการเจริญเติบโต โดยการวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร (สุคนธ์ และคณะ, 2555) จากนั้นนำข้อมูลจากทั้งสองการทดลอง (Experiment) มาวิเคราะห์ โดยใช้การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มการทดลอง (Treatment) 2 กลุ่ม (T-test for independent samples) โดยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (มนต์ชัย, 2544)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการศึกษาพบว่าเยื่อหุ้มเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ย่อยด้วยเอนไซม์มีปริมาณโปรตีน ไขมันและพลังงานสูงกว่า และมีปริมาณเยื่อใยต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ย่อยด้วยเอนไซม์ ($P < 0.05$) ดังแสดงใน Table 1 ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ พรพรรณ และคณะ (2557) ที่พบว่ากากกาแฟที่ย่อยด้วยเอนไซม์มีปริมาณโปรตีนและพลังงานสูง แต่เยื่อใยต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ย่อยด้วยเอนไซม์ แต่ Saenphoom et al. (2011) รายงานว่า การย่อยกากเนื้อในปาล์มด้วยเอนไซม์ส่งผลทำให้ปริมาณเยื่อใยลดลง แต่ปริมาณโปรตีนไม่เปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ Ng et al. (2002) รายงานว่า การใช้เอนไซม์ย่อยกากเนื้อในปาล์มไม่สามารถทำให้องค์ประกอบทางเคมีเปลี่ยนแปลง ส่วนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของแต่ละกลุ่มการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยที่เยื่อหุ้มเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ย่อยด้วยเอนไซม์มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (4.43 mg/ml) สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ย่อยด้วยเอนไซม์ (0.07 mg/ml) (Figure 1) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาพรพรรณ และสุภาวดี (2557) ที่พบว่า กากชาที่ย่อยด้วยเอนไซม์มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ย่อยด้วยเอนไซม์ และจากการศึกษาของ Gaewchingduang and Pengthemkeerati (2010) รายงานว่า มันสำปะหลังที่ย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส (β -glucanase) ที่ระดับ 2% สามารถผลิตน้ำตาลรีดิวซ์ได้ เช่นเดียวกับรายงาน

Lawal et al. (2010) ที่พบว่า กากเนื้อในปาล์มที่ย่อยด้วยเอนไซม์ที่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เพิ่มขึ้น จากการที่ปริมาณรีดิวซ์เพิ่มขึ้นจากการย่อยด้วยเอนไซม์แสดงให้เห็นว่าเอนไซม์มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายเยื่อใยและปลดปล่อยน้ำตาลออกมา ส่งผลทำให้วัตถุดิบนั้นมีปริมาณพลังงานเพิ่มขึ้น นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์โอลิโกแซคคาไรด์ (Oligosaccharides) ที่เกิดขึ้นโดยเปรียบเทียบกับกลูโคสและเซลลูโลสไบโอต (Cellobiose) พบว่าโอลิโกแซคคาไรด์ที่เกิดขึ้นของทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน โดยผลผลิตที่ได้จากการย่อยด้วยเอนไซม์แสดงให้เห็นว่ามีกลูโคสและโอลิโกแซคคาไรด์ (Figure 2) โดยผลผลิตที่ได้จากการย่อยด้วยเอนไซม์ (แถวที่ 4) มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสเป็นองค์ประกอบ เนื่องจากการเคลื่อนที่ของผลผลิตที่ได้จากการย่อยสามารถเคลื่อนที่ไปอยู่แนวเดียวกับน้ำตาลกลูโคส และมีน้ำตาลชนิดอื่นเป็นองค์ประกอบ ซึ่งคาดว่าเป็นน้ำตาลโอลิโกแซคคาไรด์ เนื่องจากผลผลิตที่ได้จากการย่อยเคลื่อนที่อยู่ตำแหน่งที่ต่างจากน้ำตาลเซลลูโลสไบโอต ซึ่งผลผลิตที่ได้จากการย่อยอยู่ต่ำกว่าน้ำตาลเซลลูโลสไบโอต แสดงว่าผลิตภัณฑ์ที่ต้องเป็นน้ำตาลที่มีโมเลกุลมากกว่าน้ำตาลเซลลูโลสไบโอต (Saenphoom and Chimtong, 2014) ซึ่งสามารถบอกได้ว่าน้ำตาลที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อย มีน้ำตาลโอลิโกแซคคาไรด์เป็นองค์ประกอบ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของพรพรรณ และสุภาวดี (2557) รายงานว่า เอนไซม์สามารถย่อยกากชาให้ได้ผลผลิตหลักคือ กลูโคส และโอลิโกแซคคาไรด์ ซึ่งมีขนาดใหญ่น้ำตาลเซลลูโลสไบโอต เช่นเดียวกับงานทดลองของ พิชามญ์ และคณะ (2556) รายงาน ผลผลิตที่ได้จาก

การย่อยกากถั่วเหลือง คือ แมนโนส (Mannose) กากชานอ้อย และเปลือกมันฝรั่ง คือ กลูโคส ในขณะที่ผลผลิตที่ได้จากการย่อยกากเนื้อมะพร้าวและกากกาแฟ คือน้ำตาลที่ยังไม่ทราบชนิดแน่ชัด การทดสอบความเป็นพรีไบโอติกส์ โดยนำเอาผลผลิตที่ได้จากการย่อยด้วยเอนไซม์ที่ระดับต่างๆมาเลี้ยงเชื้อในกลูโคสที่ระดับความเข้มข้นเดียวกัน พบว่าสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ในทางเดินอาหาร (*L. acidophilus*) ได้ทุกระดับความเข้มข้นของน้ำตาล (400, 800, 1,200 และ 1,600 µg/ml) โดยมีการเจริญเติบโตสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เลี้ยงในกลูโคสดังนี้ 0.32, 0.29, 0.35 และ 0.34 ตามลำดับ แต่ไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรค (*E. coli*) ที่ทุกระดับความเข้มข้นของน้ำตาล โดยมีการเจริญเติบโตสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เลี้ยงในกลูโคส ดังนี้ 0.12, 0.26, 0.38 และ 0.37 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเยื่อหุ้มเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ย่อยด้วยเอนไซม์สามารถนำมาใช้เป็นพรีไบโอติกส์ เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของแบคทีเรียท้องถิ่นในระบบทางเดินอาหาร แต่อย่างไรก็ตาม ไม่สามารถนำไปใช้ในการยับยั้งเชื้อก่อโรค เช่น *E. coli* ในขณะการศึกษาของ Saenphoom and Chimtong (2014) รายงานว่า กากมะพร้าวที่ย่อยด้วยเอนไซม์สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อ *L. acidophilus* และยังสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *E. coli* ได้ ในขณะที่ ทวีศักดิ์ และคณะ (2551) รายงานว่า สารสกัดกากชาที่ระดับความเข้มข้น 20% สามารถลดปริมาณ *E. coli* ได้

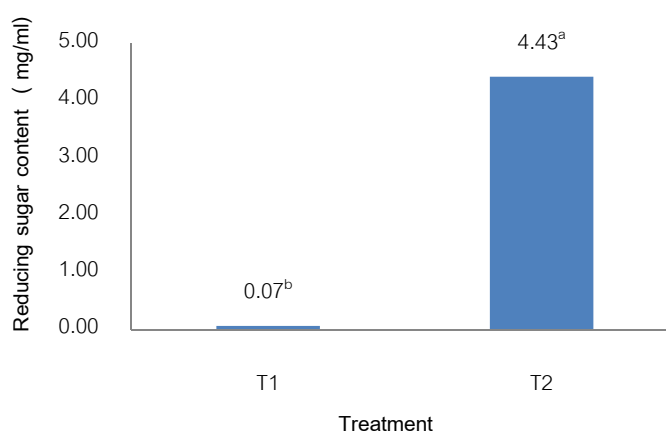
Table 1 Chemical compositions of enzyme treated cashew nut testa (% dry matter)

Item (%)	Cashew nut testa		SEM
	Untreated	Enzyme treated	
Moisture	2.97 ^b	0.19 ^a	0.02
Dry matter	97.03 ^b	99.81 ^a	0.01
Ash	3.73 ^b	4.17 ^a	0.03
Crude protein	17.83 ^b	26.23 ^a	0.00
Ether extract	2.51 ^b	5.84 ^a	0.10
Crude fiber	27.45 ^a	17.54 ^b	0.01
NDF	74.74 ^a	64.58 ^b	0.12
ADF	55.38 ^a	44.75 ^b	0.05
ADL	31.87 ^a	25.18 ^b	0.15
Hemicellulose	19.27	19.47	0.04
Cellulose	23.73 ^a	20.13 ^b	1.93
Gros energy (kcal/kg)	4,461.77 ^d	4,609.16 ^c	3.51

^{a,b} Values on the same row with different superscripts differ significantly ($P < 0.01$)

^{c,d} Values on the same row with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$)

NDF = Neutral Detergent Fiber, ADF = Acid Detergent Fiber, ADL = Acid Detergent Lignin, SEM = Standard error means

**Figure 1** Reducing sugar content of enzyme treated cashew nut testa

T1 = Untreated cashew nut testa, T2 = Enzyme treated cashew nut testa 1:1 (w/w)

^{a,b} Values on the same row with different superscripts differ significantly ($P < 0.01$)

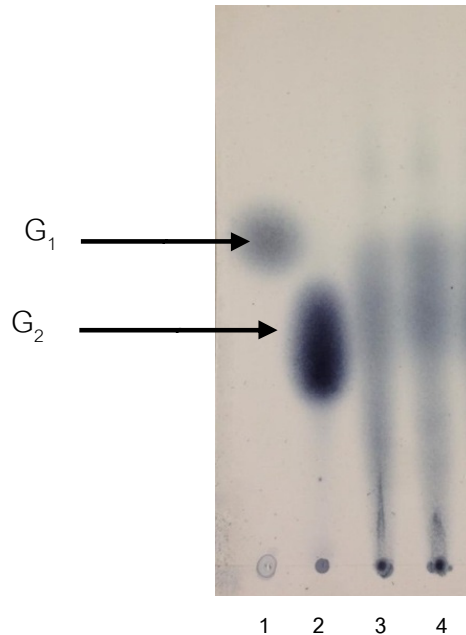


Figure 2 Oligosaccharides of enzyme treated cashew nut testa using thin layer chromatography method Row 1 = Glucose (G_1), Row 2 = Cellobiose (G_2), Row 3 = Untreated cashew nut testa, Row 4 = Enzyme treated cashew nut testa 1:1 (w/w)

สรุป

การศึกษาในครั้งนี้สรุปได้ว่าเยื่อหุ้มเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ย่อยด้วยเอนไซม์สามารถลดปริมาณเยื่อใย เพิ่มปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และโพลิโกแซคคาไรด์ได้ นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อ *L. acidophilus* แต่ไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *E. coli* ได้ แสดงให้เห็นว่าเยื่อหุ้มเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ย่อยด้วยเอนไซม์มีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติกส์ ในการส่งเสริมโปรไบโอติกส์ แต่ไม่สามารถยับยั้งเชื้อก่อโรคในระบบทางเดินอาหารได้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการนำเอาเศษเหลือทางการเกษตรชนิดอื่นๆ มาย่อยด้วยเอนไซม์ ควรทราบถึงชนิดและปริมาณของโพลิโกแซคคาไรด์ ตลอดจนทดสอบความสามารถในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของโปรไบโอติกส์ให้เป็นแนวทางหนึ่งในการผลิตพรีไบโอติกส์ได้ ซึ่งอาจเป็นการเพิ่มมูลค่าของเศษเหลือทางการเกษตรได้อีกด้วย

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากรที่สนับสนุนงบประมาณสำหรับการศึกษาในครั้งนี้ ตลอดจนขอขอบคุณนายณัฐกร กลั่นบุญชัย นายประเสริฐพงษ์ มงคล และนายศักดิ์รัช อารีรอบ ที่ให้ความช่วยเหลือในการทดลองครั้งนี้มาโดยตลอด

เอกสารอ้างอิง

ทวีศักดิ์ ส่งเสริม, ศรีสมัย วิริยะธัมมะ, จุรีย์ ปานกำเนิด และสุวรรณ ทิพย์รักษ์. 2551. การศึกษาประสิทธิภาพในการลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียโดยสารสกัดจากกากชา. ชุดโครงการ “การทดสอบสมุนไพรรักษาโรค” สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธนวรรณ ศรีนาง, จักรกฤษณ์ เตชะอภัยคุณ, คิน เลย์ คู และกนก รัตนะกนกชัย. 2551. ผลผลิตจากการหมัก *Bacillus sp.* strain TW-1 ในอาหารที่มีเปลือกข้าวโพดเป็นแหล่งคาร์บอนภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนจำกัด. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. 31: 291-304.

- พรพรรณ แสนภูมิ และ สุภาวดี ฉิมทอง. 2557. การปรับปรุงกากชาด้วยเอนไซม์เพื่อใช้เป็นพรีไบโอติกส์. วารสารแก่นเกษตร. 42(พิเศษ 1): 368-374.
- พรพรรณ แสนภูมิ, มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี และ สุภาวดี ฉิมทอง. 2557. การปรับปรุงกากกาแฟด้วยเอนไซม์เพื่อใช้เป็นพรีไบโอติกส์. วารสารสัตวศาสตร์แห่งประเทศไทย. 1(พิเศษ): 133-136.
- พิชามญชุ์ แดงพวาม, สุดาทิพย์ จันทร และ สุนีย์ นิธิสินประเสริฐ. 2556. อิทธิพลของชนิดและปริมาณของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรต่อการผลิตโอเลโอแซ็กคาไรด์ด้วยสารละลายเอนไซม์สกัดหยาบจาก *Penicillium oxalicum* KUB-SN2-1. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. 36: 73-84.
- มนต์ชัย ดวงจินดา. 2544. การใช้โปรแกรม SAS เพื่อวิเคราะห์งานวิจัยทางสัตวศาสตร์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น: คลังนานาวิทยา.
- สุคนธ์ ดันดีไพบูลย์วุฒิ, เทียนชัย น่วมเศรษฐี และเพชรลดา เดชาเย็นง. 2555.ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากเปลือกผลไม้บางชนิด. วารสารงานวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 17: 880-894.
- AOAC. 1990. Official Method of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- Gaewchingduang, S. and P. Pengthemkeerati. 2010. Enhancing efficiency for reducing sugar from cassava bagasse by pretreatment. *World Academy of Science, Engineering and Technology*. 46: 727-730.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis (Apparatus, Reagent, Procedures and some Application). In *Agricultural Handbook. No. 397*, ARS, USDA, Washington, D.C.
- Jekayinfa, S.O. and A.I. Bamgbobe. 2006. Estimating energy requirement in cashew (*Anacardium occidentale* L.) nut processing operations. *Energy*. 31: 1305-1320.
- Kamath, V. and P.S. Rajini. 2007. The efficacy of cashew nut (*Anacardium occidentale* L.) skin extract as a free radical scavenger. *Food Chemistry*. 103: 428-433.
- Marcel, B.K.G., K.B. Andre, Z.T. Viviane, and K.C. Seraphin. 2011. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*. 1: 1-8.
- Mathew, A.G. and H.A.B Parpia. 1970. Polyphenols of cashew nut skin. *Journal of Food Science*. 35: 140-143.
- Miller, G.L. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*. 31: 426-428.
- Ng, W.K., Lim, H.A., Lim, S.L. and Ibrahim, C.O. 2002. Nutritive value of palm kernel meal pretreated with enzyme or fermented with *Trichoderma konningii* (Oudemans) as a dietary ingredient for red hybrid tilapia (*Oreochromis* sp.). *Aquaculture Research*. 33: 1199-1207.
- Ogunwolu, S.O., F.O. Henshaw, H.P. Mock, A. Santos, and S.O. Awonorin. 2009. Functional properties of protein concentrates and isolates from cashew (*Anacardium occidentale* L.) nut. *Food Chemistry*. 115: 852-858.
- Saenphoom, P. and Chintong, S. 2014. Effect of enzyme treated copra meal on nutritive value, reducing sugars and oligosaccharides as prebiotics. *The Standard International Journals*. 1:18-21
- Saenphoom, P., J. B. Liang, Y.W. Ho, T.C. Loh and M. Rosfarizan. 2011. Effect of enzyme treatment on chemical composition and production of reducing sugars in palm (*Elaeis guineensis*) kernel expeller. *Afr. J. Biotechnol.* 10: 15372-15377.
- Tharanathan, R.N., G. Muralikrishna, P.V. Salimath and M.R.R. Rao. 1987. Plant carbohydrates: An overview. *Plant Science*. 97: 81-155.
- Trox, J., V. Vadivel, W. Vetter, W. Stuetz, D.R., Rammerer, R. Carle, V. Scherbaum, U. Gota, D. Nohr, and H.K. Biesalski. 2011. Catechin and epicatechin in testa and their association with bioactive compounds in kernels of cashew nut (*Anacardium occidentale* L.) *Food Chemistry*. 128: 1094-1099.