

การปรับปรุงป่านศรนารายณ์และว่านหางจระเข้โดยใช้จุลินทรีย์เพื่อศึกษา ความเป็นพรีไบโอติกส์และสารต้านจุลินทรีย์ก่อโรค

Improvement of sisal and aloe vera using microbial as prebiotics and
antipathogenic bacteria

พรพรรณ แสนภูมิ^{1*}, สุภาวดี จิมทอง¹, วสุนันท์ นิมอนงค์¹, จารุศิริ โพธิ์เยี่ยม¹
และ กชกร แก่นจันทร์ดา¹

Pornpan Saenphoom^{1*}, Suphavadee Chimtong¹, Wasunan Nimanong¹,
Jarusiri Po-aim¹ and Kotchagron Kanchanda¹

บทคัดย่อ: การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงป่านศรนารายณ์และว่านหางจระเข้โดยใช้จุลินทรีย์เพื่อศึกษาความเป็นพรีไบโอติกส์และสารต้านจุลินทรีย์ก่อโรค โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) แบ่งเป็น 2 การทดลองดังนี้ การทดลองที่ 1 เพื่อศึกษากระบวนการปรับปรุงป่านศรนารายณ์และว่านหางจระเข้เพื่อให้ได้โพลิโกแซคคาไรด์แบ่งเป็น 6 กลุ่มการทดลองๆ 3 ซ้ำ คือ ป่านศรนารายณ์ที่ไม่ถูกย่อย (กลุ่มควบคุม) (T1) ป่านศรนารายณ์ที่ย่อยด้วย *Aspergillus niger* (T2) ป่านศรนารายณ์ที่ย่อยด้วย *Bacillus subtilis* (T3) ว่านหางจระเข้ที่ไม่ถูกย่อย (กลุ่มควบคุม) (T4) ว่านหางจระเข้ที่ย่อยด้วย *Aspergillus niger* (T5) และว่านหางจระเข้ที่ย่อยด้วย *Bacillus subtilis* (T6) จากการศึกษา พบว่ากลุ่มการทดลองที่ 6 มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (1,569.64 mg/ml) สูงกว่ากลุ่มการทดลองอื่นๆ ($P<0.05$) สำหรับปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar) พบว่ากลุ่มการทดลองที่ 5 มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (19.43 mg/ml) สูงกว่ากลุ่มการทดลองอื่นๆ ($P<0.05$) เมื่อนำมาวิเคราะห์โพลิโกแซคคาไรด์โดยวิธี Thin layer chromatography (TLC) พบว่าผลผลิตน้ำตาลทุกกลุ่มการทดลองสามารถให้ผลผลิตเป็นโพลิโกแซคคาไรด์ได้ นอกจากนี้เมื่อนำมาในการทดลองที่ 2 ศึกษาคุณสมบัติความเป็นพรีไบโอติกส์ พบว่าผลผลิตน้ำตาลของป่านศรนารายณ์และว่านหางจระเข้ที่ได้ในทุกกลุ่มการทดลองสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *Lactobacillus casei* แต่ไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *Escherichia coli* ($P<0.05$) ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าผลผลิตน้ำตาลจากป่านศรนารายณ์และว่านหางจระเข้ด้วยเชื้อรา *A. niger* และ *B. subtilis* มีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติกส์ แต่ไม่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านจุลินทรีย์ที่ก่อโรค

คำสำคัญ: ป่านศรนารายณ์, ว่านหางจระเข้, พรีไบโอติกส์, โพลิโกแซคคาไรด์

¹ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี

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

* Corresponding author: saenphoompp@hotmail.com , SAENPHOOM_P@silpakorn.edu

ABSTRACT: The aim of this study was to improve sisal and aloe vera using microbial as prebiotics and antipathogenic bacteria. This study was assigned in completely randomized design (CRD) and consisted of 2 experiments. First experiment consisted of 6 treatments and 3 replications such as untreated sisal as control (T1), treated sisal with *Aspergillus niger* (T2), treated sisal with *Bacillus subtilis* (T3), untreated aloe vera as control (T4), treated aloe vera with *Aspergillus niger* (T5) and treated aloe vera with *Bacillus subtilis* (T6). Result found that T6 had higher total sugar content (1,569.64 mg/ml) than other treatments ($P<0.05$). For reducing sugar, T5 was higher reducing sugar content (19.43 mg/ml) than other treatments ($P<0.05$). In addition, oligosaccharides analysis found that all treatments had oligosaccharides products using thin layer chromatography (TLC) method. Second experiment was to examine prebiotics properties. The results found that oligosaccharides products of all treatments increase growth of *L. casei* but it cannot inhibit growth of *E. coli* ($P<0.05$). In conclusion, it is suggested that sugar products of treated sisal and aloe vera using *A. niger* and *B. subtilis* were suitable as prebiotics but not properties as antimicrobial.

Keywords: sisal, aloe vera, prebiotics, oligosaccharides

บทนำ

พรีไบโอติกส์เป็นสารอาหารคาร์โบไฮเดรตที่ทนต่อการย่อยได้ และไม่ถูกดูดซึมในระบบทางเดินอาหาร เมื่อผ่านมาถึงลำไส้ใหญ่จะส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ เช่น *Bifidobacteria*, *Lactobacilli* และ *Eubacteria* แต่จะไม่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของแบคทีเรียก่อโรค (Pathogenic bacteria) เช่น *Clostridium perfringens* สำหรับ *Bifidobacteria* นั้นมีความสามารถในการต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคได้ สามารถลดอันตรายจากจุลินทรีย์ก่อโรค และโรคในลำไส้ได้ทั้งในการทดลองระดับห้องปฏิบัติการและในระดับสัตว์ทดลอง สำหรับพรีไบโอติกส์ตามธรรมชาติที่นิยมใช้กันมาก คือ ฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ (Fructo-oligosaccharides), กลูโคโอลิโกแซคคาไรด์ (Gluco-oligosaccharides), แลคทูโลส (Lactulose) และอินนูลิน (Inulin) (ดวงใจ, 2558) อินนูลินเป็นใยอาหารที่สกัดมาจากพืชและสามารถละลายน้ำได้ประกอบด้วยพอลิเมอร์ของฟรุคโตสอามีน้ำตาลกลูโคสอยู่ด้วยหรือไม่ก็ได้ถ้ามีน้ำตาลกลูโคสจะมีเพียง 1 โมเลกุล อยู่ปลายด้านใดด้านหนึ่งมีระดับการเกิดพอลิเมอร์ (Degree of polymerization, DP) เท่ากับ 2-60 สำหรับพืชที่เป็นแหล่งที่ดีของอินนูลินได้แก่ กัลยหอม, หอมหัวใหญ่, กระเทียม, ต้นกระเทียม (Leek), อาร์ติโชค (Artichokke), ชิคอรี (Chicory) (วิจิตร, 2553), ว่านหางจระเข้ (Bouaziz et al., 2014) และป่านศร

นารายณ์ (Elisante and Msemwa, 2010) ซึ่งอินนูลินยึดเกาะกันด้วยพันธะ β -2,1 ที่ไม่สามารถย่อยได้ด้วยเอนไซม์ในกระเพาะอาหาร แต่สามารถถูกย่อยได้โดยแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ (วิจิตร, 2553) ได้เป็นกรดไขมันสายสั้น และสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ (วิจิตร, 2553) ป่านศรนารายณ์ (Sisal) เป็นพืชเศรษฐกิจลักษณะใบเป็นใบเลี้ยงเดี่ยวเส้นใยยาว มีปริมาณของเส้นใยระหว่าง 3.5-5 % เส้นใยมีลักษณะแข็ง ผลผลิตเส้นใยป่านศรนารายณ์ประมาณครึ่งหนึ่งนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเชือก และใช้งานหนักกรรมได้แก่ หมวก กระเป๋า เข็มขัด รองเท้า และไม้กวาดเส้นใยป่านศรนารายณ์ ประกอบด้วยเซลลูโลสประมาณ 78%, เฮมิเซลลูโลสประมาณ 10%, ลิกนินประมาณ 8% (ยุพาพร และวิมลลักษณ์, 2554) และอินนูลินประมาณ 24-36% (Elisante and Msemwa, 2010) สำหรับว่านหางจระเข้ (Aloe vera) ในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ว่านหางจระเข้เพื่อการบริโภค โดยมีเปลือกว่านหางจระเข้เป็นเศษเหลือทิ้งมากถึง 50% ของปริมาณวัตถุดิบ (ปิ่นรส, 2559) ว่านหางจระเข้จัดเป็นพืชไม่ล้มลุก ลำต้นเป็นข้อปล้องสั้น ใบเป็นใบเดี่ยว ใบหนาและยาว โคนใบใหญ่ส่วนปลายใบแหลมขอบใบเป็นหนามแหลมห่างกัน แผ่นใบหนาสีเขียว มีจุดยาวสีเขียวอ่อน อวบน้ำ ช่างเป็นวุ้นใสสีเขียวอ่อน (จรรวณ, 2556) ว่านหางจระเข้ประกอบด้วยน้ำประมาณ 95-99% และยังมีคาร์โบไฮเดรต, วิตามิน, แร่ธาตุ และเอนไซม์ (Cuvas-Limon et al., 2016)

และอินนูลินประมาณ 16% (Bouaziz et al., 2014) ดังนั้นวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงป่านครนารายณ์และว่านหางจระเข้โดยใช้จุลินทรีย์ เพื่อเป็นพรีไบโอติกส์ในอาหารสัตว์และสารต้านจุลินทรีย์ก่อโรค

วิธีการศึกษา

การเตรียมตัวอย่างวัตถุดิบ

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างเปลือกป่านครนารายณ์ศูนย์ศิลปาชีพป่านครนารายณ์หุบกระพง อ.ชะอำ จ.หัวหิน เพชรบุรี และตัวอย่างเปลือกว่านหางจระเข้จากไร่ว่านพุ่มนิล อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จากนั้นหั่นตัวอย่างขนาด 2-3 เซนติเมตร แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60°C ใช้เวลา 24-48 ชั่วโมง และนำไปบดละเอียด แล้วร่อนด้วยตะแกรงขนาด 42 ไมครอน นำตัวอย่างมาบดด้วยเชื้อ *A. niger* และ *B. subtilis* โดยใส่ตัวอย่าง 15 กรัมลงในน้ำ 75 มิลลิลิตร ใส่ yeast extract 1.8 กรัม และ $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.3 กรัม ปรับปริมาตรด้วยสารละลาย McIlvaine buffer ความเข้มข้น 0.1 M ที่ pH 5.0 จำนวน 135 มิลลิลิตร ใส่เชื้อจุลินทรีย์จำนวน 15 มิลลิลิตร ควบคุมการเลี้ยงด้วยเครื่องเขย่า จากนั้นนำของเหลวไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 10,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที ส่วนกากที่ผ่านการย่อยเพื่อวิเคราะห์ต่อไป (McIlvarine, 1921)

กลุ่มการทดลองและการวางแผนการทดลอง

โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) แบ่งเป็น 6 กลุ่มการทดลองๆ 3 ซ้ำ ได้แก่ ป่านครนารายณ์ที่ไม่ถูกย่อย (กลุ่มควบคุม) (T1) ป่านครนารายณ์ที่ย่อยด้วย *A. niger* (T2) ป่านครนารายณ์ที่ย่อยด้วย *B. subtilis* (T3) ว่านหางจระเข้ที่ไม่ถูกย่อย (กลุ่มควบคุม) (T4) ว่านหางจระเข้ที่ย่อยด้วย *A. niger* (T5) และว่านหางจระเข้ที่ย่อยด้วย *B. subtilis* (T6) การวิเคราะห์ตัวอย่าง นำตัวอย่างส่วนใส (Supernatant) มาวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดด้วยวิธี Phenol sulfuric method (Dubois et al., 1956) และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar) โดยวิธี Dinitrosalicylic acid assay (Miller, 1959) ศึกษาความเป็นพรีไบโอติกส์แบ่งเป็น 2 การทดสอบ คือการทดสอบความสามารถในการส่งเสริมการเจริญของโปรไบโอติกส์ และการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ก่อโรคในอาหารเลี้ยงเชื้อพื้นฐาน เปรียบเทียบกับการเจริญเติบโตในอาหารที่มีผลผลิตน้ำตาลที่ได้จากการย่อยป่านครนารายณ์และว่านหางจระเข้ด้วยเชื้อ *A. niger* และ *B. subtilis* ตามระดับความเข้มข้นของน้ำตาลที่ 8 mg/ml โดยในแต่ละกลุ่มการทดลองจะประกอบด้วยเชื้อ *L. plantarum*, *L. casei* และ *E. coli* ทำการเลี้ยงในอาหาร Nutrient Broth (NB) ที่มีผลผลิตน้ำตาลที่ได้จากการย่อยเพื่อเป็นแหล่งคาร์บอน บ่มที่อุณหภูมิ 37 °C หลังจากนั้นทำการวัดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์โดยวัดค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) ที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร (สุคนธ์ และคณะ, 2555)

เสริมการเจริญของโปรไบโอติกส์ และการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ก่อโรคในอาหารเลี้ยงเชื้อพื้นฐาน เปรียบเทียบกับการเจริญเติบโตในอาหารที่มีผลผลิตน้ำตาลที่ได้จากการย่อยป่านครนารายณ์และว่านหางจระเข้ด้วยเชื้อ *A. niger* และ *B. subtilis* ตามระดับความเข้มข้นของน้ำตาลที่ 8 mg/ml โดยในแต่ละกลุ่มการทดลองจะประกอบด้วยเชื้อ *L. plantarum*, *L. casei* และ *E. coli* ทำการเลี้ยงในอาหาร Nutrient Broth (NB) ที่มีผลผลิตน้ำตาลที่ได้จากการย่อยเพื่อเป็นแหล่งคาร์บอน บ่มที่อุณหภูมิ 37 °C หลังจากนั้นทำการวัดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์โดยวัดค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) ที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร (สุคนธ์ และคณะ, 2555)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มการทดลองโดยวิธี Duncan's new multiple rang test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (1998) เพื่อการวิเคราะห์งานวิจัยทางสัตว์ (มนต์ชัย, 2544)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์

จากการศึกษาพบว่า เปลือกว่านหางจระเข้ที่ย่อยด้วย *B. Subtilis* และ *A. niger* มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (1,569.64 mg/ml) และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (19.43 mg/ml) สูงกว่ากลุ่มการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ตามลำดับ (Figure 1) จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นที่เกิดขึ้นของในตัวอย่างที่ไม่ได้รับการย่อยเป็นผลอันเนื่องมาจากคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ และอาจเกิดการลดขนาดของวัตถุดิบ ทำให้คาร์โบไฮเดรตที่ไม่สามารถละลายอาจละลายน้ำได้บางส่วน เมื่อเปรียบเทียบกันพบว่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ย่อยด้วย *A. niger* และ *B. subtilis* เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Msuya et al. (2018) รายงานว่าป่านครนารายณ์ที่ย่อยด้วยความร้อนร่วมกับกรดจะมีปริมาณน้ำตาล

ทั้งหมดสูงขึ้น 37% นอกจากนี้ปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นเป็นผลอันเนื่องมาจากการเชื้อจุลินทรีย์มีการย่อยน้ำตาลของป่านศรนารายณ์ที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตมาใช้โดยส่งน้ำย่อยออกมาย่อยสารโมเลกุลใหญ่ให้เป็นสารโมเลกุลเล็กแล้วดูดซึมสารโมเลกุลเล็กเข้าร่างกายและหลังการย่อย เชื้อทั้งสองจะได้น้ำตาลที่เหลือจากการย่อย อาจมีน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวอยู่ ซึ่งสอดคล้อง Hendrianie et al. (2015) พบว่า เปลือกกล้วยที่ย่อยด้วยสารละลายเอนไซม์สกัดหยาบจาก *A. niger* และ *Trichoderma reesei* ในอัตราส่วน 1:2 อุณหภูมิ 50 °C pH 5 เวลา 64 ชั่วโมงให้ปริมาณน้ำตาลกลูโคสสูงสุดประมาณ 0.52%

โพลิโกแซคคาไรด์

จากการศึกษาพบว่า ผลผลิตน้ำตาลของป่านศรนารายณ์และว่านหางจระเข้มีการเคลื่อนตัวของผลผลิตน้ำตาลบนแผ่น TLC จะเห็นได้ว่า แถวที่ 1 กับ 11 คือ กลูโคส และแถวที่ 2 กับ 10 คือ เซลโลไบโอส (Figure 2) ซึ่งเป็นสารมาตรฐานในการบ่งชี้ว่าผลผลิตของป่านศรนารายณ์และว่านหางจระเข้ที่ได้รับการย่อยนั้นมีโพลิโกแซคคาไรด์ ทั้งพบว่าป่านศรนารายณ์และว่านหางจระเข้มีปริมาณกลูโคสเป็นองค์ประกอบเนื่องจากการเคลื่อนที่ของสารบนเฟสขึ้นไปอยู่ระดับเดียวกับกลูโคส และระดับสูงกว่ากลูโคส ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีน้ำตาลอื่นร่วมอยู่ด้วยหรืออาจเป็นโพลิโกแซคคาไรด์ จากลำดับการเคลื่อนที่ของสารบนเฟสที่มีตำแหน่งต่ำ

กว่ากลูโคส สามารถชี้แสดงได้ว่าผลผลิตที่เกิดขึ้นนั้นมีโมเลกุลมากกว่ากลูโคส

พรีไบโอติกส์

จากการศึกษาพบว่าผลผลิตน้ำตาลที่ได้จากการย่อยมีคุณสมบัติความเป็นพรีไบโอติกส์ (Figure 3) เนื่องจากสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อ *L. casei* แต่ไม่สามารถยับยั้งอัตราการเจริญเติบโตของ *E. coli* ได้ จึงไม่เป็นสารต้านจุลินทรีย์ก่อโรค ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษา Yagi et al. (2017) พบว่าว่านหางจระเข้ที่ระดับ 15% สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของ *L. fermentum* แต่ในทางตรงกันข้ามจากการศึกษาของ Zwane et al. (2010) รายงานว่าสารสกัดจากป่านศรนารายณ์สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *E. Coli* ทั้งนี้เนื่องจากสารเคมีในป่านศรนารายณ์ที่มีคุณสมบัติต้านเชื้อจุลินทรีย์ได้จะละลายในไขมันมากกว่าน้ำ เช่น กรดเฟอร์ูลิก (Ferulic acid)

สรุป

การศึกษานี้สรุปได้ว่าป่านศรนารายณ์และว่านหางจระเข้ที่ย่อยด้วยเชื้อรา *A. niger* และ *B. subtilis* สามารถเพิ่มโพลิโกแซคคาไรด์ และยังสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อ *L. casei* ซึ่งมีคุณสมบัติความเป็นพรีไบโอติกส์ แต่ไม่สามารถยับยั้งอัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *E. coli* ได้

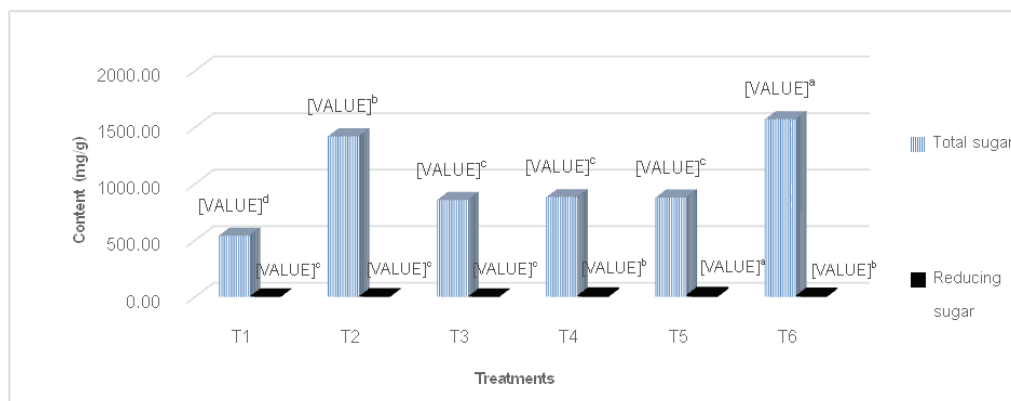


Figure 1 Total sugar and reducing sugar content of treatments.

^{a,b,c,d} Means with different superscripts in row are significantly different ($P < 0.05$). Untreated sisal as control (T1), Treated sisal with *A. niger* (T2), Treated sisal with *B. subtilis* (T3), Untreated aloe vera as control (T4), Treated aloe vera with *A. niger* (T5), Treated aloe vera with *B. subtilis* (T6).

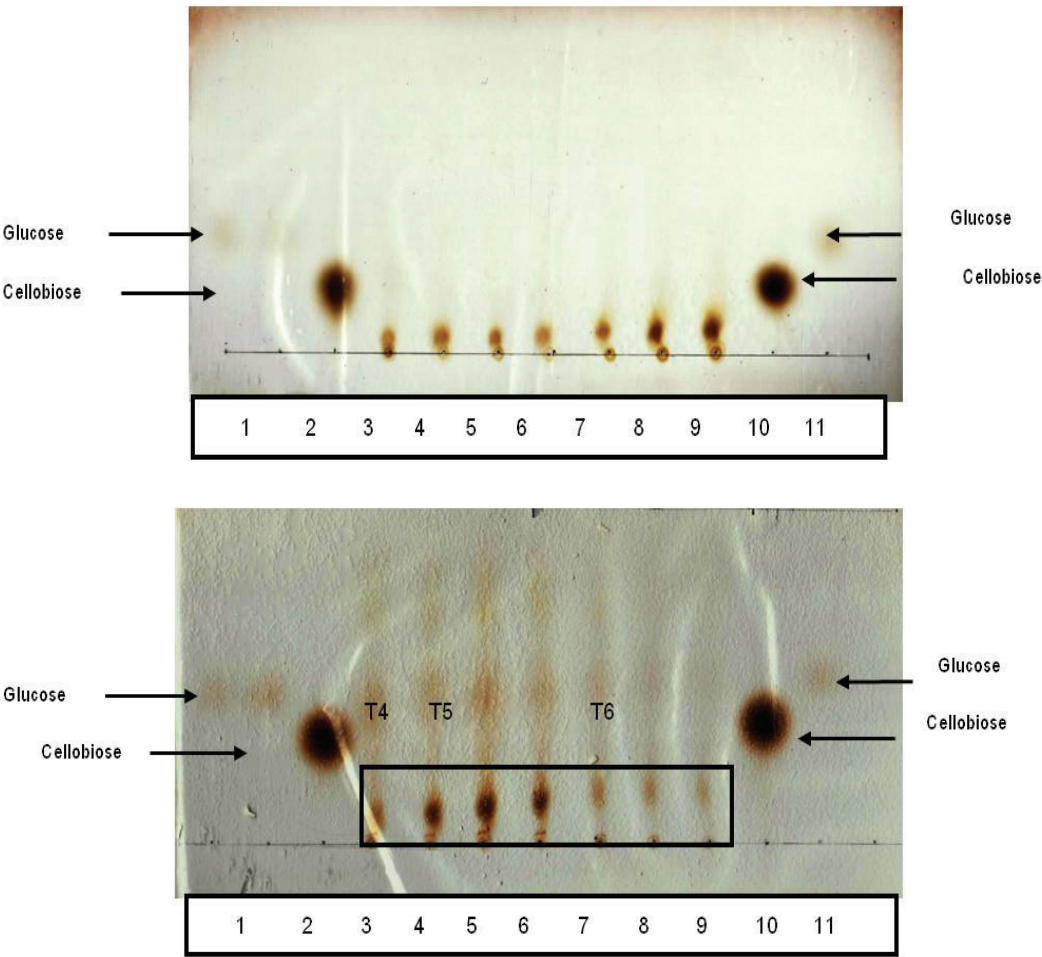


Figure 2 Oligosaccharides of treatments.
Untreated sisal as control (T1), Treated sisal with *A. niger* (T2), Treated sisal with *B. subtilis* (T3), Untreated aloe vera as control (T4), Treated aloe vera with *A. niger* (T5), Treated aloe vera with *B. subtilis* (T6).

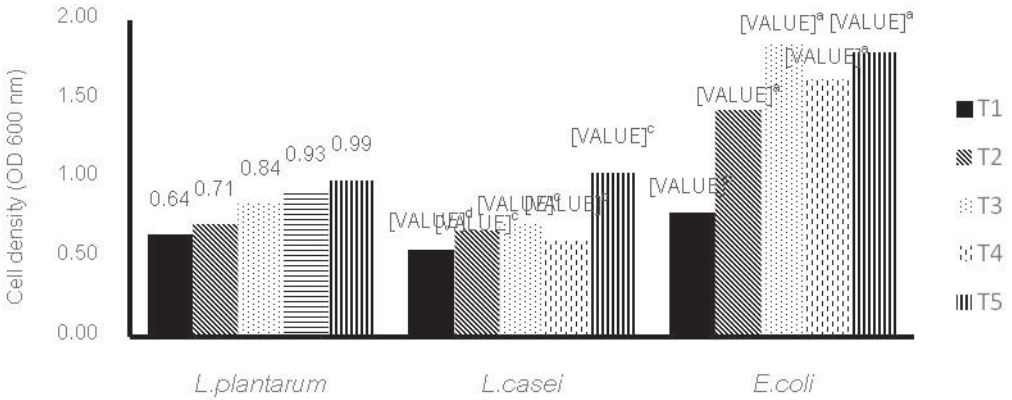


Figure 3 Growth of microbial at stationary phase.
Untreated sisal as control (T1), Treated sisal with *A. niger* (T2), Treated sisal with *B. subtilis* (T3), Untreated aloe vera as control (T4), Treated aloe vera with *A. niger* (T5), Treated aloe vera with *B. subtilis* (T6).

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนวิจัยคณะสัตวศาสตร์ ม.ศิลปากรที่สนับสนุนงบประมาณในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- จารุวรรณ ศิริเทพทวี. 2556. การศึกษาผลของโปรตีนจากต้น Aloe barbadensis Mill ต่อไฟบริโนเจนและก้อนไฟบรินของมนุษย์. สาขาวิชาชีวเคมี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- ดวงใจ แก้วจัน. 2558. การเสริมใยอาหารประเภทพรีไบโอติกในผลิตภัณฑ์ข้าวแผ่นกรอบ. รายงานการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร. มหาวิทยาลัยศิลปากร
- ปณรดี สุศิริรัตน์. 2559. ประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกถั่วหางจระเข้ ในการควบคุมหนอนใยผัก. วารสารเกษตร. 32(3):369 – 378.
- มนต์ชัย ดวงจินดา. 2544. การใช้โปรแกรม SAS เพื่อวิเคราะห์งานวิจัยทางสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, ปรังปรังครั้งที่ 2. ขอนแก่น
- ยุพาพร รักสกุลพิพัฒน์ และ วิมลลักษณ์ สุตะพันธ์. 2554. พอลิโพรพิลีนคอมโพสิตจากเส้นใยป่านศรนารายณ์ที่ผ่านการดัดแปรด้วยความร้อน. สาขาวิชาวิศวกรรมพอลิเมอร์. สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- วิจิตรา แดงปรก. 2553. การใช้อินูลินเป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไขมันต่ำ. Food. 40(1):37-40.
- สุคนธ์ ดันดีไพบูลย์วุฒิ, เทียนชัย น่วมเศรษฐี และ เพชรลดา เดชายนิง. 2555. ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากเปลือกผลไม้บางชนิด. วารสารงานวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 17:880-884.
- Bouaziz, M.A., R. Rassaoui, and S. Besbes. 2014. Chemical Composition, Functional Properties, and Effect of Inulin from Tunisian Agave americana L. Leaves on Textural Qualities of Pectin Gel. J. Chem. 1-11.
- Cuvas-Limon, R.B., M.S., Julio, C.E.J., Carlos, C.H., Mario, S.I., Mussatto and B. C Ruth, B. C. 2016. Aloe vera and Probiotics: A new alternative to symbiotic functional foods. Annual Res. Rev. Biol., 9(2):1-11.
- Elisante, E. and V. Msemwa. 2010. Day method for preparation of inulin biomass as a feedstock for ethanol fermentation. Afr. Crop Sci J. 18(4):215 – 222.
- Hendrianie, N., S.R. Juliastuli, M.I., Iwani, and A. Eka. 2015. Ligocellulosic processing with acid pretreatment and enzymatic hydrolysis for improving the acquisition of sugar fermentation. Mod. Appl. Sci. 9(7):24-29.
- Msuya, N., J.H.Y. Katima, R.J.A. Minja, E. Masanja, and A.K. Temu. 2018. Thermal-acid hydrolysis of sisal boles juice for lactic acid production. Am. J. Chem. 8(2):45-50.
- McIlvaine, T.C. 1921. A buffer solution for colorimetric comparison. J. Biol. Chem. 1921 49:183-186.
- SAS. 1996. User's Guide: Statistics, Version 5. edn. SAS Institute, Cary, NC
- Yagi, A., L. Al-Madboly, A. Kabbash, and M. El-Aasr. 2017. Symbiotic effect of aloe vera juice on the growth of Lactobacillus fermentum and L. helveticus isolates in vitro. J. Gastroenterol Hepatol Res. 6(3):2365-2369.
- Zwane, P.E., A.M. Dlamini, and N. Nkambule. 2010. Antimicrobial properties of sisal (Agave sisalana) used as an ingredient in petroleum jelly production in Swaziland. Curr. Res. J. Biol. Sci. 2(6):370-374.