

การปรับปรุงกากชาด้วยเอนไซม์เพื่อใช้เป็นพรีไบโอติก

Improvement of pre-treating spent tea leaves with enzyme as prebiotics

พรพรรณ แสนภูมิ^{1*} และสุภาวดี ฉิมทอง¹

Pornpan Saenphoom^{1*} and Suphavadee Chintong¹

บทคัดย่อ: การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกากชาด้วยเอนไซม์เพื่อใช้เป็นพรีไบโอติกโดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) แบ่งเป็น 2 การทดลอง ดังนี้ การทดลองที่ 1 ศึกษาระดับที่เหมาะสมในการปรับปรุงกากชา (ที่ระดับ 0, 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8%) แบ่งเป็น 5 กลุ่มการทดลอง การทดลองละ 3 ซ้ำ ซึ่งทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ (*in vivo*) โดยศึกษาองค์ประกอบทางเคมี (โปรตีน, ไขมัน และเยื่อใย) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และโอลิโกแซคคาไรด์ที่เกิดขึ้น พบว่าองค์ประกอบทางเคมี ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และโอลิโกแซคคาไรด์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยกลุ่มการทดลองที่ 5 (ที่ระดับ 0.8%) มีระดับโปรตีน (CP 23.79%) สูงกว่ากลุ่มทดลองอื่นๆ ($P<0.01$) ส่วนกลุ่มการทดลองที่ 1 (กลุ่มควบคุม) มีปริมาณเยื่อใยหยาบ (CF 14.65%) น้อยกว่ากลุ่มการทดลองอื่นๆ ($P<0.01$) การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ พบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เพิ่มขึ้นตามระดับเอนไซม์ที่น้อยเมื่อวิเคราะห์โอลิโกแซคคาไรด์ พบว่าเอนไซม์ทุกระดับสามารถย่อยให้ได้ผลิตภัณฑ์เป็นน้ำตาลโอลิโกแซคคาไรด์ซึ่งทำการวัดโดยวิธี Thin layer chromatography (TLC) การทดลองที่ 2 ศึกษาคุณสมบัติในการเป็นพรีไบโอติก (ที่ระดับความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์น้ำตาลที่ได้จากการย่อย 150, 300, 450, 600 และ 700 $\mu\text{g/ml}$) พบว่ากากชาที่ย่อยด้วยเอนไซม์สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* (ทุกระดับความเข้มข้น) และความสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Escherichia coli* (ที่ระดับความเข้มข้น 600 และ 700 $\mu\text{g/ml}$) จากการวิจัยนี้สามารถสรุปได้ว่าผลิตภัณฑ์ (โอลิโกแซคคาไรด์) ที่ได้จากการย่อยกากชาด้วยเอนไซม์มีความเป็นพรีไบโอติกทั้งส่งเสริมการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่มีประโยชน์และยับยั้งแบคทีเรียที่ก่อโรค

คำสำคัญ: กากชา, เอนไซม์, พรีไบโอติกส์

ABSTRACT: The objective of this study was to improve pre-treating spent tea leaves with enzyme as prebiotics in animal feed. This study was assigned in completely randomized design (CRD) and consisted of two experiments. First experiment consisted of 5 treatments levels of enzyme (0, 0.2, 0.4, 0.6 and 0.8%) which studied *in vivo*. Each treatment consisted of 3 replications. All treatment samples were measured chemical compositions (crude protein, fat and crude fiber), reducing sugars content and oligosaccharides. The results were shown that chemical compositions were significantly different ($P<0.01$) among treatments. Treatment 5 (0.8%) was higher crude protein content (CP 23.79%) than other treatments ($P<0.01$). Moreover, treatment 1 (0% or control) was higher crude fiber content (CF 14.65%) than other treatments ($P<0.01$). Enzyme treated spent tea leaves had higher reducing sugar content than untreated spent tea leaves. Enzyme treated spent tea leaves had higher oligosaccharide content than untreated spent tea leaves which using thin layer chromatography (TLC) method. Second experiment was to examine prebiotics properties (concentration of hydrolyzed products 150, 300, 450, 600 and 700 $\mu\text{g/ml}$). The results were found that enzyme treated spent tea leaves can increase growth of *Lactobacillus acidophilus* (at all concentrations) and inhibit growth of *Escherichia coli* (concentration of hydrolyzed glucose products 600 and 700 $\mu\text{g/ml}$). In conclusion, it is suggested that enzyme treated spent tea leaves can be used as prebiotics due to it can increase nonpathogenic bacteria and decrease pathogenic bacteria.

Keywords: spent tea leaves, enzyme, prebiotics

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

ชา (Tea) เป็นพืชที่จัดอยู่ในสกุล *Camellia* มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Camellia sinensis* ถือกำเนิดในประเทศจีนประมาณ 2,000 กว่าปี คนจีนรู้จักชาและคุณค่าของชาอย่างดี (ขุนพล และคณะ, 2552) ชามีสายพันธุ์มากมายสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ที่นิยม คือ ชาเขียว ชาดำ และชาอื่นๆ ในแต่ละปีมีการผลิตชารวมกันทั่วโลกมากกว่า 2.75 ล้านเมตริกตัน ในจำนวนนี้แบ่งเป็นการผลิตชาดำประมาณ 72% ชาเขียว 23% และชาชนิดอื่นๆ 5% (นิพัทธ์, 2547) จึงเป็นเหตุผลทำให้มีกากชาที่เป็นเศษเหลือจากการผลิตชาอย่างมากมาย ในปัจจุบันมีการนำเศษเหลือจากการเกษตรมาใช้ประโยชน์มากขึ้น ซึ่งกากชาเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เป็นสารเสริมในอาหารสัตว์ได้ เนื่องจากกากชาเป็นเศษเหลือทางการเกษตรซึ่งพบว่ามีสารต่างๆ ที่สำคัญ และยังมีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นประโยชน์ได้แก่ วัตถุแห้ง 91.8% โปรตีน 18.6% เยื่อใยหยาบ 23.0% ไขมัน 2.5% เถ้า 2.0% และ neutral detergent fiber (NDF) 46.0% (Babayemiet al., 2006) จากองค์ประกอบทางเคมีของกากชาจะเห็นว่าปริมาณ NDF ค่อนข้างสูง ซึ่งใน NDF จะประกอบไปด้วย เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่ม non-starch polysaccharides (NSPs) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่ไม่สามารถย่อยได้ในสัตว์กระเพาะเดี่ยว แต่อย่างไรก็ตามองค์ประกอบเหล่านี้สามารถย่อยได้ด้วยเอนไซม์ (exogenous enzymes) จนเป็นโอลิโกแซคคาไรด์ที่มีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติก (โสมรพี, 2551) ซึ่งการย่อยสลายเซลลูโลสจะได้เป็น Cello-oligosaccharide และ Cellobiose จากนั้นก็จะถูกย่อยด้วยเอนไซม์เบต้ากลูคาซิเดส (β -Glucanase) ได้เป็นกลูโคส ส่วนเฮมิเซลลูโลสเมื่อผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์เฮมิเซลลูเลส (hemicellulase) หรือเบต้าไซแนแนส (β -Xylanase) จะได้ผลิตภัณฑ์เป็น Xylo-oligosaccharide และ/หรือ Mono-oligosaccharide ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างเฮมิเซลลูโลส ซึ่ง

เซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสที่ย่อยด้วยเอนไซม์ (exogenous enzymes) พบว่า มีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติก ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าพรีไบโอติกต่างชนิดกันมีผลต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของไก่เนื้อเพศผู้แตกต่างกัน (ประวิทย์ และสมชาย, 2550) ดังนั้นวัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อปรับปรุงกากชาโดยใช้เอนไซม์ (exogenous enzymes) เพื่อใช้เป็นพรีไบโอติกในอาหารสัตว์ตลอดจนเป็นการเพิ่มมูลค่าของเศษเหลือทางการเกษตรให้เกิดประโยชน์สูงสุด และช่วยลดต้นทุนในการผลิตสัตว์ได้อีกด้วย

วิธีการศึกษา

การทดลองที่ 1 การศึกษาระดับเอนไซม์ที่เหมาะสมในการปรับปรุงกากชา

1. วิธีการทดลองและการวางแผนการทดลอง

เก็บตัวอย่างกากชาที่เหลือจากร้านค้าในเขตมหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี โดยนำตัวอย่างกากชาไปอบที่ 60°C นาน 8-10 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบดละเอียด แล้วร่อนด้วยตะแกรงขนาด 42 ไมครอน นำกากชาดำมาผสมกับกากชาเขียวในอัตราส่วน 2:1 ตามปริมาณตัวอย่างกากชาที่เก็บได้ และเนื่องจากกากชาเขียวมีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่ากากชาดำ แล้วนำตัวอย่างกากชาไปย่อยด้วยเอนไซม์ (Pentozyme[®]) ที่ประกอบด้วยเอนไซม์ไซลาลเนส อะไมเลส เบต้า-กลูคาเนส เซลลูเลส แมนนาเนส และเพคตินเอสมาย่อยกากชาที่เตรียมไว้โดยแบ่งเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ซ้ำ คือ กากชาที่ไม่ได้ย่อย (กลุ่มควบคุม, T1) กากชาที่ย่อยด้วยเอนไซม์ที่ระดับ 0.2% (w/w) (T2) กากชาที่ย่อยด้วยเอนไซม์ที่ระดับ 0.4% (w/w) (T3) กากชาที่ย่อยด้วยเอนไซม์ที่ระดับ 0.6% (w/w) (T4) และกากชาที่ย่อยด้วยเอนไซม์ที่ระดับ 0.8% (w/w) (T5) โดยย่อยที่อุณหภูมิ 50°C ในตู้อบ (Hot air oven) นาน 18 ชั่วโมง ในสภาวะ pH ที่เป็นกลาง ภายหลังการย่อย นำตัวอย่างไปปั่นแยก (3,000 rpm เป็นเวลา 10 นาที) แล้วนำเอาส่วนใสกับส่วนของแข็งไปวิเคราะห์ต่อไป

2. การวิเคราะห์ตัวอย่าง

นำตัวอย่างกากชาที่ผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์ นำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยวิธี Proximate analysis โดยวิเคราะห์หา วัตถุแห้งโปรตีนถั่วไขมัน รวมและพลังงานรวม โดยวิธีของ AOAC (1990) วิเคราะห์เซลลูโลสเฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ตามวิธีของ Goering and Van Soest (1970) หลังจากนั้นนำตัวอย่างมาวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar) โดยวิธี Dinitrosalicylic acid method (DNS) (Miller, 1959) และวิเคราะห์โพลีไกลเซอไซด์ โดยวิธี Thin layer chromatography (TLC) (ธนวรรณ และคณะ, 2551)

การทดลองที่ 2 การศึกษาความเป็นพรไบโอติกส์ของกากชาที่ผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์

1. วิธีการทดลองและวิธีวางแผนการทดลอง

ศึกษาการเจริญเติบโตของแบคทีเรียตัวอย่าง (*L. acidophilus* และ *E. coli*) ในอาหารที่มีน้ำตาลกลูโคสเป็นแหล่งคาร์บอน เปรียบเทียบกับการเจริญเติบโตในอาหารที่มีผลิตภัณฑ์น้ำตาล (Oligosaccharides) ที่ได้จากการย่อยกากชาด้วยเอนไซม์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ โดยนำไปเลี้ยงในเชื้อแบคทีเรียที่อุณหภูมิต่ำของสัตว์กระเพาะเดียวแบ่งเป็น 2 การทดลอง คือ การทดสอบความสามารถในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของโปรไบโอติก (*L. acidophilus*) และการทดสอบการเป็นสารยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค (*E. coli*) (สุคนธ์ และคณะ, 2555) โดยแต่ละการทดลองแบ่งเป็น 5 กลุ่มตามระดับความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์น้ำตาลได้จากการย่อยด้วยเอนไซม์ คือ 150, 300, 450, 600 และ 700 µg/ml

2. การวิเคราะห์ตัวอย่าง

ในการทดสอบความเป็นพรไบโอติกส์กับเชื้อแบคทีเรีย 2 ชนิด ได้แก่ เชื้อแบคทีเรีย *L. acidophilus* และ *E. Coli* ซึ่งในแต่ละกลุ่มการทดลองยังได้แบ่งเป็น 2 กลุ่มๆละ 3 ซ้ำ โดยกลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มที่ใช้กลูโคสเป็นแหล่งคาร์บอน (กลุ่มควบคุม) และกลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มที่

ใช้ผลิตภัณฑ์น้ำตาล (Oligosaccharides) ที่ได้จากการย่อยด้วยเอนไซม์เป็นแหล่งคาร์บอน นำเชื้อแบคทีเรีย *L. acidophilus* มาเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar (de Man Rogosa and Sharpe agar) ส่วน *E. Coli* เลี้ยงในอาหารเหลว (Nutrient broth) แล้วนำแบคทีเรียทั้งสองชนิดไปบ่มที่อุณหภูมิ 37°C แล้ววัดการเจริญเติบโต โดยการวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร โดยเชื้อแบคทีเรีย *L. acidophilus* ทำการวัดที่ 0, 6, 12, 18, 25 และ 48 ชั่วโมง ส่วนเชื้อแบคทีเรีย *E. Coli* ทำการวัดที่ 0, 3, 6, 9, 12, 15 และ 18 ชั่วโมง (สุคนธ์ และคณะ, 2555)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลจากทั้งสองการทดลองมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) โดยใช้แผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มการทดลองโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) โดยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (มนต์ชัย, 2544)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่ากากชาที่ย่อยด้วยเอนไซม์จะมีปริมาณโปรตีน ไขมันและพลังงานสูงกว่ากากชาที่ไม่ได้ย่อยด้วยเอนไซม์ ($P < 0.01$) แต่ในขณะที่ย่อยด้วยเอนไซม์จะมีปริมาณเยื่อใยต่ำกว่ากากชาที่ย่อยด้วยเอนไซม์ ($P < 0.01$) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเอนไซม์ Pentozyme ที่ใช้เป็นเอนไซม์หยาบ (crude enzyme) ดังแสดงใน Table 1 ซึ่งไม่สอดคล้องกับการทดลองของ Saenphoom et al. (2011) ที่รายงานว่า การย่อยกากชาในปาล์มด้วยเอนไซม์ส่งผลทำให้ปริมาณเยื่อใยลดลง แต่ปริมาณโปรตีนไม่เปลี่ยนแปลง ในขณะที่ Ng et al. (2002) รายงานว่าการใช้เอนไซม์ย่อยกากชาในปาล์มไม่สามารถทำให้องค์ประกอบทางเคมีเปลี่ยนแปลงส่วนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์พบว่ากากชาที่ย่อยด้วยเอนไซม์ที่ระดับ 0.8% มี

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (4,998.67 $\mu\text{g/ml}$) สูงกว่ากลุ่มการทดลองอื่นๆ ($P < 0.01$) ดังแสดงใน Figure 1 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Gaewchingduang and Pengthemkeerati (2010) รายงานว่า มันสำปะหลังที่ย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส ที่ระดับ 2% พบว่าสามารถผลิตน้ำตาลรีดิวซ์ได้เช่นเดียวกับรายงาน La-wal et al. (2010) พบว่า กากเนื้อในปาล์มที่ย่อยด้วยเอนไซม์จะมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เพิ่มขึ้นจากการที่ปริมาณรีดิวซ์เพิ่มขึ้นจากการย่อยด้วยเอนไซม์แสดงให้เห็นว่าเอนไซม์มีประสิทธิภาพในการย่อยสลาย (Break down) เยื่อใยและปลดปล่อยน้ำตาลออกมา ส่งผลทำให้วัตถุดิบนั้นมีปริมาณพลังงานเพิ่มขึ้นเช่นกัน นอกจากนี้ปริมาณผลิตภัณฑ์น้ำตาลได้จากการย่อยด้วยเอนไซม์ (Hydrolyzed glucose products) จึงนำมาวิเคราะห์หิโกลิโกแซคคาไรด์ด้วยวิธี TLC โดยเปรียบเทียบกับกลูโคสและเซลลูโลสไบโอต (cellobiose) พบว่าโกลิโกแซคคาไรด์ของกลุ่มกากชาที่ไม่ได้ย่อยด้วยเอนไซม์ (กลุ่มควบคุม) กับกลุ่มที่ย่อยด้วยเอนไซม์ที่ระดับต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามจากการทดลองยังพบว่า เอนไซม์สามารถย่อยกากชาให้ได้ผลิตภัณฑ์หลักคือ กลูโคส และ Oligosaccharide ซึ่ง

มีขนาดใหญ่กว่าน้ำตาล Cellobiose ดังแสดงใน Figure 2 ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ พิชามญญ์ และคณะ (2556) รายงานว่า กากกาแฟ กากชานอ้อย กากถั่วเหลือง กากเนื้อมะพร้าว และเปลือกมันฝรั่งถูกใช้เป็นสารตั้งต้น (substrate) สำหรับการผลิตน้ำตาลโอลิโกแซคคาไรด์ด้วยสารละลายเอนไซม์ พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยกากถั่วเหลือง คือแมนโนส กากชานอ้อย และเปลือกมันฝรั่งคือกลูโคส ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยกากเนื้อมะพร้าวและกากกาแฟ คือ น้ำตาลที่ยังไม่ทราบชนิดแน่ชัด สำหรับการทดสอบความเป็นฟรีไบโอติกส์ พบว่าเชื้อแบคทีเรีย *L. acidophilus* ที่เลี้ยงในผลิตภัณฑ์น้ำตาลที่ได้จากการย่อยกากชา (ระดับความเข้มข้น 600 และ 700 $\mu\text{g/ml}$) สามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่าเมื่อถูกเลี้ยงในน้ำตาลกลูโคส (Figure 3) นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์น้ำตาลที่ได้จากการย่อยกากชาสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *E. coli* ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าผลิตภัณฑ์น้ำตาลที่ได้จากการย่อยกากชาด้วยเอนไซม์มีคุณสมบัติเป็นฟรีไบโอติกส์ซึ่งสอดคล้องกับงานศึกษาของทวิศักดิ์ และคณะ (2551) รายงานว่า สารสกัดกากชาที่ระดับความเข้มข้น 20% สามารถลดปริมาณ *E. coli* ได้

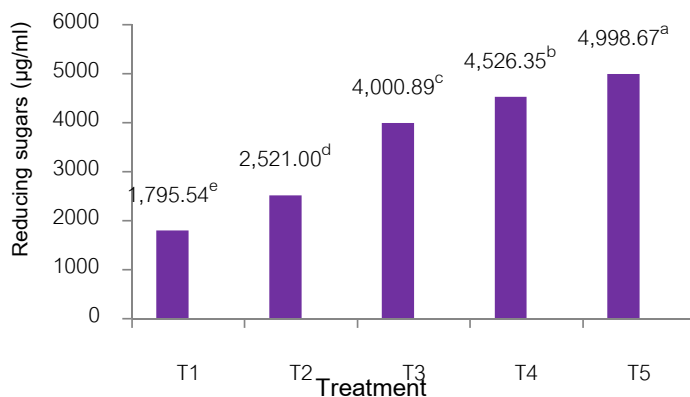


Figure 1 Reducing sugar content of enzyme treated spent tea leaves. T1 = Untreated spent tea leaves (control), T2 = 0.2% enzyme spent tea leaves, T3 = 0.4% enzyme spent tea leaves, T4 = 0.6% enzyme spent tea leaves, T5 = 0.8% enzyme spent tea leaves

Table 1 Chemical compositions of enzyme treated spent tea leaves

Item(%)	Levels of enzyme (%)					SEM
	0	0.2	0.4	0.6	0.8	
Moisture	6.20 ^a	2.62 ^b	2.46 ^b	2.09 ^c	2.50 ^b	0.02
Dry matter	93.80 ^c	97.38 ^b	97.54 ^b	97.91 ^a	97.50 ^b	0.02
.....% Dry matter.....						
Ash	4.96 ^a	4.47 ^b	3.81 ^c	4.95 ^a	5.05 ^a	0.02
Crude protein	19.14 ^c	21.74 ^b	21.76 ^b	21.79 ^b	23.79 ^a	1.01
Ether extract	1.10 ^c	2.41 ^a	2.29 ^b	2.23 ^b	2.32 ^{ab}	0.003
Crude fiber	14.65 ^c	19.82 ^b	20.42 ^a	20.85 ^a	19.46 ^b	0.09
NDF	50.79 ^c	58.18 ^a	56.48 ^b	56.79 ^c	57.53 ^a	0.04
ADF	32.12 ^a	36.72 ^d	39.66 ^c	41.20 ^b	43.44 ^a	0.54
ADL	15.31 ^d	19.41 ^b	18.69 ^c	19.90 ^b	21.76 ^a	0.05
Gross energy (cal/kg)	4,446.07 ^b	4,665.23 ^a	4,637.69 ^a	4,661.25 ^a	4,674.21 ^a	8.42

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

NDF = Neutral detergent fiber, ADF = Acid detergent fiber, ADL = Acid detergent lignin, SEM = Standard error of means

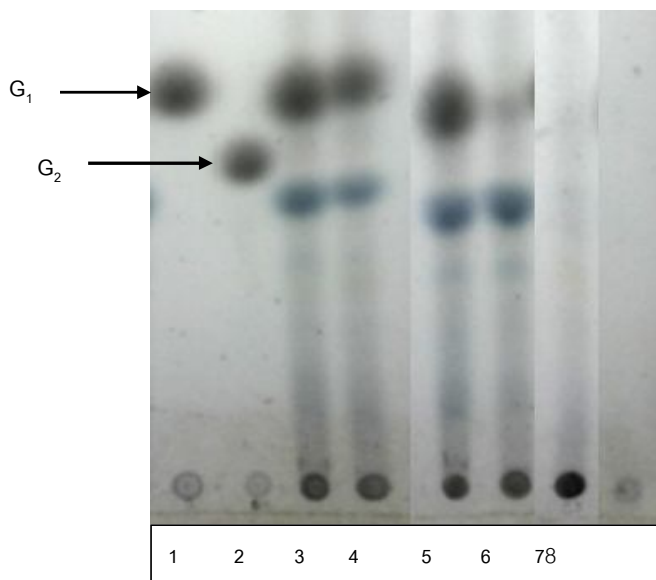


Figure 2 Oligosaccharide of enzyme treated spent tea leaves using thin layer chromatography method. row 1 = glucose (G₁), row 2 = cellobiose (G₂), row 3 = 0.8% enzyme spent tea leaves, row 4 = 0.6% enzyme spent tea leaves, row 5 = 0.4% enzyme spent tea leaves, row 6 = 0.2% enzyme spent tea leaves, row 7 = untreated spent tea leaves, row 8 = enzyme

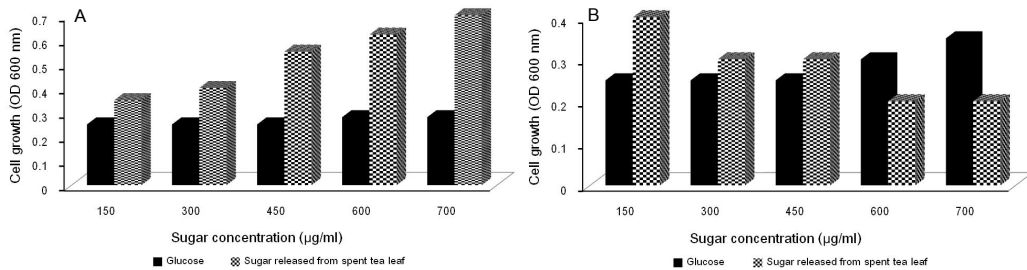


Figure 3 Growth comparison of *L. acidophilus*(A) and *E. coli* (B) in glucose and hydrolyzed glucose products

สรุป

จากการศึกษาในครั้งนี้สรุปได้ว่า กากชาที่ย่อยด้วยเอนไซม์สามารถเพิ่มปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และผลิตโอลิกโอแซคคาไรด์ได้ ส่งผลทำให้มีคุณสมบัติความเป็นพรีไบโอติกส์ แม้ว่ากรย่อยด้วยเอนไซม์จะไม่สามารถทำให้ปริมาณเยื่อใยลดลงได้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการนำเอาเศษเหลือทางการเกษตร ชนิดอื่นๆ มาย่อยด้วยเอนไซม์ อาจเป็นแนวทางหนึ่งในการผลิตพรีไบโอติกส์ได้ ซึ่งอาจเป็นการเพิ่มมูลค่าของเศษเหลือทางการเกษตรได้อีกด้วย

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากรที่สนับสนุนการทำการศึกษานี้ ตลอดจนขอขอบคุณนางสาวทรรพารมณ เจริญพร นางสาวศุภจิตรา สิริตั้งไพศาล และนางสาวสุทัสชา ประทีปจินดา วงศ์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการทดลองครั้งนี้มาโดยตลอด

เอกสารอ้างอิง

ขุนพล พงษ์มณี, อรประพันธ์ สงเสริม, และวรรณ ชิวปรีชา. 2552. การใช้สารสกัดหยาบจากกากชาในสุกรขุน. โครงการ “การทดสอบสมุนไพรรักษาโรค” สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

ทวีศักดิ์ สงเสริม, ศรีสมัยวิริยะรัมย์, จุรีย์ปานกำเนิด, และสุพรรณาทิพย์รักษ์. 2551. การศึกษาประสิทธิภาพในการลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียโดยสารสกัดจากกากชา. ชุดโครงการ “การทดสอบสมุนไพรรักษาโรค” สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธนวรรณ ศรีนาง, จักรกฤษณ์ เตชะอภัยคุณ, คิน เลย์ คู, และกนก รัตน์กนกชัย. 2551. ผลกระทบจากการหมัก *Bacillus sp.* strain TW-1 ในอาหารที่มีเปลือกข้าวโพดเป็นแหล่งคาร์บอนภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนจำกัด. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. 31(2):291-304.

นิพัฒน์ ลิ้มสงวน. 2547. การศึกษากระบวนการสกัด คุณสมบัติในการเป็นสารยับยั้งจุลินทรีย์ และสารต้านอนุมูลอิสระของคาเทชินจากชาเขียวของไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิตมหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.

ประวิทย์ วงศ์สุวรรณ, และสมชาย ไสริกุล. 2550. ผลของพรีไบโอติกต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตคุณลักษณะซากและจุลินทรีย์ในมูลของไก่เนื้อเพศผู้. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยศิลปากร, เพชรบุรี.

พิชามญช์ แดงพรม, สุดาทิพย์ จันท, และสุนีย์ นิธิสินประเสริฐ. 2556. อิทธิพลของชนิดและปริมาณของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรต่อการผลิตโอลิกโอแซคคาไรด์ด้วยสารละลายเอนไซม์สกัดหยาบจาก *Penicillium oxalicum* KUB-SN2-1. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. 36(1):73-84.

มนต์ชัย ดวงจินดา. 2544. การใช้โปรแกรม SAS เพื่อวิเคราะห์งานวิจัยทางสัตวศาสตร์. คลังนาวิทยา. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

สุนันท์ ดันดีโพนุลย์วุฒิ, เทียนชัย น่วมเศรษฐี, และเพชรดา เดชาเย็นง. 2555.ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากเปลือกผลไม้บางชนิด. วารสารวิจัย มข. 17(6):880-894.

โสมรพิชัย ภูมิภักดีพรรณ. 2551. ผลของการเสริมพรีไบโอติกโซเดียมกลูโคเนต ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต สรีรวิทยาของระบบทางเดินอาหารและระบบภูมิคุ้มกันของไก่กระตัง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน, กรุงเทพฯ.

- AOAC. 1990. Official method of analysis. Association of official analytical chemists, Washington, D.C., U.S.A
- Babayemi, O. J., R. A. Hamzat, M.A. Bamikole, N.F.Anurudu, and O.O. Olomola. 2006. Preliminary studies on spent tea leaf: *In vitro* gas production as affected by chemical composition and secondary metabolites. Pak. J. Nutr. 5(5):497-500.
- Gaewchingduang, S, and P. Pengthemkeerati. 2010. Enhancing efficiency for reducing sugar from cassava bagasse by pretreatment. WASET. 46:727-730.
- Goering, H.K., and P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis (Apparatus, Reagent, Procedures and some Application). InAgricultural Handbook.No. 397, ARS, USDA, Washington, D.C., U.S.A
- Lawal, T.E., E. A. Iyayi, B.A. Adeniyi, and O.A.Adaramoye. 2010. Biodegradation of palm kernel cake with multi-enzyme complexes from fungi and its feeding value for broilers.Int. J. Poult. Sci. 9(7): 695-701.
- Miller, G.L. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar.Analytical Chemistry. 31: 426-428.
- Ng, W.K., H. A. Lim, S. L. Lim, and C. O. Ibrahim. 2002. Nutritive value of palm kernel meal pretreated with enzyme or fermented with *Trichoderma koningi* (Oudemans) as a dietary ingredient for red hybrid tilapia (*Oreochromis sp.*).Aquac Res. 33: 1199-1207.
- 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(68): 15372-15377.