# รายงานการวิจัย

## ศักยภาพของสมบัติพรีไบโอติกจากกากกาแฟปรับสภาพขั้นต้นต่อจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารจำลองของมนุษย์เพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ

## Potential prebiotic property of treated-spent coffee grounds on gut microbiota in human gut modelling for application as functional food

**คณะผู้วิจัย**

| | |
|---|---|
| ดร. อรวรรณ ละอองคำ | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| ผศ.ดร. มัสลิน นาคไพจิตร | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| ดร. ลัดดา แสงเดือน วัฒนศิริธรรม | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| ผศ.ดร. สุดาทิพย์ จันทร | มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ |

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติประจำปีงบประมาณ 2563

พ.ศ. 2565

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายมีวัตถุประสงค์เพื่อสกัดสารพรีไบโอติกจากกากกาแฟและทำเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบผงโดยการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze drying) พร้อมทั้งศึกษาสมบัติพรีไบโอติกของผลิตภัณฑ์โอลิโกแซ็กคาไรด์ต่อจุลินทรีย์ในระบบลำไส้จำลองของมนุษย์ เพื่อยืนยันสมบัติของสารพรีไบโอติกจากกากกาแฟก่อนนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ นอกจากนี้การนำกากกาแฟมาใช้เป็นสับสเตรตในการผลิตสารพรีไบโอติกยังเป็นการเพิ่มมูลค่าและเพิ่มคุณค่าของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในการนำกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์ตามแนวคิด zero waste อีกด้วย

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะต่างๆ อันมีค่ายิ่งในการดำเนินโครงการวิจัยจนสำเร็จลุล่วง รวมทั้งช่วยตรวจสอบความถูกต้องของรายงานและให้ข้อคิดที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัยทำให้รายงานฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น สุดท้ายนี้คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนประจำปีงบประมาณ 2563 สำหรับโครงการวิจัยนี้

คณะผู้วิจัย

# บทสรุปผู้บริหาร

**ความสำคัญและที่มาของปัญหา**

ปัจจุบันนี้อาหารมีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบ มีการคิดค้นอาหารใหม่ๆ ขึ้นมาเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคทั้งในด้านรสชาติ ความทันสมัย ความสะดวกสบาย และที่สำคัญคือด้านคุณค่าทางโภชนาการ อาหารเพื่อสุขภาพหรืออาหารฟังก์ชั่นเป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับผู้บริโภคที่รักสุขภาพ เนื่องจากมีการเติมส่วนประกอบที่มีคุณประโยชน์ต่อร่างกายเพิ่มเติมลงไปในอาหารเพื่อให้มีคุณสมบัติที่ดีต่อสุขภาพหรือเพื่อให้ร่างกายสามารถควบคุมสภาวะบางอย่างที่ผิดปกติได้ โดยมุ่งเน้นผลในการป้องกันมิใช่การรักษาโรค สารพรีไบโอติกเป็นสาร functional ingredient ที่มีสมบัติเชิงหน้าที่ที่สำคัญซึ่งนิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบันโดยมีบทบาทในการช่วยปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน และรักษาสภาวะสมดุลของร่างกายได้

โครงสร้างหลักของพรีไบโอติกเป็นสารประเภทคาร์โบไฮเดรต แบ่งได้หลายประเภท ซึ่งกลุ่มโอลิโกแซ็กคาร์ไรด์สายสั้นเป็นสารพรีไบโอติกกลุ่มใหญ่ที่สุด ปัจจุบันการค้นหาแหล่งวัตถุดิบชนิดใหม่ที่สามารถนำมาพัฒนาเป็นสารพรีไบโอติกมีเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งแหล่งวัตถุดิบที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรกำลังเป็นที่ได้รับความสนใจ เนื่องจากเป็นวัสดุเหลือทิ้งที่หาได้ง่ายและมีปริมาณมาก เช่น กากชานอ้อย ฟางข้าว กากถั่วเหลือง และกากกาแฟ เป็นต้น อย่างไรก็ตามการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรมาใช้ประโยชน์จำเป็นต้องมีขั้นตอนการปรับสภาพขั้นต้นวัสดุเหลือทิ้งดังกล่าวก่อน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการนำไปใช้ให้ได้ประโยชน์สูงที่สุด กากกาแฟ (spent coffee grounds, SCGs) เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรประเภทลิกโนเซลลูโลส มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นสารเฮมิเซลลูโลสจำพวกสารประกอบแมนแนนเป็นหลัก ซึ่งสารประกอบแมนแนนสามารถถูกย่อยสลายได้ด้วยเอนไซม์แมนนาเนส ได้ผลิตภัณฑ์เป็นน้ำตาลแมนโนโอลิโกแซ็กคาไรด์ซึ่งมีศักยภาพในการใช้เป็นแหล่งของสารพรีไบโอติกได้

ดังนั้นโครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสกัดสารพรีไบโอติกจากกากกาแฟและทำเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบผงด้วยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze drying) พร้อมทั้งศึกษาสมบัติพรีไบโอติกของผลิตภัณฑ์โอลิโกแซ็กคาไรด์ต่อจุลินทรีย์ใน *in vitro* และในระบบลำไส้จำลองของมนุษย์เพื่อยืนยันสมบัติของสารพรีไบโอติกก่อนนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ นอกจากนี้การนำกากกาแฟมาใช้เป็นสับเสตรตในการผลิตสารพรีไบโอติกยังเป็นการเพิ่มมูลค่าและเพิ่มคุณค่าของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในการนำกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์ตามแนวคิด zero waste อีกด้วย

**วัตถุประสงค์การวิจัย**

1. เพื่อผลิตสารพรีไบโอติกจากกากกาแฟโดยใช้รีคอมบิแนนท์แมนนาเนสสกัดหยาบจากเชื้อ *Bacillus subtilis* GA2(1)

2. เพื่อวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของผลิตภัณฑ์พรีไบโอติกจากกากกาแฟ

3. เพื่อประเมินสมบัติความเป็นสารพรีไบโอติกของผลิตภัณฑ์พรีไบโอติกจากกากกาแฟต่อการเจริญของจุลินทรีย์ในระบบลำไส้จำลองของมนุษย์

**ระเบียบวิธีวิจัย**

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสกัดสารพรีไบโอติกจากกากกาแฟโดยใช้รีคอมบิแนนท์แมนนาเนสสกัดหยาบจากเชื้อ *Bacillus subtilis* GA2(1) และทำเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบผง (lyophilized product) พร้อมทั้งทำการตรวจสอบชนิดและปริมาณของผลิตภัณฑ์โอลิโกแซ็กคาไรด์ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟี ทดสอบสมบัติพรีไบโอติกและความต้านทานในระบบทางเดินอาหารใน *in vitro* และทดสอบสมบัติพรีไบโอติกของผลิตภัณฑ์โอลิโกแซ็กคาไรด์จากกากกาแฟต่อจุลินทรีย์ในระบบลำไส้จำลองของมนุษย์ ทำการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ gut microbiota ด้วยเทคนิค Next-generation sequencing (NGS) และ Real time PCR วิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันสายสั้นจากกระบวนการหมักด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟี รวมทั้งวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตสารสกัดพรีไบโอติกจากกากกาแฟในระดับ lab scale และศึกษาความเป็นไปได้ทางการตลาดสู่การพัฒนาต่อยอดในเชิงพาณิชย์

**ผลการวิจัย**

การเตรียมสารสกัดสารพรีไบโอติกจากกากกาแฟทำได้โดยการย่อยกากกาแฟปรับสภาพขั้นต้นด้วยด่างโดยใช้รีคอมบิแนนท์แมนนาเนสสกัดหยาบจากเชื้อ *Bacillus subtilis* GA2(1) จากนั้นเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบผง (lyophilized product, LP) แล้วนำไปวิเคราะห์สมบัติต่างๆ จากการวิเคราะห์ชนิดของผลิตภัณฑ์โอลิโกแซ็กคาร์ไรด์ที่ได้จากการย่อยสลายกากกาแฟในรูปแบบสารละลาย (non-lyophilized product, NP) และรูปแบบผงด้วยเทคนิค TLC ซึ่งเป็นการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ พบว่าสารสกัดพรีไบโอติกทั้ง 2 รูปแบบ ประกอบด้วยน้ำตาลแมนโนส (M1) แมนโนไบโอส (M2) และแมนโนไตรโอส (M3) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความจำเพาะในการทำงานของรีคอมบิแนนท์แมนนาเนสจากเชื้อ *Bacillus subtilis* GA2(1) ซึ่งมีรูปแบบการทำงานแบบย่อยสลายภายในสายของกากกาแฟปรับสภาพซึ่งเป็นสับสเตรตของเอนไซม์

การวิเคราะห์ชนิดของผลิตภัณฑ์โอลิโกแซ็กคาร์ไรด์ด้วยเทคนิค HPAEC-PAD ซึ่งเป็นเทคนิคที่มีความละเอียดสูงสามารถวิเคราะห์น้ำตาลทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณได้ และยัง

สามารถตรวจพบผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นได้แม้สารจะมีปริมาณต่ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากผลการวิเคราะห์พบว่าสารสกัดพรีไบโอติกจากกากกาแฟทั้ง 2 รูปแบบ เป็นสารกลุ่มแมนโนโอลิโกแซ็กคาร์ไรด์ ซึ่งมีน้ำตาลแมนโนส (M1) แมนโนไบโอส (M2) และแมนโนไตรโอส (M3) เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งเมื่อพิจารณาปริมาณของตัวอย่างสารสกัดจากกากกาแฟในรูปแบบผง (lyophilized) พบว่ามีปริมาณน้ำตาล M1, M2 และ M3 มากกว่าปริมาณน้ำตาลในตัวอย่างสารสกัดในรูปแบบสารละลาย (non-lyophilized) คิดเป็น 4.7, 15.1 และ 8.3 เท่าตามลำดับ นอกจากนี้ตัวอย่างในรูปแบบผงยังตรวจพบปริมาณน้ำตาลแมนโนเตตระโอส (M4) แมนโนเพนตะโอส (M5) และแมนโนเฮกซะโอส (M6) อีกด้วย

ผลการศึกษาความต้านทานของสารพรีไบโอติกภายใต้สภาวะทางเดินอาหารจำลองส่วนบนใน *in vitro* พบว่าผลิตภัณฑ์โอลิโกแซ็กคาไรด์ทั้ง 2 รูปแบบ สามารถทนต่อการย่อยด้วยแอลฟา-อะไมเลส ซึ่งแทนสภาวะในช่องปากได้ดีเทียบเท่ากับสารพรีไบโอติกทางการค้า โดยสารสกัดพรีไบโอติกจากกากกาแฟในรูปแบบสารละลายมีความต้านทานสูงที่สุดโดยถูกย่อยสลายเพียง 1.48 เปอร์เซ็นต์ ผลการศึกษาความต้านทานต่อกรดไฮโดรคลอริกซึ่งแทนสภาวะในกระเพาะอาหาร พบว่าสารสกัดพรีไบโอติกในรูปแบบผงมีความต้านทานสูงที่สุดโดยถูกย่อยสลายเพียง 16.7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความต้านทานมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับพรีไบโอติกทางการค้า สำหรับผลการศึกษาการต้านทานต่อสารสกัด bile extract ซึ่งแทนสภาวะในลำไส้เล็ก พบว่าอัตราการถูกย่อยสลายเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ใน ชั่วโมงแรกของการศึกษา และเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการทดสอบ พบว่าเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายของสารสกัดพรีไบโอติกจากกากกาแฟทั้งสองรูปแบบ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณาภาพรวมของการย่อยสลายทั้งหมด (Total hydrolysis) พบว่าสารสกัดพรีไบโอติกในรูปแบบผงมีความต้านทานต่อสภาวะทางเดินอาหารตอนต้นมากที่สุดโดยมีการย่อยสลายทั้งหมดเพียง 25.25 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พรีไบโอติกทางการค้า GOS มีความต้านทานต่อสภาวะทางเดินอาหารตอนต้นต่ำที่สุดโดยมีการย่อยสลายทั้งหมด 34.43 เปอร์เซ็นต์

ผลการศึกษาสมบัติพรีไบโอติกของสารสกัดจากกากกาแฟต่อการเจริญของจุลินทรีย์แบคทีเรียกรดแล็กติก 3 สายพันธุ์ ได้แก่ *Lactobacillus acidophilus* TISTR 1338, *Lb. casei* TISTR 1463 และ *Lb. plantarum* TISTR 1465 พบว่าสารสกัดพรีไบโอติกจากกากกาแฟทั้งในรูปแบบผง และรูปแบบสารละลายสามารถกระตุ้นการเจริญของแบคทีเรียกรดแล็กติกได้ทั้ง 3 สายพันธุ์ และเทียบเท่ากับสารพรีไบโอติก FOS และ MOS ทางการค้า โดยสารสกัดพรีไบโอติกจากกากกาแฟในรูปแบบผงแสดงค่ากิจกรรมส่งเสริมการเจริญต่อเชื้อ *Lb. acidophilus* TISTR 1338 มากที่สุดเท่ากับ 3.46 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสารสกัดพรีไบโอติกในรูปแบบสารละลายแสดงค่ากิจกรรมส่งเสริมการเจริญต่อเชื้อ *Lb. plantarum* TISTR 1465 มากที่สุดเท่ากับ 5.23 เปอร์เซ็นต์

แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์โอลิโกแซ็กคาไรด์ที่ได้จากการย่อยกากกาแฟที่ปรับสภาพขั้นต้นสามารถช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์กลุ่มแบคทีเรียกรดแล็กติกซึ่งเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ได้

สำหรับการทดสอบการยับยั้งของสารพรีไบโอติกต่อแบคทีเรียกลุ่มก่อโรคจำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ *Bacillus cereus* ATCC 11778, *E. coli* ATCC 25922 และ *Salmonella* Paratyphi DMST 15673 พบว่าสารสกัดพรีไบโอติกจากกากกาแฟในรูปแบบผงสามารถยับยั้งการเจริญของ *B. cereus* ATCC 11778 ได้เทียบเท่ากับสารพรีไบโอติก MOS ทางการค้า และสามารถยับยั้งการเจริญของ *E. coli* ATCC 25922 และ *S.* Paratyphi DMST 15673 โดยแสดงค่าการเจริญที่ลดลงของเชื้อทดสอบมากที่สุดเมื่อเทียบกับชุดทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.001$) และแสดงค่ากิจกรรมการยับยั้งเท่ากับ 26.92 และ 29.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับสารสกัดพรีไบโอติกจากกากกาแฟในรูปแบบสารละลายสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อทดสอบทั้ง 3 ชนิดได้เช่นกัน โดยสามารถยับยั้งเชื้อ *E. coli* ATCC 25922 ได้ดีที่สุด แสดงค่ากิจกรรมการยับยั้งเท่ากับ 25.16 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดสอบสมบัติพรีไบโอติกในระบบถังหมักลำไส้จำลอง (gut model) โดยการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารกลุ่มต่างๆ ด้วยวิธี Real-time PCR ได้แก่ *Bifidobacterium* spp., *Lactobacillus* และ *Enterobacteriaceae* พบว่าเมื่อเริ่มต้นชั่วโมงที่ 0 ในแต่ละถังหมักมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้ง 3 กลุ่ม ใกล้เคียงกัน แต่เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักที่ 24 ชั่วโมง พบว่าในถังหมักที่มีการเติมสารพรีไบโอติก FOS ทางการค้า สามารถสนับสนุนการเจริญเติบโตของเชื้อในกลุ่ม *Bifidobacterium* spp. ได้มากที่สุดโดยแสดงค่าการเจริญของเชื้อเพิ่มขึ้น 1.32 log copy number/ml รองลงไปเป็นถังหมักที่เติมสารสกัดพรีไบโอติกจากกากกาแฟทั้งสองชนิดในรูปผงแห้ง และสารละลายโดยมีค่าการเจริญของเชื้อเพิ่มขึ้น 0.78 และ 0.08 log copy number/ml ในขณะที่ถังหมักชุดควบคุมและถังหมักที่เติมสารพรีไบโอติก MOS ทางการค้า ไม่พบการเจริญที่เพิ่มขึ้นของเชื้อกลุ่ม *Bifidobacterium* spp.

สำหรับผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่ม *Lactobacillus* พบว่าถังหมักลำไส้จำลองที่เติมตัวอย่างสารสกัดพรีไบโอติกจากกากกาแฟในรูปแบบผงมีการส่งเสริมการเจริญของเชื้อมากที่สุด โดยมีค่าการเจริญของเชื้อเพิ่มขึ้น 3.02 log copy number/ml รองลงไปเป็นถังหมักที่มีการเติมสารพรีไบโอติก FOS ทางการค้า โดยมีค่าการเจริญของเชื้อเพิ่มขึ้น 0.87 log copy number/ml ในขณะที่ถังหมักอื่นๆ ไม่พบการเจริญที่เพิ่มขึ้นของเชื้อกลุ่ม *Lactobacillus* จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสารสกัดพรีไบโอติกจากกากกาแฟในรูปแบบผงสามารถส่งเสริมการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มที่มีประโยชน์ได้ สำหรับผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่ม *Enterobacteriaceae* พบว่ามีการเจริญของกลุ่มเชื้อนี้

เพิ่มขึ้นใกล้เคียงกันทุกถังหมักอยู่ในช่วง 1.03-1.7 log copy number/ml และปริมาณเชื้อไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

สำหรับผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ในระบบลำไส้จำลองเมื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Next-generation sequencing (NGS) พบการเปลี่ยนแปลงของเชื้อในระดับไฟลัมและแฟมิลีเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักที่เวลา 24 ชั่วโมง โดยถังหมักทีมีการเติมสารพรีไบโอติก FOS ทางการค้า พบว่ามีผลทำให้จุลินทรีย์ในไฟลัม *Actinobacteria* เพิ่มขึ้นและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับถังหมักชุดอื่น ๆ นอกจากนี้พบว่าถังหมักที่มีการเติมสารพรีไบโอติก FOS และ MOS ทางการค้า มีผลทำให้จุลินทรีย์ในไฟลัม *Firmicutes* เพิ่มขึ้น ในขณะที่ถังหมักชุดอื่นๆ มีปริมาณเชื้อลดลง สำหรับการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ในไฟลัมอื่นๆ พบว่ามีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันทุกถังหมัก

สำหรับผลการวิเคราะห์ในระดับแฟมิลีพบว่าเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักที่เวลา 24 ชั่วโมง ถังหมักลำไส้จำลองที่เติมสารสกัดพรีไบโอติกจากกากกาแฟในรูปแบบผงและสารละลายสามารถกระตุ้นการเจริญของจุลินทรีย์ *Bacteroidaceae* ได้ ในขณะที่ถังหมักชุดอื่นๆ มีปริมาณเชื้อลดลง นอกจากนี้พบว่าถังหมักที่เติมสารสกัดพรีไบโอติกจากกากกาแฟทั้ง 2 ชนิด สามารถส่งเสริมการเจริญของเชื้อกลุ่ม *Streptococcaceae* ได้เช่นเดียวกับถังหมักชุดที่เติมสารพรีไบโอติก FOS ทางการค้า ในขณะที่ถังหมักชุดอื่นๆ มีปริมาณเชื้อลดลง สำหรับการเปลี่ยนแปลงของเชื้อ *Bifidobacteriaceae* และ *Lactobacillaceae* พบว่าถังหมักที่เติมสารพรีไบโอติก FOS ทางการค้า สามารถกระตุ้นการเจริญของเชื้อได้ดีที่สุด สำหรับเชื้อในกลุ่ม *Enterobacteriaceae* พบว่ามีปริมาณเพิ่มขึ้นในทุกถังหมัก

ผลการวิเคราะห์การผลิตกรดไขมันสายสั้น (short chain fatty acid, SCFA) โดยเชื้อจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารในถังหมักระบบลำไส้จำลองที่เติมสารพรีไบโอติกชนิดต่างๆ พบว่าเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักในชั่วโมงที่ 24 ทุกถังหมักมีปริมาณกรดไขมันสายสั้นเพิ่มขึ้น ยกเว้นกรดแล็กติกที่มีแนวโน้มลดลง โดยพบกรดอะซิติกมีปริมาณเพิ่มขึ้นมากที่สุดในทุกถังหมัก รองลงไปเป็นกรดโพรพิโอนิก และกรดบิวทิริก แสดงให้เห็นว่าเชื้อจุลินทรีย์ในลำไส้สามารถใช้สารพรีไบโอติกจากกากกาแฟทั้งในรูปผงแบบผงและรูปแบบสารละลายเป็นสับเสตรทในกระบวนการหมักได้และมีการผลิตกรดไขมันสายสั้นเป็นสารเมทาบอไลต์

เมื่อประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์สำหรับการผลิตสารสกัดพรีไบโอติกจากกากกาแฟแบบรูปแบบผงแห้งในระดับ lab scale โดยเริ่มต้นจากใช้วัสดุเหลือทิ้งกากกาแฟแห้งปริมาณ 100 กรัม เมื่อผ่านกระบวนการสกัดจะได้ผลิตภัณฑ์ในรูปแบบผงปริมาณ 40 กรัม เมื่อคำนวณจุดคุ้มทุนที่กำลังการผลิต 100 กิโลกรัม โดยทำการบรรจุถุงละ 100 กรัม จำนวน 1,000 ถุง จะต้องตั้งราคาขายถุงละ 391.15 บาท จึงจะคุ้มทุน เมื่อคำนวณผลตอบแทนจากการจำหน่ายที่ 1,000 ถุง

ขนาดบรรจุถุงละ 100 กรัม โดยยึดขายในราคา ณ จุดคุ้มทุนบวกกับ 20 เปอร์เซ็นต์ จะต้องจำหน่ายในราคาถุงละ 469.38 บาท จึงจะได้กำไลเฉลี่ยถุงละ 78.23 บาท โดยตามท้องตลาดมีการขายสารพรีไบโอติกอยู่ในราคาตั้งแต่กิโลกรัมละ 650 จนถึงประมาณ 2,200 บาท (65-220 บาทต่อ 100 กรัม) ซึ่งพบว่าราคาขายต่อถุงของสารสกัดพรีไบโอติกจากกากกาแฟในโครงการวิจัยนี้ยังสูงกว่าที่ขายอยู่ในท้องตลาดประมาณ 2 เท่า ดังนั้นในอนาคตหากต้องการขยายกำลังการผลิตเพิ่มขึ้นจากระดับ lab scale สู่ระดับ pilot scale หรือระดับ commercial scale เพื่อจำหน่ายนั้นจะต้องมีการลดต้นทุนโดยอาจปรับเปลี่ยนแหล่งของอาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมีบางตัวบางชนิดที่ส่งผลให้ต้นทุนมีราคาสูง เพื่อสร้างผลกำไรและเพิ่มประสิทธิภาพการแข่งขันด้านราคากับสินค้าในตลาดทั้งในประเทศหรือนำเข้าจากต่างประเทศได้ และจำเป็นต้องมีการศึกษาความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ในเชิงลึกเพื่อประกอบการตัดสินใจในการลงทุนต่อไป

**สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ**

การเตรียมสารสกัดสารพรีไบโอติกจากกากกาแฟในโครงการวิจัยนี้ทำโดยการย่อยกากกาแฟปรับสภาพขั้นต้นด้วยด่างโดยใช้รีคอมบิแนนท์แมนนาเนสสกัดหยาบจากเชื้อ *Bacillus subtilis* GA2(1) จากนั้นทำเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบผงแห้งได้ผลิตภัณฑ์แมนโนโอลิโกแซ็กคาร์ไรด์ที่ประกอบด้วยน้ำตาลแมนโนส (M1) แมนโนไบโอส (M2) แมนโนไตรโอส (M3) แมนโนเตตระโอส (M4) แมนโนเพนตะโอส (M5) และแมนโนเฮกซะโอส (M6) ผลิตภัณฑ์โอลิโกแซ็กคาร์ไรด์ดังกล่าวแสดงสมบัติพรีไบโอติกที่สำคัญได้แก่ สามารถต้านทานการย่อยในระบบทางเดินอาหารตอนต้นและสามารถกระตุ้นการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในระบบทางเดินอาหารได้ ดังนั้นสารสกัดจากกากกาแฟที่ได้จากงานวิจัยนี้จึงมีศักยภาพในการใช้เป็นแหล่งของสารพรีไบโอติกเพื่อใช้เป็นส่วนผสมในอาหารฟังก์ชั่นหรืออาหารเพื่อสุขภาพได้ ซึ่งการนำกากกาแฟมาใช้เป็นสับสเตรตในการผลิตสารพรีไบโอติกเป็นการเพิ่มมูลค่าและเพิ่มคุณค่าของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในการนำกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์ตามแนวคิด zero waste อีกด้วย อย่างไรก็ตามการขยายกำลังการผลิตสารสกัดพรีไบโอติกจากกากกาแฟจากระดับ lab scale สู่การต่อยอดเชิงพาณิชย์ในอนาคตนั้นจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนต้นทุนของวัตถุดิบบางชนิดโดยเฉพาะอาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมีเพื่อลดต้นทุนการผลิต เพื่อสร้างผลกำไรและเพิ่มประสิทธิภาพการแข่งขันด้านราคากับสินค้าในตลาดทั้งในประเทศหรือนำเข้าจากต่างประเทศได้

## บทคัดย่อ

กากกาแฟ เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรประเภทลิกโนเซลลูโลส มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นสารเฮมิเซลลูโลสจำพวกสารประกอบแมนแนนเป็นหลัก ซึ่งสารประกอบแมนแนนสามารถถูกย่อยสลายได้ด้วยเอนไซม์แมนนาเนส ได้ผลิตภัณฑ์เป็นน้ำตาลแมนโนโอลิโกแซ็กคาไรด์ซึ่งมีสมบัติของสารพรีไบโอติก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติพรีไบโอติกของผลิตภัณฑ์โอลิโกแซ็กคาร์ไรด์ที่ได้จากกากกาแฟต่อจุลินทรีย์ในระบบลำไส้จำลองของมนุษย์ ซึ่งการเตรียมสารสกัดสารพรีไบโอติกจากกากกาแฟทำได้โดยการย่อยกากกาแฟปรับสภาพขั้นต้นด้วยด่างโดยใช้รีคอมบิแนนท์แมนนาเนสสกัดหยาบจากเชื้อ *Bacillus subtilis* GA2(1) แล้วเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปผงแห้งโดยเทคนิคการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง จากนั้นตรวจสอบชนิดและปริมาณของผลิตภัณฑ์โดยใช้วิธี HPAEC-PAD พบว่าผลิตภัณฑ์โอลิโกแซ็กคาร์ไรด์จากกากกาแฟมีน้ำตาลแมนโนส แมนโนไบโอส และแมนโนไตรโอส เป็นสารประกอบหลัก และมีน้ำตาลแมนโนเตตระโอส แมนโนเพนตะโอส และแมนโนเฮกซะโอส เป็นสารประกอบรอง ผลการศึกษาความต้านทานของสารพรีไบโอติกในสภาวะจำลองการย่อยของระบบทางเดินอาหารพบว่าสารสกัดพรีไบโอติกในรูปแบบผงมีความต้านทานต่อสภาวะทางเดินอาหารตอนต้นมากที่สุดโดยมีค่าการย่อยสลายทั้งหมดต่ำที่สุดเท่ากับ 25.25 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พรีไบโอติก FOS และ MOS ทางการค้ามีเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายสูงกว่ามีค่าประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ผลการศึกษาสมบัติพรีไบโอติกเมื่อทดสอบกับเชื้อชนิดเดี่ยวพบว่า สารสกัดจากกากกาแฟสามารถกระตุ้นการเจริญของเชื้อทดสอบ กลุ่มแบคทีเรียกรดแล็กติกทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ *Lactobacillus acidophilus* TISTR 1338, *Lb. casei* TISTR 1463 และ *Lb. plantarum* TISTR 1465 และเมื่อทดสอบสมบัติของสารพรีไบโอติกเปรียบเทียบกับชุดควบคุมในระบบถังหมักลำไส้จำลองและตรวจสอบด้วยวิธี Real-time PCR พบว่าสารสกัดพรีไบโอติกจากกากกาแฟสามารถกระตุ้นการเจริญของจุลินทรีย์กลุ่ม *Bifidobacterium* spp. และ *Lactobacillus* spp. ได้ดีกว่า และเมื่อวิเคราะห์จุลินทรีย์ด้วยวิธี next generation sequencing พบว่าสารสกัดพรีไบโอติกนี้สามารถกระตุ้นการเจริญของจุลินทรีย์กลุ่ม *Bacteroidaceae* และ *Streptococcaceae* ได้ดีกว่าชุดควบคุม และยังพบการผลิตกรดไขมันสายสั้นโดยพบกรดอะซิติกมีปริมาณเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงไปเป็นกรดโพรพิโอนิก และกรดบิวทิริก จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากกากกาแฟที่ได้จากงานวิจัยนี้มีศักยภาพในการใช้เป็นแหล่งของสารพรีไบโอติกเพื่อใช้เป็นส่วนผสมในอาหารฟังก์ชั่นหรืออาหารเพื่อสุขภาพได้



**คำสำคัญ** กากกาแฟ แมนโนโอลิโกแซ็กคาร์ไรด์ พรีไบโอติก ระบบถังหมักลำไส้จำลอง

## Abstract

Spent coffee grounds (SCGs) are lignocellulose agricultural and agro-industrial waste materials. Most of the constituents are hemicellulose compounds such as mannan compounds. Mannan compounds can be degraded by mannanase resulting manno-oligosaccharide product, which has prebiotics properties. The aim of this research was to study the prebiotic properties of oligosaccharides derived from SCG on the human gut microbiota**.** The recombinant mannanase from *Bacillus subtilis* GA2(1) effectively hydrolyzed pretreated spent coffee grounds (SCG) and then as a lyophilized product with freeze-drying technique. The oligosaccharides from SCG contained mainly mannose (M1), mannobiose (M2) and mannotriose (M3). The lyophilized SCG had the lowest total hydrolysis levels of 25.2%, while commercial FOS and MOS had higher degradation percentage. The study of the prebiotic property on single strain found that lyophilized SCG can stimulate the growth of LAB such as *Lactobacillus acidophilus* TISTR 1338, *Lb. casei* TISTR 1463 and *Lb. plantarum* TISTR 1465. The study of the prebiotic property on human gut microbiota of the lyophilized SCG compared with the control in gut model was analyzed by Real-time PCR and NGS. The result found that the lyophilized SCG were able to stimulate the growth of microorganisms: *Bifidobacterium* spp., *Lactobacillus* spp., *Bacteroidaceae* and *Streptococcaceae*. In addition, short-chain fatty acid production was found in gut model with the greatest increase in acetic acid content followed by propionic acid and butyric acid. The result of this study reveals that the lyophilized SCG has the potential source of prebiotic substances for use as functional food ingredients.



**Key words:** spent coffee grounds**,** mannooligosaccharide prebiotic, human gut model

**สรุปผลงานวิจัย/โครงการวิจัย 1 หน้ากระดาษ A4**

**1. ชื่อโครงการวิจัย**

ศักยภาพของสมบัติพรีไบโอติกจากกากกาแฟปรับสภาพขั้นต้นต่อจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารจำลองของมนุษย์เพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ

Potential prebiotic property of treated-spent coffee grounds on gut microbiota in human gut modelling for application as functional food

**2. ชื่อคณะนักวิจัย**


**หัวหน้าโครงการวิจัย**

| | |
|---|---|
| ชื่อ - นามสกุล | ดร. อรวรรณ ละอองคำ |
| ตำแหน่งปัจจุบัน | นักวิจัย |
| หน่วยงาน | ฝ่ายจุลชีววิทยาประยุกต์ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เลขที่ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 |
| หมายเลขโทรศัพท์ | 02-942-8629-35 ต่อ 1411 โทรสาร: 02-940-6455 |
| โทรศัพท์มือถือ | 089-239-4094 |
| E-mail | ifrowl@ku.ac.th |

**ผู้ร่วมโครงการวิจัยที่ 1**

| | |
|---|---|
| ชื่อ - นามสกุล | ผศ.ดร.สุดาทิพย์ จันทร (ฐิตะโภคา) |
| ตำแหน่งปัจจุบัน | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ |
| หน่วยงาน | ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต 99 ถนน พหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง ปทุมธานี 12120 |
| หมายเลขโทรศัพท์ | 0-2564-4440 ต่อ 2467 โทรสาร: 0-2564-4500 |
| โทรศัพท์มือถือ | 081-480-8094 |
| E-mail | sudathip@tu.ac.th |

**ผู้ร่วมโครงการวิจัยที่ 2**


| | |
|---|---|
| ชื่อ - นามสกุล | ผศ.ดร. มัสลิน นาคไพจิตร |
| ตำแหน่งปัจจุบัน | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ |
| หน่วยงาน | ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900 |
| หมายเลขโทรศัพท์ | 02-5625081 โทรสาร: 02-5794096 |
| โทรศัพท์มือถือ | 0816194594 |
| E-mail | fagimln@ku.ac.th |


**ผู้ร่วมโครงการวิจัยที่ 3**


| | |
|---|---|
| ชื่อ - นามสกุล | ดร. ลัดดา แสงเดือน วัฒนศิริธรรม |
| ตำแหน่งปัจจุบัน | นักวิจัย ชำนาญการพิเศษ |
| หน่วยงาน | ฝ่ายเคมีและกายภาพอาหาร สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เลขที่ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 |
| หมายเลขโทรศัพท์ | 02-942-8629-35 ต่อ 502 โทรสาร: 02-940-6455 |
| โทรศัพท์มือถือ | ifrlds@ku.ac.th |
| E-mail | นักวิจัย ชำนาญการพิเศษ |


**3. ปี พ.ศ. ที่ดำเนินการเสร็จ:** พฤษภาคม 2565

**4. คำค้น (key words)**


**ภาษาไทย:** กากกาแฟ แมนโนโอลิโกแซ็กคาร์ไรด์ พรีไบโอติก ระบบถังหมักลำไส้จำลอง

**ภาษาอังกฤษ:** spent coffee grounds, mannooligosaccharide prebiotic, human gut model

## สรุปรายละเอียดผลงานวิจัย

กากกาแฟ (Spent coffee grounds, SCGs) เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรประเภทลิกโนเซลลูโลส มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นสารเฮมิเซลลูโลสจำพวกสารประกอบแมนแนนเป็นหลัก ซึ่งสารประกอบแมนแนนสามารถถูกย่อยสลายได้ด้วยเอนไซม์แมนนาเนส ได้ผลิตภัณฑ์เป็นน้ำตาลแมนโนโอลิโกแซ็กคาไรด์ซึ่งมีศักยภาพในการใช้เป็นแหล่งของสารพรีไบโอติกได้ โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสกัดสารพรีไบโอติกจากกากกาแฟโดยใช้รีคอมบิแนท์แมนนาเนสสกัดหยาบจากเชื้อ *Bacillus subtilis* GA2(1) และทำเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบผง (lyophilized product) พร้อมทั้งทำการตรวจสอบชนิดและปริมาณของผลิตภัณฑ์โอลิโกแซ็กคาไรด์ด้วยเทคนิค HPAEC-PAD และทดสอบสมบัติพรีไบโอติกด้านความสามารถต้านทานการย่อยในสภาวะจำลองระบบทางเดินอาหาร และความสามารถในการส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์ในระบบลำไส้จำลองของมนุษย์ รวมทั้งวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตสารสกัดพรีไบโอติกจากกากกาแฟในระดับ lab scale และศึกษาความเป็นไปได้ทางการตลาดสู่การพัฒนาต่อยอดในเชิงพาณิชย์

ผลการศึกษาครั้งนี้สามารถเตรียมสารสกัดพรีไบโอติกจากกากกาแฟได้โดยการย่อยกากกาแฟปรับสภาพขั้นต้นด้วยด่างโดยใช้รีคอมบิแนท์แมนนาเนสสกัดหยาบที่จากเชื้อ *Bacillus subtilis* GA2(1) จากนั้นทำเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบผงแห้ง (lyophilized product) ได้ผลิตภัณฑ์พรีไบโอติกชนิดแมนโนโอลิโกแซ็กคาร์ไรด์ (MOS) ที่ประกอบด้วยน้ำตาลแมนโนส (M1) แมนโนไบโอส (M2) แมนโนไตรโอส (M3) แมนโนเตตระโอส (M4) แมนโนเพนตะโอส (M5) และแมนโนเฮกซะโอส (M6) ผลิตภัณฑ์โอลิโกแซ็กคาร์ไรด์ดังกล่าวแสดงสมบัติพรีไบโอติกที่สำคัญได้แก่ สามารถต้านทานการย่อยในระบบทางเดินอาหารตอนต้น และสามารถกระตุ้นการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในระบบทางเดินอาหารได้

ผลการศึกษาความต้านทานของสารพรีไบโอติกในสภาวะจำลองการย่อยของระบบทางเดินอาหารพบว่า สารสกัดพรีไบโอติกในรูปแบบผงแห้งมีความต้านทานต่อสภาวะทางเดินอาหารตอนต้นมากที่สุดโดยมีค่าการย่อยสลายทั้งหมดต่ำที่สุดเท่ากับ 25.25 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สารพรีไบโอติก FOS และ MOS ทางการค้ามีเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายสูงกว่ามีค่าประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์

ผลการศึกษาสมบัติพรีไบโอติกเมื่อทดสอบกับเชื้อแบบชนิดเดี่ยวพบว่า สารสกัดพรีไบโอติกจากกากกาแฟนี้สามารถกระตุ้นการเจริญของเชื้อทดสอบ กลุ่มแบคทีเรียกรดแล็กติกทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ *Lactobacillus acidophilus* TISTR 1338, *Lb. casei* TISTR 1463 และ *Lb. plantarum* TISTR 1465 และเมื่อทดสอบสมบัติของสารพรีไบโอติกเปรียบเทียบกับชุดควบคุมในระบบถังหมักลำไส้จำลองและตรวจสอบด้วยวิธี Real-time PCR พบว่าสารสกัดพรีไบโอติกจากกากกาแฟสามารถกระตุ้นการเจริญของจุลินทรีย์กลุ่ม *Bifidobacterium* spp. และ *Lactobacillus* spp. ได้ดีกว่า และเมื่อวิเคราะห์จุลินทรีย์ด้วยวิธี Next-generation sequencing (NGS) พบว่าสารสกัดพรีไบโอติกนี้สามารถกระตุ้นการเจริญของจุลินทรีย์กลุ่ม *Bacteroidaceae* และ *Streptococcaceae* ได้ดีกว่าชุดควบคุม และยังพบการผลิตกรดไขมันสายสั้นด้วยโดยพบกรดอะซิติกมีปริมาณเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงไปเป็นกรดโพรพิโอนิก และกรดบิวทิริก

จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นสารสกัดจากกากกาแฟที่ได้จากงานวิจัยนี้จึงมีศักยภาพในการใช้เป็นแหล่งของสารพรีไบโอติกเพื่อใช้เป็นส่วนผสมในอาหารฟังก์ชั่นหรืออาหารเพื่อสุขภาพได้ ซึ่งการนำกากกาแฟมาใช้เป็นสับสเตรตในการผลิตสารพรีไบโอติกเป็นการเพิ่มมูลค่าและเพิ่มคุณค่าของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในการนำกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์ตามแนวคิด zero waste อีกด้วย อย่างไรก็ตามการขยายกำลังการผลิตสารสกัดพรีไบโอติกจากกากกาแฟในการต่อยอดสู่เชิงพาณิชย์ในอนาคตจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนต้นทุนของวัตถุดิบบางชนิดโดยเฉพาะอาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมีเพื่อลดต้นทุนการผลิตเพื่อสร้างผลกำไรและเพิ่มประสิทธิภาพการแข่งขันด้านราคากับสินค้าในตลาดทั้งในประเทศหรือนำเข้าจากต่างประเทศได้

**สรุปผลงานวิจัย/โครงการวิจัย 5 บรรทัด**

**1. ชื่อโครงการวิจัย**

ศักยภาพของสมบัติพรีไบโอติกจากกากกาแฟปรับสภาพขั้นต้นต่อจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารจำลองของมนุษย์เพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ

Potential prebiotic property of treated-spent coffee grounds on gut microbiota in human gut modelling for application as functional food

**2. ชื่อคณะนักวิจัย**


**หัวหน้าโครงการวิจัย**

| | |
|---|---|
| ชื่อ - นามสกุล | ดร. อรวรรณ ละอองคำ |
| ตำแหน่งปัจจุบัน | นักวิจัย |
| หน่วยงาน | ฝ่ายจุลชีววิทยาประยุกต์ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เลขที่ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 |
| หมายเลขโทรศัพท์ | 02-942-8629-35 ต่อ 1411 โทรสาร: 02-940-6455 |
| โทรศัพท์มือถือ | 089-239-4094 |
| E-mail | ifrowl@ku.ac.th |

**ผู้ร่วมโครงการวิจัยที่ 1**

| | |
|---|---|
| ชื่อ - นามสกุล | ผศ.ดร.สุดาทิพย์ จันทร (ฐิตะโภคา) |
| ตำแหน่งปัจจุบัน | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ |
| หน่วยงาน | ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต 99 ถนน พหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง ปทุมธานี 12120 |
| หมายเลขโทรศัพท์ | 0-2564-4440 ต่อ 2467 โทรสาร: 0-2564-4500 |
| โทรศัพท์มือถือ | 081-480-8094 |
| E-mail | sudathip@tu.ac.th |

**ผู้ร่วมโครงการวิจัยที่ 2**

| | |
|---|---|
| ชื่อ - นามสกุล | ผศ.ดร. มัสลิน นาคไพจิตร |

ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์
หน่วยงาน ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900
หมายเลขโทรศัพท์ 02-5625081 โทรสาร: 02-5794096
โทรศัพท์มือถือ 0816194594
E-mail fagimln@ku.ac.th

**ผู้ร่วมโครงการวิจัยที่ 3**

ชื่อ - นามสกุล ดร. ลัดดา แสงเดือน วัฒนศิริธรรม
ตำแหน่งปัจจุบัน นักวิจัย ชำนาญการพิเศษ
หน่วยงาน ฝ่ายเคมีและกายภาพอาหาร สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เลขที่ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
หมายเลขโทรศัพท์ 02-942-8629-35 ต่อ 502 โทรสาร: 02-940-6455
โทรศัพท์มือถือ ifrlds@ku.ac.th
E-mail นักวิจัย ชำนาญการพิเศษ

**3. ปี พ.ศ. ที่ดำเนินการเสร็จ:** พฤษภาคม 2565

**4. คำค้น (key words)**

**ภาษาไทย:** กากกาแฟ แมนโนโอลิโกแซ็กคาร์ไรด์ พรีไบโอติก ระบบถังหมักลำไส้จำลอง

**ภาษาอังกฤษ:** spent coffee grounds, mannooligosaccharide prebiotic, human gut model

**สรุปรายละเอียดผลงานวิจัย**

**สารสกัดพรีไบโอติกในโครงการวิจัยนี้เตรียมได้จากการย่อยกากกาแฟปรับสภาพขั้นต้นโดยใช้รีคอมบิแนท์แมนนาเนสสกัดหยาบจากเชื้อ *Bacillus subtilis* GA2(1) ได้ผลิตภัณฑ์แมนโนโอลิโกแซ็กคาร์ไรด์ที่แสดงสมบัติพรีไบโอติกที่สำคัญ ได้แก่ ความสามารถด้านทานการย่อยในสภาวะจำลองระบบทางเดินอาหารตอนต้น และความสามารถกระตุ้นการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในระบบทางเดินอาหาร ดังนั้นสารสกัดจากกากกาแฟที่ได้จากงานวิจัยนี้จึงมีศักยภาพในการใช้เป็นแหล่งของสารพรีไบโอติกเพื่อใช้เป็นส่วนผสมในอาหารฟังก์ชั่นหรืออาหารเพื่อสุขภาพได้**

**สรุปงานวิจัยในรูปแบบ info graphic**

**1. ชื่อโครงการวิจัย**

ศักยภาพของสมบัติพรีไบโอติกจากกากกาแฟปรับสภาพขั้นต้นต่อจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารจำลองของมนุษย์เพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ

Potential prebiotic property of treated-spent coffee grounds on gut microbiota in human gut modelling for application as functional food

**2. ชื่อคณะนักวิจัย**


**หัวหน้าโครงการวิจัย**

| | |
|---|---|
| ชื่อ - นามสกุล | ดร. อรวรรณ ละอองคำ |
| ตำแหน่งปัจจุบัน | นักวิจัย |
| หน่วยงาน | ฝ่ายจุลชีววิทยาประยุกต์ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เลขที่ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 |
| หมายเลขโทรศัพท์ | 02-942-8629-35 ต่อ 1411 โทรสาร: 02-940-6455 |
| โทรศัพท์มือถือ | 089-239-4094 |
| E-mail | ifrowl@ku.ac.th |

**ผู้ร่วมโครงการวิจัยที่ 1**

| | |
|---|---|
| ชื่อ - นามสกุล | ผศ.ดร.สุดาทิพย์ จันทร (ฐิตะโภคา) |
| ตำแหน่งปัจจุบัน | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ |
| หน่วยงาน | ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต 99 ถนน พหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง ปทุมธานี 12120 |
| หมายเลขโทรศัพท์ | 0-2564-4440 ต่อ 2467 โทรสาร: 0-2564-4500 |
| โทรศัพท์มือถือ | 081-480-8094 |
| E-mail | sudathip@tu.ac.th |

**ผู้ร่วมโครงการวิจัยที่ 2**

| | |
|---|---|
| ชื่อ - นามสกุล | ผศ.ดร. มัสลิน นาคไพจิตร |

ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์
หน่วยงาน ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900
หมายเลขโทรศัพท์ 02-5625081 โทรสาร: 02-5794096
โทรศัพท์มือถือ 0816194594
E-mail fagimln@ku.ac.th

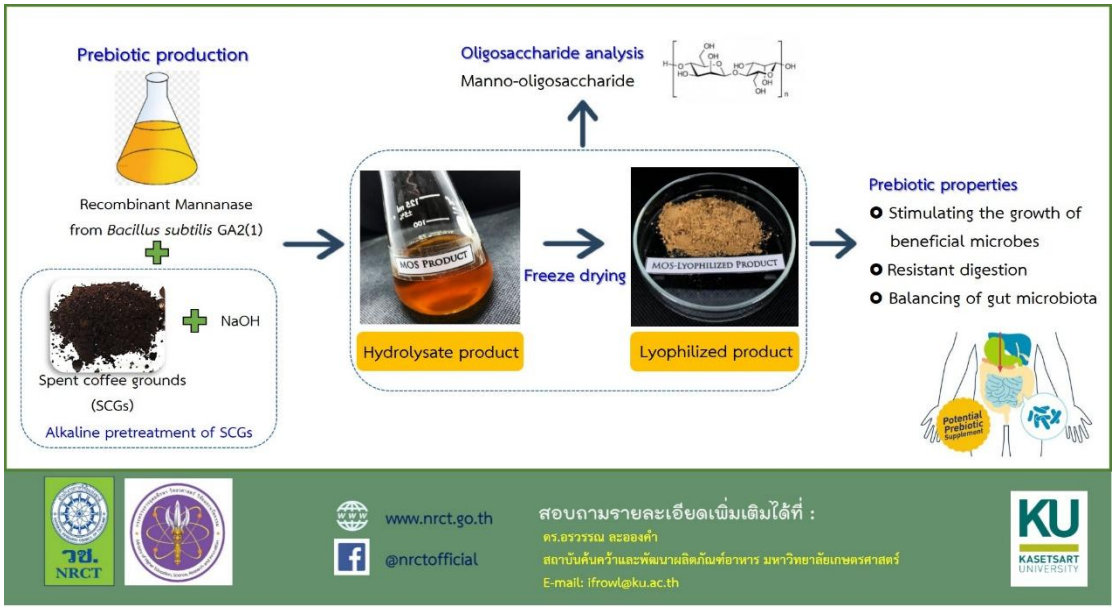
**ผู้ร่วมโครงการวิจัยที่ 3**
ชื่อ - นามสกุล ดร. ลัดดา แสงเดือน วัฒนศิริธรรม
ตำแหน่งปัจจุบัน นักวิจัย ชำนาญการพิเศษ
หน่วยงาน ฝ่ายเคมีและกายภาพอาหาร สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เลขที่ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
หมายเลขโทรศัพท์ 02-942-8629-35 ต่อ 502 โทรสาร: 02-940-6455
โทรศัพท์มือถือ ifrlds@ku.ac.th
E-mail นักวิจัย ชำนาญการพิเศษ

**3. ปี พ.ศ. ที่ดำเนินการเสร็จ:** พฤษภาคม 2565

**4. คำค้น (key words)**

**ภาษาไทย:** กากกาแฟ แมนโนโอลิโกแซ็กคาร์ไรด์ พรีไบโอติก ระบบถังหมักลำไส้จำลอง
**ภาษาอังกฤษ:** spent coffee grounds, mannooligosaccharide prebiotic, human gut model

สรุปรายละเอียดผลงานวิจัยเป็นภาพ info graphic



**รายชื่อคณะนักวิจัย**

**1. หัวหน้าโครงการวิจัย**


| | |
|---|---|
| ชื่อ - นามสกุล | ดร. อรวรรณ ละอองคำ |
| ตำแหน่งปัจจุบัน | นักวิจัย |
| หน่วยงาน | ฝ่ายจุลชีววิทยาประยุกต์ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เลขที่ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 |
| หมายเลขโทรศัพท์ | 02-942-8629-35 ต่อ 1411 โทรสาร: 02-940-6455 |
| โทรศัพท์มือถือ | 089-239-4094 |
| E-mail | ifrowl@ku.ac.th |


**2. ผู้ร่วมโครงการวิจัยที่**


| | |
|---|---|
| ชื่อ - นามสกุล | ผศ.ดร.สุดาทิพย์ จันทร (ฐิตะโภคา) |
| ตำแหน่งปัจจุบัน | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ |
| หน่วยงาน | ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต 99 ถนน พหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง ปทุมธานี 12120 |
| หมายเลขโทรศัพท์ | 0-2564-4440 ต่อ 2467 โทรสาร: 0-2564-4500 |
| โทรศัพท์มือถือ | 081-480-8094 |
| E-mail | sudathip@tu.ac.th |


**3. ผู้ร่วมโครงการวิจัยที่**


| | |
|---|---|
| ชื่อ - นามสกุล | ผศ.ดร. มัสลิน นาคไพจิตร |
| ตำแหน่งปัจจุบัน | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ |
| หน่วยงาน | ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900 |
| หมายเลขโทรศัพท์ | 02-5625081 โทรสาร: 02-5794096 |
| โทรศัพท์มือถือ | 0816194594 |
| E-mail | fagimln@ku.ac.th |

**4. ผู้ร่วมโครงการวิจัยที่ 3**


| | |
|---|---|
| ชื่อ - นามสกุล | ดร. ลัดดา แสงเดือน วัฒนศิริธรรม |
| ตำแหน่งปัจจุบัน | นักวิจัย ชำนาญการพิเศษ |
| หน่วยงาน | ฝ่ายเคมีและกายภาพอาหาร สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เลขที่ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 |
| หมายเลขโทรศัพท์ | 02-942-8629-35 ต่อ 502 โทรสาร: 02-940-6455 |
| โทรศัพท์มือถือ | ifrlds@ku.ac.th |
| E-mail | นักวิจัย ชำนาญการพิเศษ |