บทคัดย่อ

ชื่อโครงการ การพัฒนากระบวนการผลิตวัตถุเจือปนอาหารไอโซมอลโตโอลิโกแซค-คาไรด์จากแป้งข้าว แป้งมันสำปะหลัง และแป้งสาคู
ชื่อผู้วิจัย 1. ผศ.ดร.สุวัฒนา พฤกษะศรี (หัวหน้าโครงการ)
คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร
2. ผศ.ดร.สันทัด วิเชียรโชติ
คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
แหล่งทุนอุดหนุนการวิจัย งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2557
สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีที่เสร็จ 2558
ประเภทการวิจัย การวิจัยประยุกต์
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

ไอโซมอลโตโอลิโกแซคคาไรด์ (IMO) เป็นพรีไบโอติกที่เป็นอาหารช่วยกระตุ้นการเจริญของโพรไบโอติก ในการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาวิธีการผลิต IMO จากสตาร์ชข้าวเจ้า สตาร์ชข้าวเหนียว สตาร์ชมันสำปะหลัง และสตาร์ชสาคู โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะสำหรับการผลิต IMO จากสตาร์ชชนิดต่างๆ โดยเปรียบเทียบการสังเคราะห์ IMO แบบ 3 ขั้นตอนและแบบขั้นตอนเดียว จากการสังเคราะห์ IMO แบบ 3 ขั้นตอน พบว่าสตาร์ชข้าวเจ้ามีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมากที่สุดคือ 23.55% เมื่อย่อยด้วยเอนไซม์ Termamyl SC 25 U/g starch เป็นเวลา 90 นาที ที่อุณหภูมิ 85°C จากการสังเคราะห์ IMO แบบขั้นตอนเดียวโดยใช้เอนไซม์ TransglucosidaseL และเอนไซม์ Saccharifying **α**-amylase อัตราส่วน 1:3 U/g starch ที่อุณหภูมิ 85°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และ 60°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมงมีปริมาณ IMO มากที่สุดคือ 94.90% การทำ IMO บริสุทธิ์ IMO โดย nanofiltration ขนาด 1 KDa พบว่าได้ IMO บริสุทธิ์95.93%

เมื่อนำ IMO ที่ได้จากการสังเคราะห์แบบขั้นตอนเดียวมาทำการทดสอบการส่งเสริมการเจริญเติบโตของ *Lactobacillus plantarum* TISTR 1465 และ *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 โดยเปรียบเทียบกับแหล่งคาร์บอนชนิดต่างๆ พบว่า IMO® ทางการค้าส่งเสริมการเจริญเติบโตของแลคโตบาซิลัส ขณะที่ IMO ที่ผลิตได้จากขั้นตอนเดียวส่งเสริมการเจริญเติบโตของบิฟิโดแบคทีเรีย
คำสำคัญ: ไอโซมอลโตโอลิโกแซคคาไรด์ พรีไบโอติก สตาร์ชข้าว นาโนฟิวเตรชัน

Research Title: Development of food additive isomalto-oligosaccharides production from rice, tapioca and sago flour
Researcher: 1. Asst. Prof. Dr. Suwattana Pruksasri (Project Leader)
Faculty of Engineering and Industrial Technology, Silpakorn University
Researcher: 2. Asst. Prof. Dr. Santad Wichienchot (Co-Researcher)
Faculty of Agro- Industry. Prince of Songkhla University
Research Grants: Fiscal Year 2014
Research and Development Instutute, Silpakorn University
Year of completion 2015
Type of research: applied research
Subjects: Biological science

ABSTRACT

Isomalto-oligosaccharides (IMO) are a prebiotic, food additive that stimulate the growth of probiotics. In this study, IMO production from waxy rice, rice, tapioca and sago starches were investigated. The aim was to optimize conditions for production of IMO using various starches. The production methods by enzymatic approach with 3-step and 1-step were compared. Among 4 types of starches, rice starch was selected because it gave the highest total sugar (23.55%) after digestion by 25 U Termamyl SC (α-amylase)/g rice starch at 85°C for 90 minutes. The optimal conditions for synthesis of IMO by 1-step method were Transglucosidase L and Saccharifying α-amylase at a ratio of 1:3 U/g starch, 85°C for 2 hours, 60°C for 1 hour which gave the maximum IMO yield of 94.90%. Purification of the IMO by nano-filtration having 1 kDa MWCO obtained the IMO purity of 95.93%. The purified IMO powder produced from rice starch was used to investigate on growth promoting of *Lactobacillus plantarum* TISTR 1465 and *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 in comparison with others carbon source. It has been shown that the commercial IMO® was more specific growth promotion to lactobacilli whereas the IMO produced in this study was more specific to growth promoting of bifidobacteria.
Key words: Isomaltooligosaccharides, prebiotic, rice starch, nanofiltration

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์งบประมาณจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร ประจำปี 2557 ผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรมซึ่งเป็นต้นสังกัดของผู้วิจัยที่ได้ให้การส่งเสริมการดำเนินการวิจัยของบุคลากรด้วยดี ขอขอบคุณสถานวิจัยผลิตภัณฑ์เสริมอาหารและอาหารเพื่อสุขภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และห้องปฏิบัติการในการทำวิจัยในครั้งนี้

สุวัฒนา พฤกษะศรี
สันทัด วิเชียรโชติ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ข้าวและข้าวเหนียว	4
2.2 แป้งมันสำปะหลัง	7
2.3 แป้งสาคู	10
2.4 ไอโซมอลโตโอลิโกแซคคาไรด์	14
2.5 พรีไบโอติก	19
2.6. โพรไบโอติก	25
บทที่ 3วิธีดำเนินการวิจัย	33
3.1 วัสดุอุปกรณ์	33
3.2 วิธีการดำเนินงานวิจัย	35
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	42
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	54
เอกสารอ้างอิง	55
ภาคผนวก	64

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีร้อยละโดยประมาณของข้าวเปลือกและส่วนที่ได้จากขัดสีที่ความชื้น 14%	4
2 ส่วนประกอบหลักในหัวมันสำปะหลัง	8
3 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งสาคูก่อนและหลังการสกัดในกระบวนการฟอกสีแป้ง	11
4 คุณสมบัติของแป้งสาคู	12
5 ขั้นตอนการผลิตไอโซมอลโตโอลิโกแซคคาไรด์	18
6 การจัดจำแนกคาร์โบไฮเดรตโดยค่าดัชนีการสังเคราะห์พอลิเมอร์	20
7 Lactic acid bacteria used as commercial probiotics	29
8 องค์ประกอบพื้นฐานทางเคมีของสตาร์ชข้าวเจ้า ข้าวเหนียว มันสำปะหลัง และสาคู	42
9 การเจริญเติบโตของ *Lactobacillus plantarum* TISTR 1465 จากแหล่งคาร์บอนชนิดต่างๆ	52
10 การเจริญเติบโตของ *Bifidobacteriumanimalis* subsp. lactic BB-12 จากแหล่งคาร์บอนชนิดต่างๆ	53

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 เม็ดสตาร์ชของมันสำปะหลังจากกล้องอิเล็กตรอนชนิดส่องกราดลำแสง	9
2 ขั้นตอนการสกัดแป้งสาคู	11
3 พรีไบโอติกที่อยู่ในกลุ่ม ALO(Anomalously Linked Oligosaccharides)	15
4 Administration of probiotics in different forms	27
5 ผลของอัตราการย่อย(%DH) สตาร์ชข้าวเจ้า ข้าวเหนียว มันสำปะหลังและสาคู โดยสตาร์ชมีความเข้มข้น 20% และใช้เอนไซม์ Termamyl SC25 U/g starch ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส	43
6 ผลของความเข้มข้นสตาร์ชข้าวเจ้าและเอนไซม์ Termamyl SC ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส	44
7 ผลของการผลิต IMO 3 ขั้นตอน โดยใช้เอนไซม์ Fungamyl 800 Lที่ความเข้มข้นต่างๆ อุณหภูมิ50 องศาเซลเซียส	46
8 ผลของการผลิต IMO 3 ขั้นตอน โดยใช้เอนไซม์ Transglucosidase Lที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	48
9 ผลของการผลิต IMO 1 ขั้นตอนโดยใช้เอนไซม์Transglucosidase L และเอนไซม์ Saccharifying α-amylase(SAA)	49
10 ผลของ IMO จากการสังเคราะห์ขั้นตอนเดียวที่ผ่านเมมเบรนชนิด Hollow Fiber ขนาด 1KDaเป็นเวลา 3 ชั่วโมง	50
11 ผลของการทำความเข้มข้นผลิตภัณฑ์ IMO (a) รูปแบบน้ำเชื่อม ที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 °C โดยใช้เครื่อง Evaporatorและ (b) แบบผง โดยใช้เครื่อง spray dryer	51
12 โครมาโทแกรมของไอโซมอลโตโอลิโกแซคคาไรด์ที่ผลิตได้ในขั้นตอนเดียว	64
13 กราฟมาตรฐานกลูโคสของการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์	68
14 กราฟมาตรฐานกลูโคสของการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลทั้งหมด	69