คุณสมบัติการเป็นพรีไบโอติกเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์มะม่วงเบาแช่อิ่ม
Preliminary probiotic properties of sweet pickled mango products

นฤมล มีบุญ[1] และ ศุภศิลป์ มณีรัตน์[2]
Naruemon Meeboon[1] and SuppasilManeerat[2]

บทคัดย่อ

มะม่วงเบาแช่อิ่มเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมในจังหวัดสงขลาและมีแนวโน้มที่จะขยายตลาดไปยังพื้นที่อื่นเพิ่มมากขึ้น การศึกษาประโยชน์ต่อสุขภาพของมะม่วงเบาแช่อิ่มสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ได้ การวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาคุณสมบัติการเป็นพรีไบโอติกเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์มะม่วงเบาแช่อิ่มจากแหล่งที่ผลิตเพื่อการค้าในจังหวัดสงขลา จำนวน 10 ตัวอย่าง ทำการศึกษาคุณสมบัติการเป็นพรีไบโอติกเบื้องต้นจากสารสกัดโอลิโกแซคคาไรด์จากมะม่วงเบาแช่อิ่มโดยใช้น้ำและเอทานอลเป็นตัวสกัดนำมาทดสอบคุณสมบัติการทนต่อการย่อยในสภาวะที่เป็นกรดสูงในกระเพาะอาหารด้วยกรดไฮโดรคลอริกที่พีเอช 1, 2 และ 3 เป็นเวลา 4 ชั่วโมง และการทดสอบการทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ human pancreatic ?-amylase จากการทดลองพบว่าสารสกัดน้ำของมะม่วงเบาแช่อิ่มตัวอย่างที่ 2 และ 1 มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่ถูกย่อยสูงสุดเท่ากับ 50.18 และ 44.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับอย่างไรก็ตามยังคงปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดน้อยกว่า 60 เปอร์เซ็นต์สารสกัดด้วยน้ำและเอทานอลของตัวอย่างมะม่วงเบาแช่อิ่มทั้ง 10 ตัวอย่างจึงไม่มีคุณสมบัติเบื้องต้นของการเป็นพรีไบโอติกเนื่องจากพบปริมาณของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ถูกย่อยเหลืออยู่ต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์หลังจากย่อยด้วยกรด 4 ชั่วโมงวิธีการที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้อาจไม่พบคุณสมบัติการเป็นพรีไบติกของมะม่วงเบาแช่อิ่ม แต่อาจมีวิธีการอื่น ๆ ที่สามารถทดสอบยืนยันการมีคุณสมบัติการเป็นพรีไบโอติกของมะม่วงเบาแช่อิ่มได้

คำสำคัญ มะม่วงเบา มะม่วงแช่อิ่ม พรีไบโอติก

Abstract

Sweet pickled mango is widely consumed in Songkhlaprovince and tends to expand to other areas. The study of the health benefits of sweet pickled mango can add value to the product. The objective of this research work was to study the prebiotic properties of mangoes in syrup for 10 samples from retail shops. The studying for prebiotic properties of sweet pickled mango was determined. Ethanoland water extracted samples of oligosaccharide extracts from sweet pickled mango were evaluated for their resistance to digestion in highly acidic conditions in the stomach with hydrochloric acid (pH 1, 2 and 3) for 4 hours. Testing for resistance to digestion with human pancreatic ?-amylase enzyme was also study.The result showed that 2 samples of the water extract of sweet pickled mango (sample 2 and 1) had the highest total carbohydrate content of 50.18 and 44.81 %, respectively.However, the total carbohydrate content remains less than 60 %. None of all ten samples of mangoes in syrups exhibited potential prebiotic property because the indigestible carbohydrate were lower than 60% after 4 hours of digestion with HCl.The method used in this study may not find the prebiotic properties of sweet pickled mango. That does not mean there is no prebiotic property, which may be another way that can be verified.

Keywords Mango sweet pickled mango prebiotic

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
[2]รองศาสตราจารย์ สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มะม่วงเบา (ชื่อวิทยาศาสตร์ Mangiferaindica L. Var., ชื่อวงศ์ ANACARDIACEAE) เป็นสายพันธุ์พื้นเมืองของมาเลเซียและภาคใต้ของไทย นิยมปลูกและนิยมรับประทานมาแต่โบราณ มะม่วงเบาเป็นพืชที่ปลูกทั่วไปในภาคใต้โดยมีปลูกกันมากตั้งแต่ จ.นครศรีธรรมราช เรื่อยลงไปจนถึง จ.ยะลา และ จ.ปัตตานี ผลสดแบบมีเนื้อเมล็ดเดียวทรงกลมแบน ฐานผลกว้างแล้วสอบที่ปลายผล ปลายผลมน กว้าง 3.5-4 ซม. ยาว 4.5-5.5 ซม. เปลือกผล เรียบเกลี้ยงเป็นมัน สีเขียวสด เมื่อสุกสีเหลืองอมเขียว เมล็ดมีเนื้อนุ่ม ติดกับเปลือกหุ้มเมล็ดหนาแข็ง ผิวมีเส้นใย รสเปรี้ยวอมหวาน เมล็ด คล้ายรูปไต สีน้ำตาลอมเหลืองขนาดใหญ่ การเก็บเกี่ยวและขยายพันธุ์ มะม่วงเบาออกดอกติดผลตลอดปี ออกดอกมากเดือน ม.ค.-พ.ค. ขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ด ภาคใต้นิยมใช้ผลดิบมาเป็นอาหารมากกว่าการใช้ประโยชน์จากผลสุกโดยนิยมนำมาแกงส้ม ยำต่างๆ ส้มตำมะม่วง น้ำปลาหวาน หรือแปรรูปในลักษณะดองหรือแช่อิ่ม (สมพร ณ นคร, 2552) มะม่วงเบาเป็นมะม่วงที่มีลูกดกและออกตลอดทั้งปี อย่างไรก็ตามมะม่วงเบาสดอุดมไปด้วยกรดไขมันที่มีประโยชน์ วิตามินซี แร่ธาตุหลายชนิด เช่น เหล็ก โซเดียม แคลเซียม เป็นต้น บางช่วงมีผลผลิตออกสู่ตลาดเยอะจนราคาตกต่ำ การทำมะม่วงแช่อิ่มเป็นการช่วยเหลือเศรษฐกิจของเกษตรกรไม่ให้เกิดภาวะสินค้าล้นตลาด และช่วยเหลือในครอบครัวโดยทำเป็นอาชีพเสริมนอกจากนี้การทำมะม่วงแช่อิ่มยังเป็นหนทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มมูลค่าและทำให้มีอาหารลักษณะแปลกใหม่ มีกลิ่น สี รสชาติต่าง ๆ รับประทานตลอดทั้งปี

สารพรีไบโอติกเป็นสารอาหารพวกคาร์โบไฮเดรตที่ร่างกายมนุษย์ไม่สามารถย่อยหรือถูกดูดซึมในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็กได้ แต่จะถูกย่อยด้วยแบคทีเรียบริเวณในลำไส้ใหญ่ ได้แก่ ใยอาหาร (dietary fiber) ประเภทใยอาหารที่ละลายน้ำได้ (soluble fiber) เช่น เพกทินกัม และโอลิโกแซ็กคาไรด์ (oligosaccharide) ได้แก่ ฟรุคโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ (fructo-oligosaccharide) เป็นต้น สารพรีไบโอติกจัดเป็นอาหารในกลุ่มฟังก์ชันนาลฟู้ด (functional food) ซึ่งมีบทบาทสำคัญและได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย และเป็นแหล่งคาร์บอนที่มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์กลุ่มโปรไบโอติกซึ่งเป็นจุลินทรีย์กลุ่มที่มีประโยชน์ที่สามารถควบคุมจุลินทรีย์ภายในลำไส้ให้อยู่ในสภาวะสมดุล (เกตุชุลี ถึงจอหอ, 2555; ประกานต์ฤดีกุลธำรง และจารุณี ควรพิบูลย์, 2555) เมื่อสารพรีไบโอติกเคลื่อนที่ไปยังลำไส้ใหญ่จะเป็นสารอาหารสำหรับจุลินทรีย์โปรไบโอติกที่อาศัยอยู่บริเวณนั้น แต่จะไม่ส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรคหรือฉวยโอกาส (opportunistic pathogens) นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มการดูดซึมแร่ธาตุในร่างกาย ต่อต้านการเกิดมะเร็งและช่วยรักษาระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดให้เป็นปกติ เป็นต้น (Gibson and Rastall, 2006)

ปัจจุบัน การศึกษาเพื่อพัฒนาและค้นหาสารพรีไบโอติกจากแหล่งใหม่ยังคงได้รับความสนใจจากนักวิจัยเป็นอย่างมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในอาหารที่บริโภคกันโดยทั่วไป และการศึกษาคุณสมบัติการเป็นพรีไบโอติกในอาหารหมักยังมีน้อยอยู่ งานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาคุณสมบัติการเป็นพรีไบโอติกของผลิตภัณฑ์มะม่วงเบาแช่อิ่มที่วางจำหน่ายในจังหวัดสงขลา เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นเพื่อใช้เป็นแนวทางเพื่อปรับปรุงผลิตภัณฑ์ต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นการเป็นพรีไบโอติกของมะม่วงเบาแช่อิ่ม

สมมุติฐาน

มะม่วงเบาแช่อิ่มมีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติก

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. **ประชากร**มะม่วงแช่อิ่มในเขตพื้นที่จังหวัดสงขลา
2. **กลุ่มตัวอย่าง**มะม่วงเบาแช่อิ่ม จำนวน 10 แหล่งที่ผลิตทางการค้า โดยมีเกณฑ์การคัดเข้าคือเป็นผลไม้แปรรูปที่บรรจุในกล่อง ถุงหรือหีบห่อที่เรียบร้อย อาจมีหรือไม่มีฉลากหรือเครื่องหมายรับรองจากองค์การอาหารและยา (อย.)

เครื่องมือการวิจัย

เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ชนิดต่าง ๆ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างมะม่วงเบาแช่อิ่มและศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจากแหล่งผลิตในเขตพื้นที่จังหวัดสงขลา จำนวน 10 แหล่งที่ผลิตทางการค้า โดยมีเกณฑ์การคัดเข้าคือเป็นผลไม้แปรรูปที่บรรจุในกล่อง ถุงหรือหีบห่อที่เรียบร้อย อาจมีหรือไม่มีฉลากหรือเครื่องหมายรับรองจากองค์การอาหารและยา (อย.) แหล่งละ 3 ครั้ง โดยเก็บตัวอย่างลงในลังน้ำแข็งและเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรักษาสภาพตัวอย่าง

2.การสกัดตัวอย่าง (โสภา บิลละโสย, 2551)

นำตัวอย่างมะม่วงเบาแช่อิ่มมาหั่นเป็นชิ้นขนาดประมาณ 5 มิลลิเมตร นำไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างมะม่วงเบาแช่อิ่มอบแห้งเก็บใส่ถุงปิดผนึกที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อเก็บไว้สกัด พรีไบโอติกต่อไป

2.1 การสกัดโอลิโกแซคคาไรด์จากมะม่วงเบาแช่อิ่มโดยใช้เอทานอล

นำตัวอย่างมะม่วงที่เตรียมไว้มาบดให้ละเอียดโดยเติมสารละลายเอทานอลเป็นตัวกลาง ปั่นด้วยเครื่องปั่นประมาณ 10 นาที จากนั้นนำตัวอย่างที่บดแล้ว 10 กรัม เติมเอทานอลความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร (ตัวอย่าง 10 เปอร์เซนต์ในสารละลาย) ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ประมาณ 12 ชั่วโมง แล้วนำไปเขย่าด้วยความเร็ว 150 รอบ/นาที เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นทำการกรองด้วยเครื่องกรองสุญญากาศแล้วแยกกากออก แล้วนำส่วนใสที่ได้ไปหมุนเหวี่ยงที่ 8000 รอบ/นาที เวลา 10 นาทีเพื่อแยกเอาของแข็งออกจากสารสกัด จากนั้นนำตัวอย่างมาระเหยเอทานอลออกด้วยเครื่อง Rotary Vacuum Evaporator จากนั้นนำตัวอย่างมาทำเป็นผงด้วยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze dry) ชั่งน้ำหนักที่ได้และเก็บสารสกัดในถุงซิปที่ใส่ในกล่องที่มีสารดูดความชื้นและเก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส นำตัวอย่างสารสกัดผงแห้งที่ได้ไปวิเคราะห์หาน้ำตาลรีดิวซ์ตามวิธีการ Modified dinitrosalicylic acid method ดัดแปลงจาก (Miller, 1959) และหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (total carbohydrate) ด้วยวิธี Modified phenol sulfuric method (Dubois, 1956)

2.2 การสกัดโอลิโกแซคคาไรด์จากมะม่วงเบาแช่อิ่มโดยใช้น้ำ

นำตัวอย่างมะม่วงที่เตรียมไว้มาบดให้ละเอียดโดยเติมน้ำกลั่นแล้วปั่นประมาณ 10 นาที จากนั้นนำตัวอย่างที่บดแล้ว 10 กรัม เติมน้ำให้มีปริมาตร 100 มิลลิลิตร (ตัวอย่าง 10 เปอร์เซนต์ในสารละลาย) ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ประมาณ 12 ชั่วโมง แล้วนำไปเขย่าด้วยความเร็ว 150 รอบ/นาที เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นทำการกรองด้วยเครื่องกรองสุญญากาศแล้วแยกกากออก แล้วนำส่วนใสที่ได้ไปหมุนเหวี่ยงที่ 8000 รอบ/นาที เวลา 10 นาทีเพื่อแยกเอาของแข็งออกจากสารสกัด จากนั้นนำตัวอย่างมาทำเป็นผงด้วยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze dry) ชั่งน้ำหนักที่ได้และเก็บสารสกัดในถุงซิปที่ใส่ในกล่องที่มีสารดูดความชื้นและเก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส นำตัวอย่างสารสกัดผงแห้งที่ได้ไปวิเคราะห์หาน้ำตาลรีดิวซ์ตามวิธีการ Modified dinitrosalicylic acid method ดัดแปลงจาก (Miller, 1959) และหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (total carbohydrate) ด้วยวิธี Modified phenol sulfuric method (Dubois, 1956)

3.ความสามารถในการทนต่อการย่อยในสภาวะที่เป็นกรด

เตรียมสารสกัดมะม่วงเบาแช่อิ่มจากข้อ 1 ให้มีความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) ในน้ำกลั่น จากนั้นทำการเจือจางต่อให้ได้ความเข้มข้นสุดท้ายของสารสกัดเป็น 1 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้สารสกัด 10 เปอร์เซ็นต์ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ผสมกับ HCl buffer (0.1 โมลาร์) ที่พีเอชต่าง ๆ คือ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ปริมาตร 900 ไมโครลิตร ใส่ในไมโครไตเตอร์เพลทขนาด 24 หลุม โดยบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส บ่มบนเครื่องเขย่าด้วยความเร็ว 150 รอบ/นาที เก็บตัวอย่างปริมาตร 50 ไมโครลิตร ที่เวลา 0, 2, 3 และ 4 ชั่วโมง มาเติมสารละลาย 1.0 M NaOHปริมาตร 340, 210 และ 120 ไมโครลิตรต่อมิลลิลิตร ในตัวอย่างที่มีพีเอช1, 2 และ 3 ตามลำดับ เพื่อปรับพีเอชของตัวอย่างให้เป็นพีเอช7 และหยุดปฏิกิริยาการย่อยด้วยกรด จากนั้นนำตัวอย่างที่ผ่านการย่อยด้วยกรดไปวิเคราะห์หาน้ำตาลรีดิวซ์ตามวิธีการ Modified dinitrosalicylic acid medthod (Miller, 1959) แล้วนำไปคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายโดย

$$\text{Acid hydrolysis (\%)} = \frac{\text{Reducing sugar release (Final-Initial reducing sugar)} \times 100}{\text{Total sugar content} - \text{Initial reducing sugar}}$$

คัดเลือกสารสกัดที่มีร้อยละการย่อยสลาย (hydrolysis) จากขั้นตอนการทนต่อการย่อยด้วยกรด โดยอาศัยการที่สารที่มีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติกจะต้องเหลือผ่านถึงลำไส้ใหญ่ได้มากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์จึงคัดเลือกจากขั้นตอนการทนต่อการย่อยด้วยกรดที่มีเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายต่ำกว่าหรือเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์และค่าปริมาณเปอร์เซ็นต์คาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่ถูกย่อย (Non-digestible carbohydrate) ที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 60 เปอร์เซ็นต์โดยคำนวณจาก

$$\text{Non-digestible carbohydrate(\%)} = \frac{(\text{Total sugar}_{\text{ที่เวลาเริ่มต้น}} - \text{Total reducing sugar}_{\text{หลังจากการย่อย}}) \times 100}{\text{Total sugar}_{\text{ที่เวลาเริ่มต้น}}}$$

4.ความสามารถในการทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ human pancreatic (?-amylase)

นำสารสกัดที่คัดเลือกจากขั้นตอนการทนต่อการย่อยด้วยกรดที่ผ่านการย่อยด้วยกรดที่พีเอช1 เป็นเวลา 4 ชั่วโมง อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มาปรับพีเอชเป็น 6.9 โดยใช้ 1.0 M NaOHจากนั้นดูดสารสกัดหลังการปรับพีเอชแล้วมาปริมาตร 50 ไมโครลิตร ใส่ในไมโครไตเตอร์เพลทขนาด 96 หลุม แล้วเติมเอนไซม์ human pancreatic (?-amylase) โดยความเข้มข้นสุดท้ายของเอนไซม์ในสารสกัดเป็น 1 ยูนิตต่อมิลลิลิตร (ปริมาตรทั้งหมดในหลุมเท่ากับ 100 ไมโครลิตร) และสารสกัดที่เป็นหลุมควบคุมให้เติมสารละลายบัฟเฟอร์ที่ใช้ละลายเอนไซม์แทนการเติมเอนไซม์ human pancreatic จากนั้นเขย่าไมโครไตเตอร์เพลทเบา ๆ ให้สารผสมกัน แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส บนเครื่องเขย่าความเร็ว 150 รอบ/นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นนำไมโครไตเตอร์เพลทมาปิดด้วย Polyvinylchloride cling film แล้วใส่ถุงซิป หยุดปฏิกิริยาขงเอนไซม์ด้วยการต้มในน้ำเดือด 5 นาที จากนั้นนำตัวอย่างมาเจือจางที่ระดับความเจือจางเท่ากับ 0, 2, 4 และ 10 เท่า ด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ที่ใช้ละลายเอนไซม์ นำมาวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในสารละลายตัวอย่างที่เวลาเริ่มต้นและหลังจากย่อยด้วยเอนไซม์ 6 ชั่วโมงด้วยวิธีการ Modified dinitrosalicylic acid method (Miller, 1959) แล้วนำไปคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์การย่อยสลาย (% hydrolysis) โดยเอนไซม์(-amylase

คัดเลือกสารสกัดที่มีเปอร์เซ็นต์การย่อยสลาย (% hydrolysis) จากขั้นตอนการทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 15 เปอร์เซ็นต์ โดยมีสูตรคำนวณดังนี้

$$\text{Enzymatic hydrolysis (\%)} = \frac{\text{Reducing sugar release (Final} - \text{Initial reducing sugar)} \times 100}{\text{Total sugar content} - \text{Initial reducing sugar}}$$

และคำนวณปริมาณเปอร์เซ็นต์คาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่ถูกย่อย (Non-digestible carbohydrate) ที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 60 เปอร์เซ็นต์โดยคำนวณจาก

$$\text{Non-digestible carbohydrate(\%)} = (\text{Total sugar}_{\text{ที่เวลาเริ่มต้น}} - \text{Total reducing sugar}_{\text{หลังจากการย่อย}}) \times 100$$

Total sugar $_{\text{ที่เวลาเริ่มต้น}}$

5. การวิเคราะห์ทางสถิติ

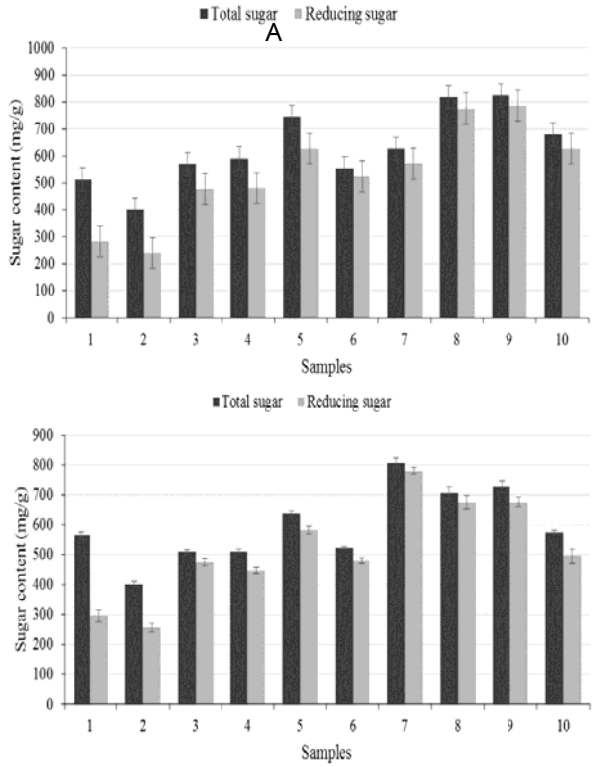
วิเคราะห์ข้อมูลเชิงเปรียบเทียบโดยใช้โปรแกรม SPSS (Version 16.0)

การวิเคราะห์ข้อมูล

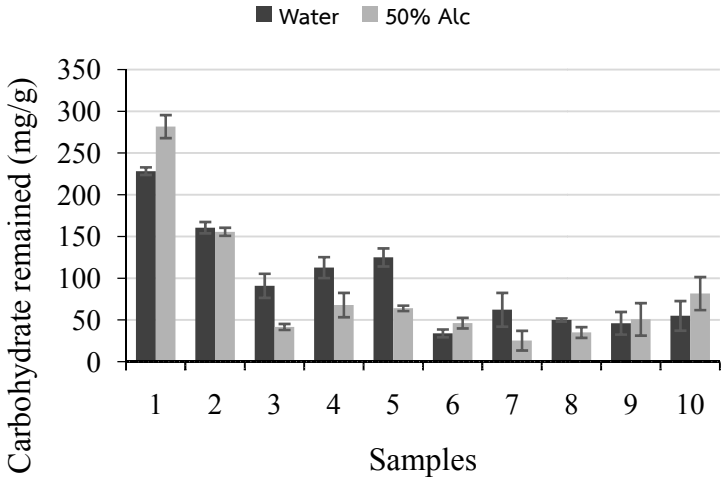
1.การสกัดมะม่วงเบาแช่อิ่มโดยใช้น้ำและเอทานอล

เมื่อนำสารสกัดมะม่วงเบาแช่อิ่มที่ได้ทั้ง 10 ตัวอย่าง มาวิเคราะห์น้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์เริ่มต้น พบว่าสารสกัดที่มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่คิดเทียบเป็นน้ำตาลกลูโคสสูงสุด คือสารสกัดน้ำของมะม่วงเบาแช่อิ่มตัวอย่างที่ 9, 8 และ 5 คือมีค่าเท่ากับ 825.46, 819.77 และ 746.07 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 1A) ส่วนสารสกัดน้ำของมะม่วงเบาแช่อิ่มตัวอย่างที่ 10, 7, 4, 3, 6, 1 และ 4 มีปริมาณเท่ากับ 681.27, 628.89, 591.22, 570.63, 553.98, 514.65 และ 402.72 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับส่วนสารสกัดเอทานอลของมะม่วงเบาแช่อิ่มตัวอย่างที่ 7, 9, 8, 5, 10, 1, 6, 3, 4 และ 2 มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเท่ากับ 806.31, 726.83, 705.39, 638.03, 574.88, 564.75, 523.16, 508.59, 508.49 และ 402.50 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 1B) ซึ่งค่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดจะบอกถึงปริมาณของคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่มีอยู่ในสารสกัด โดยแสดงเป็นค่าที่คิดเทียบกับน้ำตาลกลูโคส ดังนั้นสารสกัดมะม่วงเบาแช่อิ่มที่มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดสูงที่สุดคือตัวอย่างที่ 9 และ8 ของสารสกัดน้ำ และตัวอย่างที่ 7 ของสารสกัดเอทานอล ที่มีค่าเท่ากับ 825.46, 819.77 และ 806.31มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ จะมีปริมาณของคาร์โบไฮเดรตอยู่มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่ายังมีสารอื่นเป็นองค์ประกอบอีกนอกเหนือจากคาร์โบไฮเดรต เมื่อทดสอบหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เริ่มต้น สารสกัดมะม่วงเบาแช่อิ่มที่ให้ค่าน้ำตาลรีดิวซ์เริ่มต้นสูงสุดคือสารสกัดน้ำจากตัวอย่างที่ 9, 8 และสารสกัดเอทานอลจากตัวอย่างที่ 7 มีปริมาณเท่ากับ 788.03, 776.60 และ 780.90 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับและสารสกัดที่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เริ่มต้นต่ำสุดคือสารสกัดน้ำและสารสกัดเอทานอลจากตัวอย่างที่ 2 เท่ากับ 241.16 และ 256.34 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ

เมื่อคำนวณหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่น้ำตาลรีดิวส์ โดยนำค่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลบกับค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เริ่มต้น ซึ่งค่าคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่น้ำตาลรีดิวส์เป็นส่วนที่มีแนวโน้มที่น่าจะเป็นสารพรีไบโอติกคือไม่สามารถดูดซึมหากไม่มีการย่อยด้วยกรดหรือเอนไซม์ก่อน จากภาพที่ 2พบว่าสารสกัดเอทานอลและน้ำจากตัวอย่างที่ 1 มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่น้ำตาลรีดิวส์สูงที่สุดเท่ากับ 281.65 และ 228.27 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับส่วนตัวอย่างที่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่น้ำตาลรีดิวส์ต่ำที่สุดคือสารสกัดเอทานอลจากตัวอย่างที่ 7, 8 และสารสกัดน้ำจากตัวอย่างที่ 6 มีปริมาณเท่ากับ 25.26, 35.03 และ 33.97 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ



ภาพที่ 1 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ที่พบในสารสกัดน้ำ (A) และเอทานอล (B) ของสารสกัดมะม่วงเบาแซ่อิ๋ม



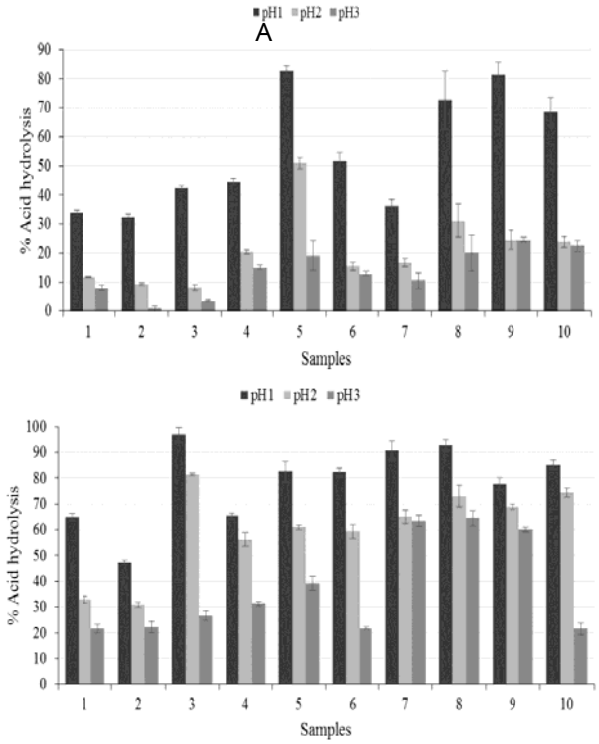
ภาพที่ 2 คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่น้ำตาลรีดิวส์(ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด – ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์) ในสารสกัดน้ำและสารสกัดเอทานอลของมะม่วงเบาแซ่อิ๋ม

2.การคัดเลือกสารสกัดจากมะม่วงเบาแซ่อิ๋มที่มีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติก

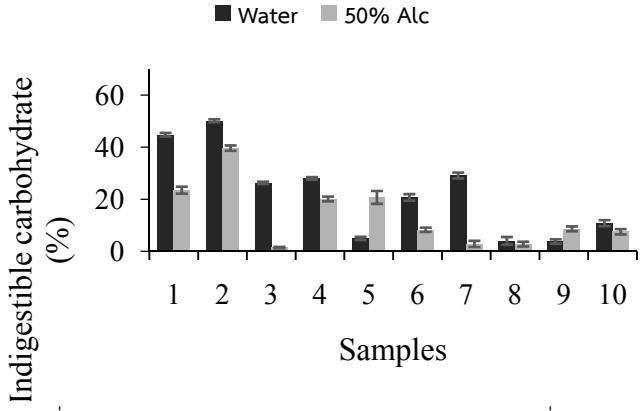
การทดสอบการทนต่อการย่อยด้วยกรดของสารสกัดน้ำและเอทานอลของมะม่วงเบาแซ่อิ๋มทั้ง 10 ตัวอย่างที่พีเอช 1, 2 และ 3 เป็นเวลา 4 ชั่วโมง พบว่าสารสกัดทุกตัวอย่างทนต่อการย่อยได้น้อยที่สุดที่พีเอช1 และสามารถทนได้สูงขึ้นที่พีเอช 2 และ 3 ตามลำดับ สารสกัดน้ำสามารถทนต่อการย่อยสลายที่พีเอช1 ได้สูงที่สุด ซึ่งตัวอย่างที่สามารถทนต่อการย่อยได้สูง

ที่สุดคือตัวอย่างที่ 2, 1 และ 7 ซึ่งให้เปอร์เซ็นต์การย่อยสลายเท่ากับ 32.22, 33.84 และ 36.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 3A) ในส่วนของสารสกัดเอทานอลนั้นตัวอย่างที่สามารถทนต่อการย่อยได้สูงที่สุดคือตัวอย่างที่ 2 ซึ่งให้เปอร์เซ็นต์การย่อยสลายเท่ากับ 47.31 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 3B)

โดยปกติแล้วสารที่มีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติกต้องสามารถทนต่อการย่อยด้วยกรดที่พีเอช 1-3 ได้และสามารถเหลือผ่านไปในลำไส้ใหญ่ได้มากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ (Cummings and Englyst, 1995) เมื่อคำนวณปริมาณของส่วนที่ไม่ถูกย่อยหรือคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่ถูกย่อย พบว่าสารสกัดน้ำของมะม่วงเบาแช่อิ่มตัวอย่างที่ 2 และ 1 มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่ถูกย่อยสูงสุดเท่ากับ 50.18 และ 44.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 3เปอร์เซ็นต์การถูกย่อยสลายของสารสกัดน้ำ (A) และ เอทานอล (B) ของสารสกัดจากมะม่วงเบาแช่อิ่มในสารละลายไฮโดรคลอริกที่พีเอช1, 2 และ 3



ภาพที่ 4 เปอร์เซ็นต์คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ถูกย่อยหลังผ่านการย่อยด้วยกรด HCl buffer ที่ pH 1 เวลา 4 ชั่วโมง ของสารสกัดน้ำและสารสกัดเอทานอลจากมะม่วงเบาแช่อิ่ม

สรุปผล

การศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นการเป็นพรีไบโอติกของมะม่วงเบาแช่อิ่มด้วยวิธีการทดสอบการย่อยด้วยกรดและเอนไซม์จากขั้นตอนการทนต่อการย่อยด้วยกรด โดยอาศัยการที่สารที่มีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติกจะต้องมีปริมาณเปอร์เซ็นต์คาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่ถูกย่อย (Non-digestible carbohydrate)เหลือผ่านถึงลำไส้ใหญ่ได้มากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ จากการวิจัยพบว่าสารสกัดเอทานอลและน้ำจากตัวอย่างที่ 1 มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่น้ำตาลรีดิวส์สูงที่สุดเท่ากับ 281.65 และ 228.27 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ และเมื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่ถูกย่อยพบว่าสารสกัดน้ำของมะม่วงเบาแช่อิ่มมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่ถูกย่อยสูงกว่าสารสกัดเอทานอล ซึ่งมีค่าสูงสุดเท่ากับ 50.18 และ 44.81 เปอร์เซ็นต์ ในตัวอย่างที่ 2 และ 1 ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามไม่มีสารสกัดจากมะม่วงแช่อิ่มตัวใดมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่ถูกย่อยสูงกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ มะม่วงเบาแช่อิ่มจึงไม่มีคุณสมบัติการเป็นพรีไบโอติกเมื่อทดสอบด้วยวิธีการนี้

อภิปรายผล

สารในกลุ่มพรีไบโอติก จัดเป็นฟังก์ชันนาลฟู้ด เพราะมีประโยชน์ต่อสุขภาพ โดยจะกระตุ้นการทำงานและส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์โปรไบโอติก (probiotic) เช่น แบคทีเรียในกลุ่ม lactic acid bacteria ได้แก่ Lactobacillus และ Bifidobacteriaพรีไบโอติกและโปรไบโอติกทำงานร่วมกัน จะรวมเรียกว่า ซินไบโอติก (synbiotics) จะเป็นผลดีต่อร่างกายมาก ช่วยให้ผู้บริโภคมีสุขภาพดีกระตุ้นการเจริญของจุลินทรีย์ภายในทางเดินอาหารให้เหมาะสม ทำให้โปรไบโอติกมีการย่อยสลายในระบบนิเวศน์จุลินทรีย์ที่มีการแข่งขันกัน (ประกานต์ ฤดีกุลธำรง และจารุณี ควรพิบูลย์, 2555)

ในการทดสอบคุณสมบัติการเป็นพรีไบโอติกเบื้องต้นของสารสกัดนั้นทำได้ 2 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรกจะทำการทดสอบคุณสมบัติการทนต่อการย่อยในสภาวะที่เป็นกรดเพื่อคัดเลือกสารสกัดที่มีความสามารถในการทนต่อสภาวะที่เป็นกรดสูงในกระเพาะอาหาร ซึ่งโดยปกติกระเพาะอาหารของคนจะมีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 1-3 ส่วนขั้นตอนที่สองเป็นการทดสอบการทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ human pancreatic ?-amylase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่มีอยู่ในลำไส้เล็ก โดยหลั่งออกมาจากตับอ่อน การศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นการเป็นพรีไบโอติกของมะม่วงเบาแช่อิ่มด้วยวิธีการทดสอบการย่อยด้วยกรดและเอนไซม์จากขั้นตอนการทนต่อการย่อยด้วยกรด โดยอาศัยการที่สารที่มีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติกจะต้องเหลือผ่านถึงลำไส้ใหญ่ได้มากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ จึงคัดเลือกจากขั้นตอนการทนต่อการย่อยด้วยกรดที่มีเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายต่ำกว่าหรือเท่ากับ 25

เปอร์เซ็นต์ และค่าปริมาณเปอร์เซ็นต์คาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่ถูกย่อย (Non-digestible carbohydrate) ที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 60 เปอร์เซ็นต์ และสารที่มีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติกต้องสามารถทนต่อการย่อยด้วยกรดที่พีเอช1-3 ได้และสามารถเหลือผ่านไปในลำไส้ใหญ่ได้มากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ (Cummings and Englyst, 1995) เมื่อคำนวณปริมาณของส่วนที่ไม่ถูกย่อยหรือคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่ถูกย่อย พบว่าสารสกัดน้ำของมะม่วงเบาแช่อิ่มตัวอย่างที่ 2 และ 1 มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่ถูกย่อยสูงสุดเท่ากับ 50.18 และ 44.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับแต่อย่างไรก็ตามยังคงปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดน้อยกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ และสารสกัดมะม่วงเบาแช่อิ่มจากทุกตัวอย่างจึงมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่ถูกย่อยน้อยกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นสารสกัดมะม่วงแช่อิ่มทุกตัวอย่างจึงไม่มีคุณสมบัติการเป็นพรีไบโอติก มะม่วงเบาแช่อิ่มทุกตัวอย่างมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่สามารถย่อยได้อยู่เป็นจำนวนมากเนื่องจากในกระบวนการแช่อิ่มมีการเติมน้ำตาลทรายลงไปเพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหวานเพราะฉะนั้นน้ำตาลโดยส่วนใหญ่ในผลิตภัณฑ์จึงมาจากน้ำตาลทรายหรือซูโครสนั่นเอง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้

วิธีการศึกษาคุณสมบัติการเป็นพรีไบโอติกโดยการย่อยด้วยกรดและย่อยด้วยเอนไซม์ของงานวิจัยในครั้งนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการหาคุณสมบัติการเป็นพรีไบโอติกในผัก ผลไม้ และเมล็ดธัญพืชบางชนิดได้

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยต่อไป

ในการทำวิจัยต่อไปควรใช้วิธีการศึกษาคุณสมบัติการเป็นพรีไบโอติกที่หลากหลายเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการที่ใช้ในการศึกษาคุณสมบัติการเป็นพรีไบโอติก

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่องนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและนวัตกรรมอาหาร สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เอกสารอ้างอิง

เกตุชุลี ถึงจอหอ. (2555). **การสกัดน้ำตาลนอนรีดิวซิ่งจากขนุนในระดับโรงงานทดลองและการประเมินสมบัติการทนต่อการย่อยในสภาวะจำลองระบบทางเดินอาหาร**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ประกานต์ ฤดีกุลธำรง และจารุณี ควรพิบูลย์. (2555). พรีไบโอติก: อาหารส่งเสริมสุขภาพ. **ธรรมศาสตร์เวชสาร**. 12 (2), หน้า 362-369.

สมพร ณ นคร. (2552). **วัลลิ์รุกขบุปผชาติ ตามรอยพระบาทบรมราชกุมารี**. โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชฯ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. ค้นเมื่อ 16มกราคม 2561,จาก http://www.thai kasetsart.com/%E0%B8%A1%E0%B8%B0%E0%B8%A1%E0%B9%88%E0%B8%A7%E0%B8%87%E0%B9%80%E0%B8%9A%E0%B8%B2/

โสภา บิลละโสย. (2551). **การคัดเลือกและศึกษาคุณสมบัติพรีไบโอติกของสารสกัดจากพืชตระกูลถั่ว**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Cumming, J. H. and Englyst, H. N. (1995). Gastrointestinal effects of food carbohydrate. **American Journal of Clinical Nutrition**. 61(4 Suppl), pp. 938S-945S.

Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P. A. andSmith, F. (1956).Colorimetric Method for Determination of Sugars and RelatesedSubstances.**Analytical Chemistry**. 28 (3),pp. 350-356.

Gibson, G. R. and Rastall, R. A. (2006). **Prebiotic: Development and application** (Gibson, G. R. and Rastall, R. A. eds.). John Wiley and Sons Ltd. England.

Miller, G. L. (1959). Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar. **Analytical Chemistry**. 31 (3),pp. 426-428.