วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 28 (ฉบับที่ 2) พฤษภาคม – สิงหาคม พ.ศ. 2566
BURAPHA SCIENCE JOURNAL Volume 28 (No.2) May – August 2023 บทความวิจัย

การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของเมือกแมงลักผง และการนำไปใช้พัฒนาเครื่องดื่มควบคุมน้ำหนัก

Study the Physicochemical Property of Basil Mucilage Powder and Applying for Development of Weight Control Beverage

อนันทิตา แสงสุริยวงษ์[1], สุพิชญ์รดา พงศ์ศรีกุล[1,2],พรรัตน์ สินชัยพานิช[1*], นภัสสร เพียสุระ[1] และ จินตนา ศิริวราศัย[3]

Anantita Sangsuriyawong[1], Supitchlada Phongsrikun[1,2], Pornrat Sinchaipanit[1*], Napassorn Peasura[1] and Jintana Sirivarasai[3]

[1]*สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล*

[2] *หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาโภชนศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี และสถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล*

[3]*กลุ่มสาขาวิชาโภชนศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล*

[1]*Institute of Nutrition, Mahidol University*

[2]*Graduate student in Master of Science Program in Nutrition, Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital and Institute of Nutrition, Mahidol University*

[3]*Nutrition Science Group, Mahidol University Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital*

Received : 10 July 2022

Revised : 6 September 2022

Accepted : 26 October 2022

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีกายภาพของเมือกแมงลักเพื่อใช้พัฒนาเครื่องดื่มควบคุมน้ำหนัก พบว่าจากการสกัดได้ผลผลิตของเมือกแมงลักผงประมาณร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก เมือกแมงลักผง 100 กรัมประกอบด้วยโปรตีน 1.65 กรัม ไขมัน 0.82 กรัม เถ้า 5.22 กรัม คาร์โบไฮเดรต 86.5 กรัม และความชื้นร้อยละ 5.8 นอกจากนั้นยังพบว่าเมือกแมงลักผงมีปริมาณใยอาหารสูงถึงประมาณร้อยละ 78 โดยน้ำหนัก ซึ่งแบ่งออกเป็นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ร้อยละ 21 และใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำร้อยละ 57 เมือกแมงลักผงมีคุณสมบัติการพองตัวสูงมากถึงร้อยละ 40 ค่าการอุ้มน้ำสูงถึง 140 กรัมต่อกรัม ขนาดอนุภาค 100-120 เมช และค่ากิจกรรมของน้ำ 0.25 ผลการวิเคราะห์คุณภาพจุลชีววิทยา พบว่ามีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด 6.6 x 10^3 CFU/g *Escherichia coli* น้อยกว่า 3 MPN /g และไม่พบซาลโมเนลลาในตัวอย่าง 25 กรัม จากนั้นได้นำเมือกแมงลักผงที่สกัดได้มาใช้พัฒนาสูตรเครื่องดื่มผงพร้อมดื่มไม่มีน้ำตาล กลิ่นส้ม สูตรเครื่องดื่มที่ได้รับคะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสสูงสุด (n = 6, 5-points hedonic scale) ประกอบด้วยเมือกแมงลักผง 6 กรัม ซอร์บิทอล 1.5 กรัม ซูคราโลส 0.045 กรัม กรดซิตริก 0.6 กรัม เกลือ 0.06 กรัม กลิ่นส้ม 0.15 กรัม และสีผสมอาหาร 0.03 กรัม ต่อเครื่องดื่มผง 1 ซอง หรือ 1 หน่วยบริโภค ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผงแมงลักที่พัฒนาขึ้นจะถูกนำไปศึกษาต่อยอดถึงอิทธิพลความอิ่มในมนุษย์

คำสำคัญ : เมือกแมงลักผง ; ใยอาหาร ; สารทดแทนน้ำตาล ; เครื่องดื่มควบคุมน้ำหนัก

Abstract

The objective of this study was to analyze the physicochemical properties of basil mucilage for the development of weight control beverage. The extraction yield of the basil seed mucilage powder was about 15% by weight. Basil mucilage powder (100 g) contained 1.65 g protein, 0.82 g fat, 5.22 g ash, 86.5 g carbohydrates, and 5.8% moisture content. In addition, basil mucilage powder contained about 78% by weight of dietary fiber that was composed of about 21% soluble fiber and 57% insoluble fiber. Basil mucilage powder showed very high swelling property (40%), water holding value about 140 g/g, particle size range between 100-120 mesh, and 0.25 of water activity. The result of microbiological analysis showed that total plate count was 6.6 x 10^3 CFU/g, *Escherichia coli* was less than 3 MPN/g, and *Salmonella* was not detected in 25 g of sample. The development of an orange flavor and sugar free beverage powder was further studied by using the extracted basil mucilage powder. A beverage formulation with the highest sensory acceptance score (n = 6, 5-points hedonic scale) contained 6 g basil mucilage powder, 1.5 g sorbitol, 0.045 g sucralose, 0.6 g citric acid, 0.06 g salt, 0.15 g orange flavor, and 0.03 g of orange food coloring per 1 sachet or 1 serving size. A basil mucilage beverage product will be further studied the influence satiation in human studies.

Keywords : basil mucilage powder, dietary fiber, sugar substitute, weight control beverage

***Corresponding author. E-mail** : pornrat.sin@mahidol.ac.th

บทนำ

จากผลสำรวจสุขภาพประชาชนไทยในช่วงปี พ.ศ. 2562 - 2563 พบว่ามีผู้ป่วยเป็นโรคอ้วนมากกว่า 20 ล้านคน หรือมากกว่าร้อยละ 30 ของประชากรทั้งหมด (Aekplakorn *et al*., 2021) ซึ่งมีผลวิจัยเชิงประจักษ์ถึงความสัมพันธ์ของโรคอ้วนต่อความเสี่ยงของการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Non-Communicable Diseases, NCDs) ได้แก่ โรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง ไขมันในเลือดสูง โรคระบบหัวใจและหลอดเลือด และมะเร็ง (Popkin & Gordon, 2004; Clements & Shealy, 2015) ทำให้เป็นภาระค่าใช้จ่ายในการรักษา ปัญหาสำคัญของผู้เป็นโรคอ้วนมักเกิดจากการรับประทานอาหารมากเกินเพราะรู้สึกหิวหรือไม่อิ่ม อย่างไรก็ตามโรคอ้วนอาจเกิดจากความผิดปกติของฮอร์โมนเลปติน (Leptin) ที่ทำหน้าที่ควบคุมความอิ่ม (Yamborisut *et al*., 2009)

ใยอาหาร จัดอยู่ในกลุ่มคาร์โบไฮเดรตที่ร่างกายไม่สามารถย่อยและใช้เป็นพลังงานได้ ประโยชน์ของใยอาหาร คือ รักษาสมดุลระบบทางเดินอาหารและการขับถ่าย ตลอดจนช่วยลดความเสี่ยงของโรคต่างๆ เช่น โรคอ้วน โรคเบาหวานชนิดที่ 2 โรคหัวใจและหลอดเลือด และโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ (Meyer *et al*., 2000; Nomura *et al*., 2007; Streppel *et al*., 2008; Tucker & Thomas, 2009) ใยอาหารมี 2 ชนิด คือ ใยอาหารที่ละลายน้ำได้ (soluble dietary fiber) เช่น บีตากลูแคน กลูโคแมนแนน และเพกทิน เป็นต้น และใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ (insoluble dietary fiber) เช่น ลิกนิน เฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลส เป็นต้น คุณประโยชน์ของใยอาหารจะขึ้นกับแหล่งที่มาของเส้นใยอาหารและส่วนประกอบทำให้ใยอาหารแต่ละชนิดมีคุณสมบัติและมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่แตกต่างกันออกไป โดยองค์การอาหารและยาประเทศสหรัฐอเมริกา ได้แนะนำปริมาณใยอาหารที่ควรบริโภคต่อวัน คือ ประมาณ 25-35 กรัมต่อวัน หรือการรับประทานใยอาหารอย่างน้อย 14 กรัมต่อ1000 กิโลแคลอรีของปริมาณอาหารทั้งหมดที่บริโภคในหนึ่งวัน (U.S. Department of Health and Human Services and U.S. Department of Agriculture, 2015)

แมงลัก (*Ocimum canum* Sims.) เป็นพืชที่ปลูกในประเทศเขตร้อนรวมทั้งประเทศไทย ใบแมงลักมักถูกนำมาใช้ปรุงอาหารเพื่อเพิ่มกลิ่นรสหรือรับประทานใบสดกับขนมจีนน้ำยาและน้ำพริก ส่วนเมล็ดแมงลักต้องนำมาแช่น้ำให้พองตัวเต็มที่ก่อนรับประทานกับน้ำหวาน น้ำเต้าหู้ และสลัดต่างๆ นอกจากนี้ยังมีการใช้เมล็ดแมงลักหรือสารสกัดจากเมือกแมงลักเพื่อเป็นยาระบาย ลดอาการท้องผูก ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด และลดปริมาณคอเลสเทอรอล (Tabasi & Razavi, 2017) เมือกเมล็ดแมงลักมีโครงสร้างที่ประกอบด้วยโพลิเมอร์ของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวหลายชนิด ได้แก่ ดี-ไซโลส (D-xylose) ดี-กลูโคส (D-glucose) ดี-กาแล็กโตส (D-galactose) ดี-แมนโนส (D-mannose) แอล-อะราบิโนส (L-arabinose) และแอล-แรมโนส (L-rhamnose) จับอยู่กับกรดยูโรนิก (uronic acid) (Onsamlee, 2018; Shahrajabian *et al*., 2020) การสกัดสารเมือกทำได้โดยแช่เมล็ดแมงลักในน้ำให้พองตัว แล้วจึงนำไปเข้าเครื่องปั่นและแยกสารเมือกด้วยผ้าขาวบางหรือเครื่องบีบไฮดรอลิก (Hydraulic press) นำสารเมือกที่ได้ไปทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนจากนั้นจึงบดให้เป็นผงละเอียด การใช้ประโยชน์สารเมือกแมงลักผงมักใช้เป็นสารให้ความข้นหนืด ปรับปรุงเนื้อสัมผัสอาหาร และใช้เสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์ต่างๆ (Osano *et al*., 2014; Shahrajabian *et al*., 2020) นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ต่อสุขภาพช่วยให้ระบบการขับถ่ายเป็นปกติ เป็นแหล่งอาหารให้กับจุลินทรีย์ที่ดีในลำไส้ใหญ่ และช่วยลดการดูดซึมสารพิษและสารก่อมะเร็ง (Mohmai, 2002) รวมทั้งช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด คอเลสเทอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน (Theerajantranon, 1996; Prabhuswamy *et al*., 2019)

จากรายงานการศึกษาในผู้ป่วยโรคอ้วนเพศหญิงที่มีดัชนีมวลกาย (body mass index; BMI) มากกว่าหรือเท่ากับ 25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร จำนวน 22 คน โดยให้รับประทานเมล็ดแมงลัก 2 กรัมต่อน้ำ 200 มิลลิลิตร จำนวน 2 ครั้งต่อวันก่อนรับประทานอาหารมื้อเช้าหรือมื้อกลางวัน และก่อนอาหารมื้อเย็น นาน 12 สัปดาห์ พบว่าผู้ป่วยโรคอ้วนทั้ง 22 คน รู้สึกอิ่มและรับประทานอาหารได้น้อยลง แต่มีผู้ทดสอบเพียงร้อยละ 50 ที่มีน้ำหนักตัวลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Leelahagul *et al*., 1992) สำหรับการให้รับประทานกลูโคแมนแนน 3 กรัมต่อวัน สามารถช่วยลดความอยากอาหารและช่วยควบคุมน้ำหนักได้ (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies, 2010) ขณะที่การรับประทานเพกทิน 5 กรัมต่อวัน จะช่วยเพิ่มความอิ่มและจำกัดการบริโภคอาหาร (Tiwary *et al*., 1997) สอดคล้องกับรายงานทางระบาดวิทยา พบว่าการรับประทานอาหารที่มีใยอาหารสูงมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญต่อการลดลงของน้ำหนักและไขมันในกลุ่มเพศหญิง (Du *et al*., 2010; Tremblay and Bellisle, 2015) เนื่องจากการบริโภคอาหารที่มีกากใยสูงจะทำให้รู้สึกอิ่มนานขึ้น เพราะว่าอาหารจะเคลื่อนตัวช้าและใช้เวลาการย่อยนานขึ้น (Mozaffarian *et al*., 2011) รวมทั้งมีการกระตุ้นให้กระเพาะอาหารและลำไส้เล็กหลั่งฮอร์โมนความอิ่มหรือหิว และส่งสัญญาณไปยังสมองส่วนกลางจึงทำให้รู้สึกอยากรับประทานอาหารน้อยลง (Shang *et al*., 2020) สำหรับข้อควรระวังในการบริโภคเส้นใยอาหารปริมาณมากเกินอาจส่งผลต่อการลดการดูดซึมของแร่ธาตุจำเป็น ได้แก่ แคลเซียม เหล็ก และสังกะสี (Tabasi & Razavi, 2017; Ebrahimi *et al*., 2020)

เนื่องจากยังไม่มีการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของเมือกแมงลักต่อความอิ่มในมนุษย์ จึงเป็นที่มาของวัตถุประสงค์การวิจัยครั้งนี้ คือ การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของเมือกแมงลักผงและการพัฒนาเป็นเครื่องดื่มผงพร้อมชงไม่มีน้ำตาลกลิ่นส้มจากเมือกแมงลักผง เพื่อนำไปศึกษาต่อยอดถึงอิทธิพลความอิ่มของเครื่องดื่มที่พัฒนาขึ้นในเพศหญิงที่มีสุขภาพดีต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การสกัดเมือกแมงลัก

นำเมล็ดแมงลัก (ไร่ทิพย์, บริษัท ไร่ธัญญะ จำกัด, นนทบุรี, ประเทศไทย) มาร่อนแยกฝุ่นผง แช่เมล็ดแมงลัก 1 กิโลกรัมในน้ำสะอาด 12 กิโลกรัม วางไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลาอย่างน้อย 6 ชั่วโมง นำเมล็ดแมงลักที่พองตัวไปปั่นและสกัดแยกเมือกแมงลักโดยใช้เครื่อง Hydraulic press (Sakaya Automate Co., Ltd., Thailand) อบแห้งเมือกแมงลักในตู้อบลมร้อน (Kluay Nam Thai Trading Group Co., Ltd., Thailand) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 - 20 ชั่วโมง (ความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 8) บดแผ่นเมือกแมงลักแห้งด้วยเครื่อง Pin mill (ZM 1000, Retsch, Germany) แล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช คำนวณร้อยละผลผลิตของเมือกแมงลักที่สกัดได้ ดังสมการที่ (1) บรรจุเมือกแมงลักผงในถุงอลูมิเนียมฟอยด์ปิดผนึกและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อนำไปใช้ในการศึกษาต่อไป

$$\text{ร้อยละของผลผลิต} = \frac{\text{น้ำหนักเมือกแมงลักผง}}{\text{น้ำหนักเมล็ดแมงลักเริ่มต้น}} \times 100 \qquad (1)$$

2. คุณสมบัติทางเคมีกายภาพและจุลินทรีย์ของเมือกแมงลักผง

วิเคราะห์เมือกแมงลักผงที่เตรียมได้ ได้แก่ ปริมาณใยอาหารที่ละลายน้ำและใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า ความชื้น และค่ากิจกรรมของน้ำ ตามวิธี AOAC (2019) สำหรับปริมาณคาร์โบไฮเดรตจะคำนวณโดยนำปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้าไปลบออกจากจำนวน 100

การวัดขนาดอนุภาค (Analytical sieving method) โดยใช้ตะแกรงร่อนขนาด 60, 80, 100 และ 120 เมช (AS 200, Retsch vibro sieve machine, Germany) วัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี (Color spectrophotometer) ใช้แหล่งแสงมาตรฐาน D65/10° (ColorFlex EZ, USA) รายงานค่าสีในรูปแบบ CIE *L* a* b** และการวัดค่าการพองตัว (Swelling index) ให้ชั่งเมือกแมงลักผง 0.2 กรัม ใส่ลงในกระบอกตวง บันทึกปริมาตรของตัวอย่างที่อ่านได้ จากนั้นให้เติมน้ำกลั่นลงในกระบอกตวงจนกระทั่งอ่านปริมาตรได้ 10 มิลลิลิตร ตั้งตัวอย่างทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนานมากกว่า 20 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลาให้อ่านปริมาตรที่เพิ่มขึ้น และนำมาคำนวณค่า Swelling index ดังสมการที่ (2)

$$\text{Swelling index (\%)} = \frac{\text{ปริมาตรสุดท้ายของตัวอย่างที่พองตัว} - \text{ปริมาตรของตัวอย่างเริ่มต้น}}{\text{ปริมาตรของตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100 \qquad (2)$$

ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water holding capacity, WHC) ดัดแปลงจากวิธีของ Coorey *et al*. (2014) คำนวณค่า WHC ดังสมการที่ (3)

$$\text{WHC (g)} = \frac{\text{น้ำหนักเปียกของตัวอย่าง} - \text{น้ำหนักแห้งของตัวอย่าง}}{\text{น้ำหนักแห้งของตัวอย่าง}} \qquad (3)$$

ดัชนีคุณภาพความปลอดภัยด้านจุลินทรีย์ ทำการวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (total viable plate count) รายงานผลเป็น CFU/g และวิเคราะห์จำนวนเชื้อ *Escherichia coli* และ *Salmonella* ตามวิธีมาตรฐานของ FDA's Bacteriological Analytical Manual

3. การพัฒนาเครื่องดื่มเมือกแมงลักผงไม่มีน้ำตาลกลิ่นส้ม

1) สูตรเครื่องดื่มเมือกแมงลักผงไม่มีน้ำตาลกลิ่นส้ม

ศึกษาส่วนประกอบเบื้องต้นของสูตรเครื่องดื่มเมือกแมงลักผงไม่มีน้ำตาลกลิ่นส้ม ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์การอาหาร สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล โดยกำหนดให้เครื่องดื่มพร้อมชง 1 ซอง ควรมีใยอาหารจากเมือกแมงลักผงไม่น้อยกว่า 4 กรัม จากผลการศึกษาก่อนหน้าถึงปริมาณใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำได้ที่มีผลต่อความรู้สึกอิ่ม ซึ่งควรบริโภค 3 - 5 กรัมต่อวัน เพื่อนำไปศึกษาต่อยอดถึงอิทธิพลความอิ่มของเมือกแมงลักผงในเพศหญิงที่มีสุขภาพดี (MU-CIRB 2020/460.2412) ในการพัฒนาสูตรเครื่องดื่มจะใช้ซอร์บิทอล (sorbitol) และซูคราโลส (sucralose) เป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาล (sugar substitute) แต่งรสชาติและกลิ่นรสด้วยกรดซิตริก เกลือ และกลิ่นส้ม ผลจากการทดลองเบื้องต้นได้คัดเลือกสูตรเครื่องดื่มเมือกแมงลักผงไม่มีน้ำตาลทั้งหมด 5 สูตร (Table 2) และนำสูตรเครื่องดื่มที่ได้มาวิเคราะห์ค่าสี และค่า pH

2) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การเตรียมเครื่องดื่มพร้อมบริโภคให้ใช้ผงเครื่องดื่ม 1 ซอง ผสมน้ำดื่มเย็น (8-10 องศาเซลเซียส) ปริมาตร 200 มิลลิลิตรแล้วใช้ช้อนคนให้เข้ากัน แบ่งเครื่องดื่มใส่ถ้วยเสิร์ฟประมาณ 50 มิลลิลิตร ระยะเวลาการเตรียมตัวอย่างและเสิร์ฟไม่ควรเกิน 10 นาที โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่มีความชำนาญ ได้แก่ นักวิจัยด้านพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล จำนวน 6 คน ประเมินความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบในด้านรสชาติ กลิ่นรส เนื้อสัมผัสหรือความหนืด สี และความชอบรวม โดยใช้วิธี 5-point hedonic scale คะแนน 5 หมายความว่า “ชอบมาก” 4 หมายความว่า “ชอบ” 3 หมายความว่า “ไม่ได้รู้สึกชอบหรือไม่ชอบ” 2 หมายความว่า “ไม่ชอบ” และ 1 หมายความว่า “ไม่ชอบมาก”

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิจัยนี้ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) ส่วนการทดสอบทางประสาทสัมผัสใช้แผนการทดลองแบบ Randomized completely block design (RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสิ่งทดลองโดยใช้ Duncan’s new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (IBM SPSS Statistics 19, United States)

ผลการวิจัย

1. คุณสมบัติทางเคมีกายภาพของเมือกแมงลักผง

เมือกแมงลักผงที่สกัดได้มีลักษณะ เป็นผงขนาดเล็กสีน้ำตาลอ่อนออกคล้ำ โดยมีผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ คุณสมบัติทางเคมีกายภาพ และปริมาณจุลินทรีย์ ดังแสดงใน Table 1 พบว่าการผลิตเมือกแมงลักผงให้ปริมาณผลผลิตประมาณร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก โดยเมือกแมงลักผง 100 กรัม จะมีโปรตีน 1.65 กรัม ไขมัน 0.82 กรัม เถ้า 5.22 กรัม คาร์โบไฮเดรต 86.5 กรัม ใยอาหารไม่ละลายน้ำประมาณ 57 กรัม และใยอาหารละลายน้ำประมาณ 21 กรัม หรือคิดเป็นใยอาหารทั้งหมดสูงถึงร้อยละ 78 นอกจากนี้ยังมีค่าการพองตัวสูงถึงร้อยละ 40 และมีค่าการอุ้มน้ำสูงถึง 140 กรัมต่อกรัมของเมือกแมงลักผง อนุภาคของเมือกแมงลักผงมีขนาดประมาณ 100-120 เมช ความชื้นร้อยละ 5.8 ค่ากิจกรรมของน้ำ 0.25 และค่าความสว่าง (L^*) เท่ากับ 58.94 ค่าความเป็นสีแดง (a^*) เท่ากับ 3.30 และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 15.24

จากการวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลชีววิทยาของเมือกแมงลักผง พบว่าตัวอย่างมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 6.6×10^3 CFU/g, *Escherichia coli* น้อยกว่า 3 MPN /กรัม และไม่พบ *Salmonella* ในตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

2. การพัฒนาเครื่องดื่มเมือกแมงลักผงไม่มีน้ำตาลกลิ่นส้ม

การทดลองและพัฒนาสูตรเบื้องต้นในห้องปฏิบัติการ โดยศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของเมือกแมงลักผง (5.5, 6.0 และ 6.5 กรัม) ในเครื่องดื่ม 1 ซอง เพื่อกำหนดปริมาณของเมือกแมงลักผงและส่วนผสมอื่นที่ใช้แต่งกลิ่น รสชาติ และสีให้เหมาะสมและเป็นที่ยอมรับ โดยนักวิจัยที่มีความชำนาญในการทดสอบด้านประสาทสัมผัส (n = 6) กระทั่งได้สูตรที่ยอมรับจำนวน 5 สูตร ซึ่งทุกสูตรกำหนดให้มีปริมาณเมือกแมงลักผงเท่ากับ 6 กรัมต่อซอง โดยมีตัวแปร คือ ชนิดและ

ปริมาณสารที่ใช้ทดแทนความหวานซอร์บิทอลและซูคราโลส สำหรับส่วนผสมที่ใช้ในการแต่งกลิ่นรสและสีจะกำหนดให้มีปริมาณคงที่ (Table 2)

Table 1 Proximate compositions, physicochemical properties and microbiological quality of basil mucilage powder

	Proximate (g/100 g)	Physicochemical properties	Microbiological quality
Protein	1.65±0.01	Moisture 5.82±0.07 %	TPC 6.6 x 10^3 CFU/g
Lipid	0.82±0.01	Water activity 0.25±0.02	*E. coli* <3 MPN/g
Ash	5.22±0.02	Particle size 100-120 mesh	*Salmonella* (25 g) Not detected
Carbohydrate	86.49±0.01		
Fiber		Color	
- Soluble fiber	20.92±0.01	*L** value = 58.94±0.14	
- Insoluble fiber	56.60±0.08	*a** value = 3.30±0.42	
		*b** value = 15.24±0.38	
		Swelling index 40.2±0.03 %	
		Water holding 139.56±0.02 g	

Table 2 Formulation of orange flavor basil mucilage powder beverage using sorbitol and sucralose as sweetener

Ingredients (g)	Formulations				
	F1	F2	F3	F4	F5
Basil mucilage powder	6	6	6	6	6
Sorbitol	20	15	5	1.5	0
Sucralose	0	0.03	0.04	0.045	0.05
Citric acid	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Salt	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Orange flavor	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Orange food color	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Total	26.84	21.87	11.88	8.39	6.89

1) คุณสมบัติทางเคมีกายภาพ

การเตรียมตัวอย่างเครื่องดื่มเมือกแมงลักผงพร้อมบริโภค ให้เติมน้ำเย็น 200 มิลลิลิตรลงในเครื่องดื่มผง 1 ซอง ผสมให้เข้ากันจะได้เครื่องดื่มหนึ่งหน่วยบริโภค พบว่าตัวอย่างเครื่องดื่มทั้ง 5 สูตร มีลักษณะปรากฏทางกายภาพคล้ายกัน คือ เป็นของเหลวขุ่นสีส้ม มีอนุภาคขนาดเล็กแขวนลอย มีความข้นหนืด และมีกลิ่นส้ม (Figure 1) โดยมีรสชาติหวานออกเปรี้ยวขึ้นกับชนิดและปริมาณสารให้ความหวานที่ใช้ รวมทั้งอาจมีความหวานตกค้างในปาก (after taste) ข้อแนะนำในการชงเครื่องดื่มเมือกแมงลักผง ควรใช้น้ำเย็นและไม่ควรตั้งทิ้งไว้นานมากกว่า 10-15 นาที เนื่องจากเนื้อสัมผัสของเครื่องดื่มจะมีความหนืดมากขึ้นและอาจทำให้ไม่สะดวกในการดื่ม

จากผลวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องดื่มที่คืนรูปทั้ง 5 สูตร (Table 3) พบว่า มีค่าใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีปริมาณใยอาหารทั้งหมดอยู่ในช่วง 4.60 - 4.70 กรัมต่อเครื่องดื่ม 1 ซอง มีค่าความสว่าง (L^*) เท่ากับ 42.6 - 43.8 ค่าความเป็นสีแดง (a^*) เท่ากับ 22.1-23.4 และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 13.3 - 14.6 ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีค่าอยู่ระหว่าง 3.94 - 4.08 ซึ่งมีค่าต่ำกว่า 4.6 ดังนั้นจึงจัดอยู่ในกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีค่าความเป็นกรดสูง

2) การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ผลการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มเมือกแมงลักผงพร้อมชงไม่มีน้ำตาลกลิ่นส้ม (Table 4) พบว่า สูตร F4 ได้รับคะแนนความชอบรวมสูงสุด (4.50) หมายความว่าชอบถึงชอบมาก ส่วนสูตร F1 ได้คะแนนต่ำสุด (3.83) หมายถึงไม่ได้รู้สึกชอบหรือไม่ชอบถึงชอบ แม้ว่าสูตรเครื่องดื่ม F1-F5 จะมีคะแนนความชอบโดยรวมแตกต่างกัน โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.83-4.50 แต่ก็ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) นอกจากนี้สูตร F4 ยังได้รับคะแนนความชอบด้านรสชาติ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และสี สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอื่น สังเกตได้ว่าคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสและกลิ่นรสสูงสุดของทุกตัวอย่าง (F1-F5) เท่ากับ 3.67 หมายถึงชอบเล็กน้อย

การคำนวณต้นทุนเครื่องดื่มเมือกแมงลักผงกลิ่นส้มไม่มีน้ำตาล (F4) โดยคิดเฉพาะต้นทุนของวัตถุดิบพบว่ามีต้นทุนประมาณ 11.53 บาทต่อซอง เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องดื่มพร้อมชงที่คล้ายกัน ได้แก่ Metamucil® จะมีราคาเฉลี่ย 18 บาทต่อซอง ซึ่งการเลือกใช้วัตถุดิบการเกษตรที่ผลิตได้ในประเทศ นอกจากจะได้เปรียบเรื่องการลดต้นทุนแล้วยังช่วยส่งเสริมเศรษฐกิจของประเทศและรายได้ให้แก่เกษตรกร ตลอดจนการใช้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพและการวางแผนกำลังการผลิตที่เหมาะสม ยังสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตและทำให้ผลิตภัณฑ์มีราคาจำหน่ายที่แข่งขันได้ในทางการตลาด

จากผลการประเมินทางด้านประสาทสัมผัส เครื่องดื่มสูตร F4 จึงถูกเลือกเพื่อนำไปศึกษาต่อยอดเรื่อง “การศึกษาอิทธิพลของเครื่องดื่มเมือกแมงลักพร้อมชงดื่มไม่มีน้ำตาลต่อความอิ่มในเพศหญิงที่มีสุขภาพดี”

(a) (b)

Figure 1 Orange flavor sugar-free basil mucilage powder beverage (a) and ready-to-eat beverage (b)

Table 3 Physicochemical quality of orange flavor sugar-free basil mucilage powder beverage

Attributes	Formulations				
	F1	F2	F3	F4	F5
Appearance	Orange color, viscous liquid with small suspended particles, and smell like orange				
Fiber[ns] g/1 serving	4.66±0.31	4.60±0.28	4.70±0.15	4.65±0.23	4.64±0.17
Color[ns]					
*L**	43.86±0.20	43.83±0.23	42.65±0.34	43.13±0.26	43.29±0.20
*a**	22.81±0.18	22.72±0.12	22.08±0.16	23.38±0.08	23.42±0.05
*b**	14.64±0.08	14.58±0.09	14.27±0.14	13.29±0.11	13.40±0.08
pH[ns]	4.07±0.04	4.08±0.03	4.04±0.02	3.94±0.02	3.95±0.02

ns means are not significantly different ($p>0.05$)

Table 4 Sensory evaluation (n=6, 5-point hedonic scale) of orange flavor sugar-free basil mucilage powder beverage

Formulas	Overall acceptability ^{ns}	Taste	Odor	Texture ^{ns}	Color ^{ns}
F1	3.83±0.41	3.33^{b}±0.52	3.17^{ab}±0.41	3.17±0.41	4.33±0.52
F2	4.17±0.41	3.50^{ab}±0.84	3.33^{ab}±0.52	3.00±0.63	4.33±0.82
F3	4.33±0.52	3.33^{b}±0.52	3.33^{ab}±0.52	3.33±0.52	4.50±0.55
F4	4.50±0.55	4.17^{a}±0.41	3.67^{a}±0.52	3.67±0.52	4.50±0.55
F5	4.00±0.63	3.17^{b}±0.41	2.83^{b}±0.41	3.00±0.63	4.33±0.52

Average ± standard deviation with different letters in each row is significantly different ($p \leq 0.05$)

ns means are not significantly different ($p > 0.05$)

วิจารณ์ผลการวิจัย

การสกัดเมือกแมงลัก

กระบวนการและขั้นตอนการสกัดเมือกแมงลักตลอดจนการอบแห้งเมือกแมงลัก ถือเป็นปัจจัยสำคัญต่อปริมาณผลผลิตที่ได้และคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของเมือกแมงลักผง การศึกษานี้ใช้วิธีการสกัดเมือกแมงลักที่ดัดแปลงมาจากการศึกษาของ Kangsadalampai (2011) เนื่องจากมีขั้นตอนการสกัดที่สะดวก ใช้เครื่องมือที่ไม่ซับซ้อน และให้ผลผลิตเมือกแมงลักผงสูงถึงร้อยละ 15 สอดคล้องกับการศึกษา Jariyalerpong & Chaijaroen (2018) สกัดเมือกแมงลักด้วยน้ำในอัตราส่วน 1 ต่อ 30 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส พบว่าได้ผลผลิตเมือกแมงลักผงร้อยละ 15.25 Ruangchakrpet & Anprung (2002) ได้ศึกษาวิธีการสกัดเมือกแมงลัก โดยแปรอุณหภูมิน้ำที่แช่เมล็ดแมงลักที่อุณหภูมิ 30 และ 60 องศาเซลเซียส และเวลาการแช่ 1, 3 และ 6 ชั่วโมง ใช้เวลาการตีปั่นในการแยกสารเมือกที่ 1, 5 และ 10 นาที รวมทั้งศึกษาการอบแห้งเมือกแมงลักด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส สรุปได้ว่าสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเมือกแมงลักผง คือ การแช่เมล็ดแมงลักในน้ำที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง (ไม่ได้ระบุอัตราส่วนของน้ำต่อเมล็ดแมงลัก) การปั่นแยกใช้เวลา 10 นาที จากนั้นอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ให้ผลผลิตสูงสุดประมาณร้อยละ 16 โดยทั่วไปการใช้อุณหภูมิอบแห้งที่สูงขึ้นจะทำให้ใช้เวลาการอบลดลง แต่ก็อาจส่งผลต่อการเกิดสตาร์ชเจลาทิไนซ์เซชันและการเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีนมากขึ้น ซึ่งสัมพันธ์กับคุณสมบัติของเมือกแมงลัก ได้แก่ การพองตัว ค่าการอุ้มน้ำ และค่าสี อุณหภูมิที่มักใช้ในการอบแห้งอาหารทั่วไปเพื่อให้อาหารยังคงมีลักษณะคุณภาพ เนื้อสัมผัส และการคืนตัวที่ดี คือ 50 - 60 องศาเซลเซียส (Nazir & Wani, 2017)

คุณสมบัติทางเคมีกายภาพของเมือกแมงลักผง

ปริมาณใยอาหารทั้งหมดที่มีปริมาณมากถึงร้อยละ 78 ถือเป็นส่วนประกอบหลักของเมือกแมงลักผงที่ผลิตได้ โดยเฉพาะปริมาณใยอาหารที่ละลายน้ำ (ร้อยละ 21) ซึ่งสัมพันธ์โดยตรงกับค่ากำลังการพองตัวและการอุ้มน้ำของเมือก

แมงลักผง เนื่องจากโครงสร้างของเมล็ดแมงลักที่ประกอบด้วยโพลิเมอร์ของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวหลายชนิดจับอยู่กับกรดยูโรนิก จึงมีคุณสมบัติชอบจับกับน้ำและเกิดการพองตัวคล้ายกับกลุ่มสารไฮโดรคอลลอยด์ ดังนั้นจึงสามารถนำเมือกแมงลักมาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงคุณสมบัติเนื้อสัมผัสของอาหาร เพิ่มความข้นหนืด และเพิ่มเสถียรภาพในการเก็บรักษาอาหาร นอกจากนี้การลดขนาดอนุภาคของเมือกแมงลักผง (100-120 เมช) รวมทั้งวิธีการสกัดและการอบแห้งเมือกแมงลัก (ได้อธิบายไว้ข้างต้น) ก็ยังส่งผลต่อค่าการพองตัว ค่าการดูดซับน้ำ และค่าสีของเมือกแมงลักผงที่ผลิตได้ จึงเป็นที่น่าสนใจว่าเมือกแมงลักผงมีศักยภาพต่อการนำไปใช้พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารควบคุมน้ำหนักและอาหารลดพลังงาน เนื่องจากคุณสมบัติทางกายภาพของเมือกแมงลักจะทำให้อาหารมีความหนืดขึ้น ส่งผลให้อาหารเคลื่อนตัวได้ช้าลง อาหารคงอยู่ในกระเพาะนานขึ้น และใช้เวลาการย่อยนานขึ้น เป็นผลให้มีการชะลอการดูดซึมสารอาหารได้อย่างช้า ๆ เนื่องจากการขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ในการย่อยอาหาร จึงเกิดการเหนี่ยวนำให้กระเพาะอาหารและลำไส้เล็กลดการหลั่งฮอร์โมนหิวหรือเกรลิน (Ghrelin) ขณะเดียวกันก็กระตุ้นการหลั่งฮอร์โมนลดความอยากอาหาร (appetite hormone) ได้แก่ peptide YY (PYY 3-36), glucagon-like peptide-1 (GLP-1) และ cholecystokinin (CCK) (Hervik & Svihus, 2019) ทำให้มีความรู้สึกอิ่มและอยากรับประทานอาหารลดลง

การศึกษานี้ได้ทำการวิจัย ณ โรงงานต้นแบบหน่วยวิทยาศาสตร์การอาหาร สถาบันโภชนาการมหาวิทยาลัยมหิดล โดยปฏิบัติตามสุขลักษณะที่ดีในการผลิตอาหาร (Good Sanitation Practices, GMP) เพื่อลดการปนเปื้อนอันตรายทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ ที่มีโอกาสเสี่ยงในการปนเปื้อนระหว่างขั้นตอนการผลิต ทำให้ผลิตภัณฑ์เมือกแมงลักผงที่ได้มีความปลอดภัยสำหรับการนำไปใช้บริโภค และสอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ฉบับที่ 416 (Food and Drug Administration, 2020) ผลิตภัณฑ์เมือกแมงลักผงที่ผลิตได้ในการศึกษานี้ ยังมีเสถียรภาพในการเก็บรักษาและสามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องได้ เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีค่ากิจกรรมของน้ำ (a_w เท่ากับ 0.25) และความชื้นต่ำ (ร้อยละ 5.8) ทำให้เป็นผลดีต่อการขัดขวางการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์โดยเฉพาะกลุ่มแบคทีเรียก่อโรค

การพัฒนาเครื่องดื่มเมือกแมงลักผงไม่มีน้ำตาลกลิ่นส้ม

การใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลในเครื่องดื่มเมือกแมงลักผงกลิ่นส้ม เพราะว่าต้องการจำกัดพลังงานหรือแคลอรี และการนำไปใช้ประโยชน์สำหรับเป็นเครื่องดื่มเพื่อควบคุมน้ำหนัก การเลือกใช้สารให้ความหวานมากกว่าหนึ่งชนิดร่วมกันจะให้รสชาติหวานที่ดีกว่าการใช้สารให้ความหวานเพียงชนิดเดียว โดยเฉพาะการใช้สารให้ความหวานกลุ่มที่มีความหวานสัมพัทธ์มากกว่าน้ำตาล 100 หรือ 1000 เท่า เนื่องจากผลการช่วยปิดบังรสชาติหวานที่ตกค้างที่ลิ้น (after taste) (Salminen & Hallikainen, 2002; ÓDonnell & Kearsley, 2012) ซึ่งการใช้สารให้ความหวานในอาหารควรปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 418 พ.ศ. 2563 การศึกษานี้เลือกใช้สารให้ความหวานซูคราโลส ซึ่งมีความหวานสูงกว่าน้ำตาลทรายถึง 600 เท่า มีคุณสมบัติละลายน้ำ มีความคงตัวต่อสภาวะกรด มีรสชาติคล้ายน้ำตาล และไม่มีรสขมหรือเฝื่อนติดปลายลิ้น (Edwards *et al.*, 2016) สำหรับซอร์บิทอลให้ความหวานประมาณ 0.7 เท่าของน้ำตาล มีคุณสมบัติละลายน้ำ ทนต่อสภาวะกรด ให้ความรู้สึกเย็นซ่า และให้พลังงาน 2.6 แคลอรีต่อกรัม (Kroger *et al.*, 2006) ด้วยเหตุผลดังกล่าวทั้งซูคราโลสและซอร์บิทอลจึงมักนิยมใช้เป็นวัตถุให้ความหวานในผลิตภัณฑ์หลากหลายชนิด ได้แก่ เครื่องดื่ม ขนมอบ ลูกอมและหมากฝรั่ง โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์สุขภาพสำหรับกลุ่มที่ต้องการควบคุมน้ำหนักหรือลดพลังงานและกลุ่มผู้ป่วยเบาหวาน (Srianujata & Tanaviyutpakdee, 2018)

สูตรเครื่องดื่มเมือกแมงลักไม่มีน้ำตาลกลิ่นส้มที่พัฒนาขึ้นในการศึกษานี้ จัดอยู่ในกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีค่าความเป็นกรดสูง คือ ค่า pH ต่ำกว่า 4.6 (Food and Drug Administration, 2013) ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเสี่ยงอันตรายต่ำจากจุลินทรีย์ก่อโรคและแบคทีเรีย *Clostridium botulinum* เนื่องจากเชื้อไม่สามารถเจริญเติบโตและสร้างสารพิษได้ ประกอบกับค่ากิจกรรมของน้ำและความชื้นที่ต่ำเนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผงพร้อมบริโภค ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยและมีเสถียรภาพในระหว่างการเก็บรักษา การรับประทานเครื่องดื่มเมือกแมงลักผง 1 ซองหรือ 1 หน่วยบริโภค (200 มิลลิลิตร ภายหลังการคืนรูป) จะได้รับใยอาหารมากกว่าร้อยละ 18 ของปริมาณใยอาหารที่แนะนำให้คนไทยบริโภคต่อวัน (25 กรัม) (Department of Health, 2020) ซึ่งเป็นอีกหนึ่งทางเลือกของผู้ที่ต้องการรับประทานใยอาหารที่สะดวกบริโภค นอกจากนี้การรับประทานกากใยอาหารยังส่งผลดีต่อระบบการย่อยอาหาร การขับถ่ายให้ทำงานเป็นปกติ และสร้างระบบนิเวศของจุลินทรีย์ที่ดีในลำไส้ใหญ่

ด้วยคุณสมบัติจำเพาะของเมือกแมงลักผง ที่มีค่าการพองตัวสูงและมีลักษณะข้นหนืดเมื่อละลายน้ำหรือดูดซับน้ำ ซึ่งส่งผลดีต่อความรู้สึกอิ่มดังอธิบายไว้ก่อนหน้า แต่ก็อาจเป็นข้อจำกัดของปริมาณเมือกแมงลักผงในเครื่องดื่มที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ และเมื่อเตรียมเครื่องดื่มเมือกแมงลักผงไม่มีน้ำตาลกลิ่นส้มสำหรับพร้อมบริโภค จะได้เครื่องดื่มที่มีลักษณะข้นหนืดคล้ายเมือก ซึ่งอาจทำให้ผู้บริโภคที่ไม่คุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ประเภทนี้รู้สึกว่าไม่สะดวกในการดื่ม สอดคล้องกับคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสและกลิ่นรสที่ได้รับความชอบเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม สำหรับผู้ที่เคยรับประทานผลิตภัณฑ์กลุ่มดังกล่าวมีแนวโน้มว่าจะยอมรับมากกว่าผู้บริโภคที่ไม่คุ้นเคย เพื่อลดการพองตัวและความหนืดของเครื่องดื่มเมือกแมงลักผง แนะนำให้ชงเครื่องดื่มผงกับน้ำดื่มเย็นแล้วควรบริโภคทันที

สรุปผลการวิจัย

สารเมือกแมงลักผงที่สกัดได้ในการวิจัยนี้ มีส่วนประกอบของใยอาหารทั้งหมดสูงถึงร้อยละ 78 โดยสารเมือกแมงลักผงที่ผลิตได้พบว่ามีคุณสมบัติการละลายน้ำ มีกำลังพองตัวสูง และมีความข้นหนืดลักษณะคล้ายเมือก นอกจากนี้ยังมีความปลอดภัยตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพจุลินทรีย์ของอาหาร ดังนั้นสารเมือกแมงลักที่ผลิตได้จึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นวัตถุเจือปนในอาหารคล้ายกับกลุ่มสารไฮโดรคอลลอยด์ ซึ่งในการศึกษานี้ได้มีการนำไปใช้พัฒนาเป็นเครื่องดื่มเมือกแมงลักผงไม่มีน้ำตาลกลิ่นส้ม พบว่า ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสูตร F4 ได้รับการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบชิม และจะนำไปศึกษาต่อยอดในเรื่องของความอิ่มในเพศหญิงเมื่อบริโภคเครื่องดื่มเมือกแมงลักผงไม่มีน้ำตาล

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยบัณฑิตศึกษาด้านการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร ประจำปีงบประมาณ 2564

เอกสารอ้างอิง

Aekplakorn, W., Puckcharern, H. & Satheannoppakao, W. (2021). Survey of Thai people's health by physical examination, 6th B.E. 2562-2563. Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital, Mahidol University, Bangkok, 360 p. (in Thai)

AOAC. (2019). Official Method of Analysis. 21st ed. Virginia, USA. The Association of Official Analysis Chemists.

Clements, J.N. & Shealy, K.M. (2015). Liraglutide: An injectable option for the management of obesity. *Annals of Pharmacotherapy, 49*(8), 938-944.

Coorey, R., Tjoe, A. & Jayasena, V. (2014). Gelling properties of chia seed and flour. *Journal of Food Science*, *79*(5), 859-866.

Department of Health. (2020). Dietary reference intake for Thais 2020. Bureau of Nutrition, Department of Health, Ministry of Public Health. 484 p. (in Thai)

Du, H., Van Der, A.D.L., Boshuizen, H.C., Nita, G., Nicolas, J., Jytte, H., Anne, T., Kim, O., Uhre, J.M., Heiner, B., Brian, B. & Giovanna, M. (2010). Dietary fiber and subsequent changes in body weight and waist circumference in European men and women. *American Journal of Clinical Nutrition, 91*(2), 329-336.

Ebrahimi B., Rad, A.H. & Ghanbarzadeh, B. (2020). Gums from indigenous plants of iran: a review on physicochemical, rheological and functional properties. *Current Nutrition and Food Science, 16*(8), 1209-1226.

Edwards, C.H., Rossi, M., Corpe, C.P., Butterworth, P.J. & Ellis, P.R. (2016). The role of sugars and sweeteners in food, diet and health: Alternatives for the future. *Trends in Food Science and Technology, 56,* 158-166.

EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies. (2010). Scientific opinion on dietary reference values for carbohydrates and dietary fibre. *EFSA Journal, 8*(3), 1462, doi: 10.2903/j.efsa.2010.1462.

Food and Drug Administration. (2013). Ministry of Public Health Notification No. 355 B.E. 2556. Title: Food in a Hermetically Sealed Container. Ministry of Public Health. 6 p. (in Thai)

Food and Drug Administration. (2020). Notification of the Ministry of Public Health (No.416) B.E. 2563 Issued by virtue of the Food Act B.E. 2522. Re: Prescribing the quality or standard, principles, conditions and methods of analysis for pathogenic microorganisms in foods. Ministry of Public Health. 16 p. (in Thai)

Hervik, A.K. & Svihus, B. (2019). The role of fiber in energy balance. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 4983657, doi: 10.1155/2019/4983657.

Jariyalerpong, P. & Chaijaroen, T. (2018). Functional properties of basil seed (*Ocimum canum* Sims) mucilage powder and utilization as a stabilizer in vanilla ice cream. pp. 54-60. *In* Proceedings of 4th Pibulsongkram Research Annual Conference: Thailand 4.0 Innovation and Research for Sustainable Development, Phitsanulok. (in Thai)

Kangsadalampai, K. (2011). Formulation of modified fat butter cake using *Ocimum canum* mucilage as a fat replacer. M.S. Thesis. Mahidol University.

Kroger, M., Meister, K. & Kava, R. (2006). Low-calorie sweeteners and other sugar substitutes: A review of the safety issues. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 5*(2), 35-47.

Leelahagul, P., Putadechakum, S. & Tanphaichitr, V. 1992. The effects of soluble dietary fibre from the Thai herb, sweet basil seed, on human body composition. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition, 1*, 169-174.

Meyer A., Kushi, L.H., Jacobs, D.R., Slavin, J., Sellers, T.A. & Folsom, A.R. (2000). Carbohydrates, dietary fiber, and incident type 2 diabetes in older women. *American Journal of Clinical Nutrition, 71*(4), 921-930.

Mohmai, L. (2002). Separation, Quality Control and Health Product Development of Mucilage from Hairy Basil Seeds. M.S. Thesis. Chiang Mai University, Chiang Mai. 109 p. (in Thai)

Mozaffarian, D., Hao, T., Rimm, E.B., Willett, W.C. & Hu, F.B. (2011). Changes in diet and lifestyle and long-term weight gain in women and men. *New England Journal of Medicine, 364*(25), 2392-2404.

Nazir, S. & Wani, I.A. (2017). Extraction optimization of mucilage from basil (*Ocimum basilicum* L.) seeds using response surface methodology. *Journal of Advanced Research, 8*(3), 235-244.

Nomura, A.M.Y., Hankin, J.H., Henderson, B.E., Wilkens, L.R., Murphy, S.P., Pike, M.C., Marchand, L.L., Stram, D.O., Monroe, K.R. & Kolonel, L.N. (2007). Dietary fiber and colorectal cancer risk: the multiethnic cohort study. *Cancer Causes and Control, 18*(7), 753-764.

ÓDonnell, K. & Kearsley, M.W. (2012). *Sweeteners and Sugar Alternatives in Food Technology : Second Edition* John Wiley & Sons, Ltd., 484 p

Onsamlee, G. (2018). Utilization of hairy basil seed mucilage as fat replacer in salad dressing for health. *Journal of Agriculture, 34*(2), 319-329. (in Thai)

Osano, J.P., Hosseini-Parvar, S.H., Matia-Merino, L. & Golding, M. (2014). Emulsifying properties of a novel polysaccharide extracted from basil seed (*Ocimum Bacilicum* L.) : Effect of polysaccharide and protein content. *Food Hydrocolloids, 37*, 40-48.

Popkin, B.M. & Gordon, L.P. (2004). The nutrition transition: Worldwide obesity dynamics and their determinants. *International Journal of Obesity, 28*, S2-S9.

Prabhuswamy, T., Tamilselvan, K., Michael, M.L., Moses, J.A. & Chinnasamy, A. (2019). Influence of dispersion of sweet basil seeds (*Ocimum basilicum*) in fruit-flavoured beverages. *Croatian Journal of Food Science and Technology, 11*(1), 37-43.

Ruangchakrpet, S. & Anprung, P. (2002). Production of *Ocimum canum* Sims. seed mucilage powder. *Foods, 32*(2), 144-153. (in Thai)

Salminen, S. & Hallikainen, A. (2002). Sweeteners. pp. 447-475. *In*: A.L. Branen, P.M. Davidson, S. Salminen, and J.H. Thorngate. (eds.). Food Additive, 2nd ed. Marcel Dekker, New York, USA.

Shahrajabian, M.H., Sun, W. & Cheng, Q. (2020). Chemical components and pharmacological benefits of basil (*Ocimum basilicum*): a review. *International Journal of Food Properties, 23*(1), 1961-1970.

Shang, L., Wang, Y., Ren, Y., Ai, T., Zhou, P., Hu, L., Wang, L., Li, J. & Li, B. (2020). In vitro gastric emptying characteristics of konjac glucomannan with different viscosity and its effects on appetite regulation. *Food and Function, 11*(9), 7596-7610.

Srianujata S. & Tanaviyutpakdee P. (2018). Intense sweeteners for health and weight control. *Thai Journal of Science and Technology, 8*(1), 93-104. (in Thai)

Streppel, M.T., Ocke, M.C., Boshuizen, H.C., Kok, F.J. & Kromhout, D. (2008). Dietary fiber intake in relation to coronary heart disease and all-cause mortality over 40 y: The Zutphen Study. *American Journal of Clinical Nutrition, 88*(4), 1119-1125.

Tabasi, S.N. & Razavi, S.M.A. (2017). Functional properties and applications of basil seed gum: An overview. *Food Hydrocolloids, 73*, 313-325.

Theerajantranon, M. (1996). Clinical outcome of nutrition therapy with *Ocimum canum* linn seeds in non-insulin dependent diabetic patients at Public Health Center 47 Klongkwang. M.S. Thesis. Chulalongkorn University, Bangkok. 109 p. (in Thai)

Tiwary, C.M., Ward, J.A. & Jackson, B.A. (1997). Effect of pectin on satiety in healthy US Army adults. *Journal of the American College of Nutrition, 16*(5), 423-428.

Tremblay, A. & Bellisle, F. (2015). Nutrients, satiety, and control of energy intake. Applied Physiology, *Nutrition and Metabolism, 40*(10), 971-979.

Tucker, L.A. & Thomas, K.S. (2009). Increasing total fiber intake reduces risk of weight and fat gains in women. *Journal of Nutrition, 139*(3), 576-581.

U.S. Department of Health and Human Services and U.S. Department of Agriculture. (2015). 2015-2020 Dietary for Americans. 8th edition.

Yamborisut, U., Riabroy, N., Phonrat, B. & Tungtrongchitr, R. (2009). Serum leptin levels and body composition in obese Thai children. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine Public Health, 40*(3), 544-552.