

DEVELOPMENT OF RESISTANT STARCH-FORTIFIED SNACK AND BEVERAGE PRODUCTS FOR OVERWEIGHT AND OBESE ADULTS

JARUNETH PETCHOO 5836053 NUF5/M

M.Sc. (FOOD SCIENCE FOR NUTRITION)

THESIS ADVISORY COMMITTEE: NATTAPOL TANGSUPHOOM, Ph.D.,
SIRIPORN TUNTIPOIPAT, Ph.D., SITIMA JITTINANDANA, Ph.D.**ABSTRACT**

Overweight and obesity are major risk factors for a number of non-communicable diseases. Resistant starch (RS) is the portions of starch and starch products that resist digestion in the gastrointestinal tract. RS type 2 (RS2), which is native, uncooked granules of starch, is usually used as functional food ingredient due to its potential health benefits to overweight and obese adults and high stability during processing and storage. However, the dose incorporated in food is usually lower than its effective dose since the presence of RS2 at high dosage may deteriorate the product quality and sensory characteristics. This study aims to develop healthy snack and beverage products fortified with RS2 at the appropriate amount that can provide potential health benefits, while having suitable product quality and acceptable sensory for overweight and obese adults. Four snacks and beverages, including tapioca starch chips (*khao griab*; TSC), breadsticks (BST), Thai shortbread cookies (*kleeb lam duan*; TBC) and powdered chocolate-flavored milk drink (PCM) were selected for further formulation. Fortification of RS was performed by partial substitution of starch/flour in the recipes with an RS2-rich ingredient (HI-MAIZE 260; HM), or direct addition of HM to the product in order to obtain RS content of 10-30 g/serving. Incorporation of HM by substitution of tapioca starch largely deteriorated the puffing characteristics and texture of TSC, so it was omitted from further experiments. For BST and TBC, high levels of wheat flour substitution with HM negatively affected the color, moisture content and texture. The presence of RS at high dosages in PCM also adversely affected the color, moisture content and powder quality, as well as the rheological properties of the reconstituted drink. Changes in properties of each product observed at high RS fortification levels also affected the suitability of its sensory attributes, as judged by 35 untrained panelists on 5-point just-about-right scales. The suitable level of wheat flour substitution with HM for BST and TBC was 50 and 60%, respectively; while the suitable HM incorporation level in PCM was 11 g HM/100 ml reconstituted drink. RS-fortified BST, TBC and PCM contained less protein and calories but higher carbohydrate content than their control formulas. RS content of the fortified BST, TBC and PCM was 14.88 g, 14.49 g and 14.78 g in a serving size of 45 g (8 sticks), 55 g (7 pieces) and 200 ml, respectively. RS-fortified products had lower or similar *in vitro* glycemic index than the control formulas and all conformed microbiological quality to the related regulations and standards. Physicochemical properties of RS-fortified products slightly changed during 3 mo storage in suitable packaging at 30±3°C and 60±5% relative humidity under fluorescent light, but the changes were similar to their control formulas. However, RS content of all products remained unchanged over the storage period. The liking score rated by 60 overweight and obese adults for almost all sensory attributes of the developed RS-fortified products ranged between like a little to like very much on 5-point facial hedonic scales. Up to 87% of the panelists expressed their intention to consume the entire serving of RS-fortified products for 3 mo. This study successfully developed three RS-fortified snacks and beverage products which could be used as prototypes for further intervention study on physiological effects of RS in Thai overweight and obese adults.

**KEY WORDS: FORTIFICATION/ FLOUR SUBSTITUTION/ OVERWEIGHT/ OBESITY/
RESISTANT STARCH**

159 pages

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารว่างและเครื่องดื่มเสริมสารอาหารที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์สำหรับผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน
DEVELOPMENT OF RESISTANT STARCH-FORTIFIED SNACK AND BEVERAGE PRODUCTS FOR OVERWEIGHT AND OBESE ADULTS

จารุเนตร เพ็ชรชู 5836053 NUFS/M

วท.ม. (วิทยาศาสตร์การอาหารเพื่อโภชนาการ)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: นัฐพล ตั้งสุภูมิ, Ph.D., ศิริพร ดันดิโพธิ์พัฒนา, Ph.D., ลติมา จิตตินันท์, Ph.D.

บทคัดย่อ

ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนเป็นปัจจัยเสี่ยงหลักของการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังหลายชนิด สารอาหารที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ (RS) คือส่วนของสารคาร์โบไฮเดรตที่ทนต่อการย่อยในระบบทางเดินอาหาร RS ชนิดที่ 2 (RS2) ซึ่งเป็นเม็ดคาร์โบไฮเดรตธรรมชาติที่ไม่เจลาติไนซ์ มักจะถูกนำไปใช้เป็นส่วนผสมอาหารฟังก์ชัน เนื่องจากมีศักยภาพในการให้ผลเชิงสุขภาพต่อผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน และมีความคงทนต่อกระบวนการแปรรูปและการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามปริมาณที่ใช้เติมลงในอาหารมักจะต่ำกว่าปริมาณที่ก่อผลเชิงสุขภาพเนื่องจาก RS2 อาจส่งผลเสียต่อคุณภาพและคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์การศึกษาที่มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารว่างและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่มี RS2 ในปริมาณที่เหมาะสมต่อการให้ผลเชิงสุขภาพ มีคุณภาพเหมาะสม และมีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน ในขั้นแรกได้คัดเลือกผลิตภัณฑ์อาหารว่างและเครื่องดื่ม จำนวน 4 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ข้าวเกรียบ (TSC) ขนมปังแท่งกรอบ (BST) กลีบลำดวน (TBC) และนมปรุงแต่งรสช็อกโกแลตชนิดผงขงคีม (PCM) เพื่อพัฒนาสูตร โดยเสริม RS ลงในผลิตภัณฑ์ด้วยการแทนที่แป้งที่เป็นส่วนผสมในสูตรบางส่วนด้วย HI-MAIZE 260 (HM) ซึ่งมี RS2 เป็นองค์ประกอบหลัก หรือด้วยการเติม HM ลงในสูตรโดยตรง เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณ RS 10-30 กรัมต่อหน่วยบริโภค การแทนที่แป้งมันสำปะหลังด้วย HM ทำให้สมบัติการพองตัวและเนื้อสัมผัสของ TSC ค่อยลงอย่างมาก จึงยุติการพัฒนาผลิตภัณฑ์ดังกล่าว การแทนที่แป้งสาลีปริมาณมากใน BST และ TBC ด้วย HM ส่งผลเสียต่อสี ปริมาณความชื้น และเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ การเสริม RS ปริมาณมากลงใน PCM ก็ส่งผลกระทบต่อสี ปริมาณความชื้น และคุณภาพของผง เช่นเดียวกัน และยังส่งผลกระทบต่อสมบัติการไหลของเครื่องดื่มที่เตรียมจาก PCM ด้วย การเปลี่ยนแปลงสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่เสริม RS ในปริมาณมาก ยังส่งผลต่อความพอดีของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ ซึ่งประเมินโดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 35 คน โดยใช้สเกลความพอดี 5 ระดับ ระดับการแทนที่แป้งสาลีด้วย HM ที่เหมาะสมสำหรับ BST และ TBC คือ ร้อยละ 50 และ 60 ตามลำดับ ในขณะที่ระดับการเติม HM ที่เหมาะสมสำหรับ PCM คือ HM 11 กรัม ใน เครื่องดื่มปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่เตรียมจาก PCM ส่วน BST, TBC และ PCM ที่เสริม RS มีปริมาณโปรตีนและพลังงานต่ำกว่าสูตรควบคุมที่ไม่เสริม RS แต่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงกว่า ปริมาณ RS ของ BST, TBC และ PCM เสริม RS ที่พัฒนาได้ คือ 14.88 กรัมต่อหน่วยบริโภค 45 กรัม (8 แท่ง) 14.49 กรัมต่อหน่วยบริโภค 55 กรัม (7 ชิ้น) และ 14.78 กรัมต่อหน่วยบริโภค เครื่องดื่มปริมาตร 200 มิลลิลิตร ที่เตรียมจาก PCM ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์เสริม RS มีค่าดัชนีน้ำตาลที่วัดในหลอดทดลองต่ำกว่าหรือเท่ากับผลิตภัณฑ์สูตรควบคุม และมีคุณภาพด้านจุลินทรีย์เป็นไปตามกฎหมายและมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง สมบัติทางเคมีกายภาพของ ผลิตภัณฑ์เสริม RS เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม ที่อุณหภูมิ 30±3 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60±5 ภายใต้งานจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นเวลา 3 เดือน แต่ผลิตภัณฑ์สูตรควบคุมก็เปลี่ยนแปลงในลักษณะเดียวกัน อย่างไรก็ตามปริมาณ RS ของผลิตภัณฑ์เสริม RS ไม่เปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา คะแนนความชอบที่มีต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเกือบทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เสริม RS อยู่ในช่วง ชอบเล็กน้อย ถึง ชอบมาก ซึ่งประเมินโดยผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนจำนวน 60 คน โดยใช้สเกลความชอบ 5 ระดับ แบบเฟซเชล ผู้ทดสอบกว่าร้อยละ 87 แสดงความตั้งใจที่จะบริโภคผลิตภัณฑ์เสริม RS ทั้ง 3 ชนิด ครั้งละ 1 หน่วยบริโภค เป็นระยะเวลา 3 เดือน การศึกษานี้พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารว่าง และเครื่องดื่มเสริม RS ได้สำเร็จ จำนวน 3 ผลิตภัณฑ์ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้เป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับการศึกษาผลเชิงสุขภาพของ RS ในผู้ใหญ่ไทยที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนในอนาคตต่อไป