



วารสาร มทร.อีสาน

ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ISSN 2672-9369 (Online)

ปีที่ 13 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม 2563



วารสาร มทร.อีสาน ได้รับการประเมินคุณภาพให้อยู่ในฐานข้อมูลของ
ศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (TCI) กลุ่มที่ 2

วารสาร มทร.อีสาน ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

RMUTI JOURNAL Science and Technology

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

Rajamangala University of Technology Isan (RMUTI)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ด้านวิชาการ ด้านงานวิจัย และสิ่งประดิษฐ์ระหว่างนักวิชาการ และนักวิจัยกับผู้ที่สนใจทั่วไป
2. เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ผลงานวิจัย และสิ่งประดิษฐ์ของนักวิชาการและนักวิจัยสู่สาธารณชน

หลักเกณฑ์การส่งบทความ

วารสาร มทร.อีสาน เน้นบทความทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในสาขาวิชาดังต่อไปนี้

1. สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์
2. สาขาวิชาเกษตรศาสตร์
3. สาขาวิชาสหวิทยาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เป็นสาขาที่ศึกษาแนวความคิด ทฤษฎีและกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ระดับอนุภาค ระดับโมเลกุลไปจนถึงทั้งจักรวาล ปฏิกริยาทางเคมี ระหว่างอะตอมและโมเลกุล อันเชื่อมโยงถึงองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมถึงแนวความคิดพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีความสำคัญและมีส่วนเกี่ยวข้องต่อการดำเนินชีวิตในปัจจุบัน ตลอดจนศึกษาถึงประเด็นของการกลไกที่สำคัญๆ เกี่ยวกับพรมแดนแห่งความรู้ ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับสังคม และสิ่งแวดล้อม

เจ้าของ

สถาบันวิจัยและพัฒนา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

744 ถ.สุรนารายณ์ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

โทรศัพท์ 0-4423-3063 โทรสาร 0-4423-3064

E-mail : rmuti.journal@gmail.com

พิมพ์เผยแพร่ปีละ 3 ฉบับ

ฉบับที่ 1 ประจำเดือนมกราคม - เดือนเมษายน

ฉบับที่ 2 ประจำเดือนพฤษภาคม - เดือนสิงหาคม

ฉบับที่ 3 ประจำเดือนกันยายน - เดือนธันวาคม

ทั้งนี้ ตั้งแต่ ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 ประจำเดือนมกราคม - เดือนเมษายน 2558 เป็นต้นไป

ยกเลิกการตีพิมพ์รูปเล่มตั้งแต่ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 ประจำเดือนมกราคม - เดือนเมษายน 2562 เป็นต้นไป

เผยแพร่ออนไลน์เท่านั้น

ลิขสิทธิ์

ต้นฉบับที่ได้รับการตีพิมพ์ ถือเป็นลิขสิทธิ์ของ วารสาร มทร.อีสาน และบทความในวารสารเป็นแนวคิดของผู้แต่ง มิใช่เป็นความคิดของคณะกรรมการจัดทำวารสาร และมิใช่เป็นความรับผิดชอบของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

วารสาร มทร.อีสาน ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี RMUTI JOURNAL Science and Technology

ที่ปรึกษากองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิโรจน์ ลิ้มไขแสง

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

ดร.อนิวัตร หาสูข

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

รองศาสตราจารย์ ดร.วีรชัย พุทธวงศ์

ประธานหลักสูตรนิติวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์กิตติคุณอ่ำรง	เปรมปรีดี	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.พีระศักดิ์	ศรีนิเวศน์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ฤทธิ์	สมบัติสมภพ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ศาสตราจารย์ ดร.ตะวัน	สุชน้อย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
ศาสตราจารย์ ดร.ทวนทอง	จุฑาเกตุ	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ	ชุติมา	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศาสตราจารย์ ดร.เปี่ยมศักดิ์	เมนะเศวต	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศาสตราจารย์ ดร.พิเชษฐ	ลิ้มสุวรรณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล	เหล่าสุวรรณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ศาสตราจารย์ ดร.เมธา	วรรณพัฒน์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ศาสตราจารย์ ดร.รัตติก	ยัมมณี	สถาบันวิทยสิริเมธี
ศาสตราจารย์ ดร.วินัย	ประมณฑ์กาญจน์	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
ศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย	ปทุมมากุล	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ศาสตราจารย์ ดร.สำเริง	จักรใจ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ	ลิ้มกตัญญู	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ศาสตราจารย์ ดร.สมชาติ	โสภณธรรมฤทธิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ศาสตราจารย์ ดร.สุทธวัฒน์	เบญจกุล	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ศาสตราจารย์ ดร.อรอนงค์	นัยวิกุล	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.กนกอร	อินทราพิเชฐ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
รองศาสตราจารย์ ดร.กนต์ธร	ชำนาญประศาสน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
รองศาสตราจารย์ ดร.คงศักดิ์	ธาดาทอง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.เจษฎา	ธารีบุญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร.นิรัช	สุดสังข์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต	กฤดาคม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

รองศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์
รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา
รองศาสตราจารย์ ดร.มนัส
รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย
รองศาสตราจารย์ ดร.สรายุธ
รองศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์
รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร

รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย
รองศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์
รองศาสตราจารย์ กาญจน
รองศาสตราจารย์ อุดมศักดิ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไกรสิทธิ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกียรติสุดา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักขดา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ศักดิ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัฐพล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิพันธ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจิตรา
ดร.จารุพงษ์
ดร.ชาคริต
ดร.เยาวพา
ดร.สุกัญญา
ดร.เดือนเพ็ญ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณรีย์

นางสาวอรุณรักษ์

กองบรรณาธิการ (ต่อ)

แพ่งคำ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
กอเจริญ	วิทยาลัยเทคโนโลยีจิตรลดา
ชัยจันทร์	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
สิงห์บุญชัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
เดชะปัญญา	มหาวิทยาลัยบูรพา
ดุยจินดาชบาพร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ไชยะ	94/7 หมู่บ้านนาแลนด์ ซอย 5 ถนนสุวินทวงศ์ อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา 24000
แสงอาทิตย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
อัสวสุชี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ตันสุวรรณรัตน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
สาริบุตร	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
วสุเพ็ญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
สมนา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ธำรงวุฒิ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
โยธา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
สมนา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
วงศ์สุทธาวาส	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
อุ้นเรือน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
บรรเทา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
นวลฉิมพลี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ความหมั่น	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
คำหล้า	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
วงศ์สอน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

บรรณาธิการ

วงศ์ไตรรัตน์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

ฝ่ายจัดการและธุรการ

ศิราชมัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

สารบัญ

บทความวิจัย

เทคนิคการตรวจจับการเกิดการจ่ายไฟแบบแยกตัวอิสระแบบรีโมทในการต่อต้านการเกิดการจ่ายไฟแบบแยกตัวอิสระในระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่เชื่อมต่อหน่วยผลิตไฟฟ้าแบบกระจายตัว	1
มานพ ยิ่งรัมย์	
การเพาะเลี้ยงสาหร่าย <i>Chlorella</i> sp. ด้วยระบบควบคุมปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	18
ปณณสิริ บุญเบ้ง, ขวโรจน์ ใจสิน และกฤษดา ยิ่งขยัน	
วิธีการกำหนดขนาดและตำแหน่งที่เหมาะสมของระบบกักเก็บพลังงานในไมโครกริด	39
โดยคำนึงถึงความเพียงพอของกำลังการผลิตไฟฟ้า	
กิตติคุปต์ คุณโท และคุณพิเชษฐ์ ฤกษ์ปรีดาพงศ์	
การคัดเลือกสถานที่ตั้งที่เหมาะสมของคลังสินค้าด้วยการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นสำหรับคลังสินค้าควบคุมพิเศษ	56
เอกวิทย์ พิมพ์ปัจฉิม, นราธิป สุพัฒน์ธนานนท์ และรกัน้อย อัครรุ่งเรืองกุล	
สายอากาศสเกลาร์ที่ครอบคลุมสามย่านความถี่สำหรับระบบการสื่อสารไร้สาย	72
สุธาสินี ละมุลศรี, สุภาดา ศรีสุโคตร, ไกรสุรย์ สุขเพ็ญพะเนา และเจษฎา กุละวงศ์	
ตัวตรวจจบบรรยากาศด้วยหลักการประมวลผลสัญญาณวิถีโอสสำหรับเครื่องกันทางอัตโนมัติ	86
ชูไฮคี่ สนิ, อธิพงษ์ นิยมเพชร, นราธร สังข์ประเสริฐ และจรรยา เจริญเนตรกุล	
ผลของสารสกัดด้วยน้ำต่อปริมาณสารพิษและกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระของสาหร่ายสีแดง (<i>Caloglossa beccarii</i> De Toni)	100
วัลภา เหลือแหล่, เพ็ญศรี เพ็ญประไพ และวรรณิณี จันทร์แก้ว	
การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของงาดำและชนิดของสารให้ความหวานแทนน้ำตาลต่อคุณภาพของสังขยา งาดำ	113
กฤติน ชุมแก้ว, ไชยสิทธิ์ พันธ์พุฒินดา และอรุณวรรณ อรรถธรรม	
การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระและการยับยั้งเอนไซม์เอนจิโอเทนซินของปลาหมึกในระหว่างการหมัก	127
ชมกฤษ ม้องลา, สุมาลี มุสิกกา, อารยา รานอก, ชนิดา กุประคิษฐ์, และเสกสรรค์ มงคลานันท์	
การประยุกต์ใช้แป้งเมล็ดขนุนเพื่อทดแทนสารกันสีในการเขียนผ้าบาติก	145
โสภภาพรรณ ขอทะซัน, สาคร ชลสาคร และรัตนพล มงคลรัตนสิทธิ์	
การพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปเพื่อการเรียนรู้วิธีการส่งออกสารรายงานตัว และการขึ้นทะเบียนเป็นนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน	159
บุญญรัตน์ รังสูงเนิน และสิริกานต์ ไชยสิทธิ์	
ผลของพันธุ์ข้าวโพด ชั้นเปลือกข้าวโพด และวิธีการแยกเส้นใยต่อผลผลิตและสมบัติทางกายภาพของเส้นใยเปลือกข้าวโพด	172
วัลภา แด่มทอง, สุธีลักษณ์ ไกรสุวรรณ และชจีวัธ ภิรมย์ธรรมศิริ	

Table of Contents

Research Articles

Remote Islanding Detection Techniques of Anti-Islanding for Grid-Connected Distributed Generation	1
<i>Manop Yingram</i>	
<i>Chlorella</i> sp. Cultivation Using Carbon Dioxide Concentration Control System	18
<i>Poonyasiri Boonpeng, Chawaroj Jaisin and Krisda Yingkayun</i>	
A Method for Sizing and Siting of an Energy Storage System in Microgrid Concerning Generation Adequacy	39
<i>Kittikhup Khuntho and Dulpichet Rerkpreedapong</i>	
Warehouse Location Selection Using Analytic Hierarchy Process for Special Controlled Warehouse	56
<i>Aekkawit Pimpatchim, Naratip Supattananon, and Raknoi Akararungrunngkul</i>	
A Compact Tri-Band Antenna for Wireless Communications	72
<i>Suthasinee Lamultree, Supada Srisukhot, Kraisoon Sukphengphanao, and Chaetsada Kulawong</i>	
Trains Detection Using Video Processing Method for Automation Railroad Crossing	86
<i>Suhaidee Sani, Teerapong Chimphet, Naratorn Sangprasert, and Charoon Charoennatkul</i>	
Effect of Water Extraction on Phytochemicals and Antioxidant Activities of Red Algae (<i>Caloglossa beccarii</i> De Toni)	100
<i>Wanlapa Luealae, Pensri Penprapai, and Wanninee Chankaew</i>	
The Study of the Appropriate Proportion of Black Sesame and Types of Sweetener for the Quality of Black Sesame Egg Custard Sauce	113
<i>Krittin Chumkaew, Chaivasit Punfujinda, and Aroonwan Atthatham</i>	
Changes in Antioxidant Activity and Angiotensin I-Converting Enzyme Inhibition of <i>Plaa-som</i> During Fermentation	127
<i>Chompoonuch Khongla, Sumalee Musika, Araya Ranok, Chanida Kupradit, and Seksan Mangkalan</i>	
Application of Jackfruit Seed Flour for Substitution of Color - Resist Substance in Batik Painting	145
<i>Sophaphan Sorhasan, Sakorn Chonsakorn, and Rattanaphol Mongkholrattanasit</i>	
The Development of Interactive Multimedia for Learning how to Send Documents and Registration as a Student of Rajamangala University of Technology Isan	159
<i>Punyarat Rungsoongnern and Sirikan Chaivasit</i>	
The Effects of Corn Varieties, Layers of Corn Husks, and Fiber Extraction Methods on Yields and Physical Properties of Corn Husk Fibers	172
<i>Walapa Tamthong, Suteeluk Kraisuwan, and Kajjarus Piromthamsiri</i>	

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของงาดำและชนิดของสารให้ความหวานแทนน้ำตาลต่อคุณภาพของสังขยา งาดำ

The Study of the Appropriate Proportion of Black Sesame and Types of Sweetener for the Quality of Black Sesame Egg Custard Sauce

กฤติน ชุมแก้ว¹ ไชยสิทธิ์ พันธุ์ฟูจินดา¹ และอรุณวรรณ อรรถธรรม^{1*}
Krittin Chumkaew¹ Chaiyasit Punfujinda¹ and Aroonwan Atthatham^{1*}

Received: December 12, 2019; Revised: April 28, 2020; Accepted: April 29, 2020

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาปริมาณของงาดำ และชนิดสารให้ความหวานแทนน้ำตาล ได้แก่ สตีเวีย และซูคราโลสต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส ภายนอก คุณค่าทางโภชนาการ และการยอมรับของผู้บริโภค โดยเตรียมสังขยาเสริมงาดำจำนวน 3 สูตร แปรผันอัตราส่วนที่แตกต่างกัน คือ ร้อยละ 5 10 และ 15 ของส่วนผสมทั้งหมด และนำไปวิเคราะห์คุณภาพด้านต่าง ๆ พบว่า คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ในด้านลักษณะปรากฏโดยรวม สี รสชาติ และความชอบโดยรวม สังขยาเสริมงาดำร้อยละ 10 มีคะแนนความชอบมากกว่าร้อยละ 5 และ 15 ค่าความหนืด และค่าสี a^* มีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนค่าสี L^* มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากการศึกษาผลของสารให้ความหวานแทนน้ำตาล 2 ชนิด ได้แก่ สตีเวีย และซูคราโลส พบว่าสังขยาเสริมงาดำร้อยละ 10 ที่ใช้ซูคราโลสเป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลให้ผลการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมสูงกว่าสังขยาเสริมงาดำจากสตีเวีย โดยด้านรสชาติหวาน และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าความหนืดและค่าสี (L^* a^* b^*) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการพบว่าสังขยาเสริมงาดำจากซูคราโลสมีคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ พลังงาน 200.33 กิโลแคลอรี ไขมัน 13.33 กรัม คาร์โบไฮเดรต 12.76 กรัม โปรตีน 7.33 กรัม โยอาอาหาร 5.05 กรัม ความชื้น 64.98 กรัม เถ้า 1.60 กรัม น้ำตาลทั้งหมด 4.05 กรัม แคลเซียม 394.57 มิลลิกรัม เหล็ก 1.57 มิลลิกรัม และฟอสฟอรัส 218.15 มิลลิกรัม การทดสอบยอมรับผู้บริโภคพบว่า ยอมรับผลิตภัณฑ์ในระดับการยอมรับมาก โดยผู้บริโภค ร้อยละ 90 ตัดสินใจซื้อเมื่อผลิตภัณฑ์วางจำหน่าย โดยให้เหตุผลว่าเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกเพื่อสุขภาพร้อยละ 45

คำสำคัญ : งาดำ; สารให้ความหวานแทนน้ำตาล; สังขยา; คุณภาพทางกายภาพ; คุณค่าทางโภชนาการ

¹ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี

¹ Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani

* Corresponding Author E - mail Address: aroonwan_a@rmutt.ac.th

Abstract

The study aimed at studying the results of the amount of black sesame and types of sweetener replacement such as stevia and sucralose on the sensory quality, physical quality, the nutrition property and the customers' satisfaction. The three recipes of black sesame egg custard sauce with the proportion of 5, 10 and 15 % were set. The sensory evaluation result showed that the scores of the sensory quality in terms of colors, tastes, and preferences were higher in black sesame egg custard sauce with the proportion of 10 % than the ones with 5 % and 15 %. Stickiness and color value (a^*) significantly increased, while color value (L^*) significantly decreased ($p \leq 0.05$) with increasing the proportions of black sesame. Also, the results from the two types of the sweetener replacements, namely sucralose and stevia, showed that the 10 % black sesame egg custard sauce with sucralose was more popular among the panelist than the black sesame egg custard sauce with stevia in terms of the sweetness, and the overall preferences were significantly different ($p \leq 0.05$). However, stickiness value ($L^* a^* b^*$) was not significantly different ($p \leq 0.05$). The results regarding to its nutrition property revealed that black sesame egg custard sauce with sucralose contained nutrition property in terms of calories, fat, carbohydrate, protein, dietary fiber, moisture, ash, total sugar, calcium, iron, and phosphorus (200.33 Kcal, 13.33 g, 12.76 g, 7.33 g, 5.05 g, 64.98 g, 1.60 g, 4.05 g, 394.57 mg, 1.57 mg and 218.15 mg). The results of the customers' satisfaction revealed that the participants accepted the product in a high acceptance level. 90 % of them would buy the product if it were launched into the market and 45 % stated that the product could be considered as healthy products.

Keywords: Black Sesame; Sweetener; Egg Custard Sauce; Physical Quality; Nutrition Property

บทนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคนิยมบริโภคสังขยาเป็นอาหารหวานหลังมื้ออาหารหลัก เป็นอาหารว่างระหว่างมื้ออาหาร หรืออาจบริโภคเป็นอาหารมื้อเช้ากับชาหรือกาแฟ ซึ่งเหมาะกับสภาพสังคมปัจจุบันที่มีความเร่งรีบที่ต้องการความสะดวกรวดเร็วในการกินอาหารมื้อเช้า สังขยาเป็นที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากรับประทานง่าย มีรสชาติหวานมันถูกปากคนไทย ซึ่งจะเห็นได้จากการจำหน่ายตามร้านสะดวกซื้อ ร้านผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ร้านขนม ร้านขายน้ำเต้าหู้ ตลาดนัด หรือการจำหน่ายผ่านช่องทางออนไลน์ และในปัจจุบันสังขยายังเป็นผลิตภัณฑ์ที่กำลังเป็นกระแสนิยมนำไปประกอบเป็นธุรกิจ เช่น การนำสังขยาไปพัฒนาให้เป็นรสชาไทย เผือก ชาเขียว และนำมาสอดไส้ขนมปัง สามารถสร้างรายได้เฉลี่ยวันละ 3,000 - 5,000 บาท และยังสามารถขยายสาขาไปทั่วทุกจังหวัด [1]

สังขยาเป็นของหวานที่มีลักษณะเนื้อเนียนนุ่ม รสชาติหวาน กลิ่นหอมรับประทาน นิยมใช้เป็นไส้ของขนมปังหวานเพื่อทำให้อร่อยของขนมปังอร่อยยิ่งขึ้น ใช้จิ้มกับขนมปังหนึ่ง ปาท่องโก๋ หรือใช้ทา

ขนมปังแซนวิช ส่วนผสมหลัก ได้แก่ ไข่ไก่ น้ำตาลทราย น้ำกะทิ นมข้นจืด หรือนมสด นอกจากนี้ยังนิยมใช้กลิ่นรสต่าง ๆ ทั้งกลิ่นวานิลลา กลิ่นใบเตยจากการคั้นน้ำใบเตย และกลิ่นชาจากน้ำชงชา ได้แก่ ชาไทย ชาเขียว กรรมวิธีในการทำส่วนใหญ่จะนำไปคุ่นหรือกวน ลักษณะที่ดีของสังขยาควมมีความข้นหนืด มั่นวาว และรสชาติหวานมัน [2] และจากการที่สังขยามีรสชาติหวานนั้น อาจส่งผลต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้ หากบริโภคในปริมาณมากเกินไปเกินความต้องการของร่างกาย ซึ่งจะถูกเปลี่ยนเป็นไขมันสะสมในร่างกาย ทำให้หน้าหนักเกิน อ้วน และเกิดโรคหรือปัญหาทางสุขภาพตามมา [3] จากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์สังขยาในรูปแบบต่าง ๆ เช่น งานวิจัยของ Kee-ariyo, C., Apinya, M., Photchanee, B., and Nanolin, D. [4] ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมไทยจากพืชสมุนไพรพื้นบ้าน โดยการพัฒนาผลิตภัณฑ์สังขยาเสริมขมิ้นผง พบว่า สังขยาเสริมขมิ้นผงร้อยละ 0.5 ได้รับความชอบระดับปานกลาง และผู้บริโภคยอมรับสังขยาเสริมขมิ้นผงร้อยละ 81 นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ Mekrawee, N., Teeranuch, C., Onanong, T., Narongchai, K., and Kraiyarach, P. [5] ที่ทำการศึกษารื่องสังขยาน้ำเต้าหู้ผสมงาดำ พบว่าสามารถใช้น้ำเต้าหู้ผสมงาดำแทนน้ำใบเตยในสังขยาได้ร้อยละ 100 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมในระดับชอบมาก และสนใจซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 100 และเมื่อเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของสังขยาน้ำเต้าหู้ผสมงาดำกับสังขยาใบเตยพบว่า สังขยาน้ำเต้าหู้ผสมงาดำมีแร่ธาตุจำพวกแคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก โพแทสเซียม สังกะสี ฯลฯ ในปริมาณที่สูงกว่าสังขยาใบเตย

ดังนั้นจากเหตุผลข้างต้นคณะผู้วิจัยจึงสนใจในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สังขยาเสริมงาดำ เนื่องจากงาดำมีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีแร่ธาตุที่สำคัญ ได้แก่ แคลเซียม เหล็ก สังกะสี ไอโอดีน และฟอสฟอรัส โดยเฉพาะแคลเซียม มีมากกว่าพืชทั่วไปประมาณ 40 เท่า ซึ่งแคลเซียมมีความสำคัญในกระบวนการสร้างและพัฒนาของกระดูก รวมทั้งยังมีบทบาทที่สำคัญต่อการสร้างมวลกระดูก [6] โดยคณะผู้วิจัยทำการศึกษาสังขยาเสริมงาดำในปริมาณที่แตกต่างกันเพื่อหาความเหมาะสมของปริมาณงาดำโดยนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และคุณภาพทางกายภาพ และทำการศึกษาคัดเลือกชนิดของสารให้ความหวานแทนน้ำตาลในสูตรสังขยาเสริมงาดำ เพื่อทดแทนความหวานจากน้ำตาลที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย เป็นการใช้ความหวานจากสารให้ความหวานที่ไม่ให้พลังงาน แต่ยังมีรสชาติหวานที่ใกล้เคียงกับน้ำตาล ซึ่งสอดคล้องกับกระแสนิยมของผู้บริโภค ผนวกกับมาตรการส่งเสริมของหน่วยงานภาครัฐทั่วโลกที่ให้ความสำคัญต่อสุขภาพมากขึ้น [7] และผลิตภัณฑ์ที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลยังเหมาะกับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก สามารถใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลได้อย่างปลอดภัยโดยไม่ทำให้อ้วน และไม่ส่งผลต่อระดับน้ำตาลในเลือด จึงเหมาะสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน แต่ควรรับประทานในปริมาณไม่เกินค่า ADI กำหนด สำหรับน้ำตาลเทียมแต่ละตัวเพื่อป้องกันการเกิดอันตรายต่อสุขภาพ [8] และนอกจากนี้คณะผู้วิจัยทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ และศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สังขยาเสริมงาดำจากสารให้ความหวานแทนน้ำตาล

จากการศึกษาวิจัยชิ้นนี้จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์สังขยาเสริมงาดำจากสารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่มีรสชาติหวานใกล้เคียงน้ำตาลแต่ไม่ให้พลังงาน และยังคงลักษณะที่ดีของสังขยาไว้ อีกทั้งยังเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ในท้องตลาด เพื่อเป็นทางเลือกแก่กลุ่มคนที่รักสุขภาพ ทั้งนี้ผู้บริโภคยังได้รับคุณประโยชน์และคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มมากขึ้นจากการบริโภคผลิตภัณฑ์สังขยาเสริมงาดำ เช่น แคลเซียม เหล็ก ฟอสฟอรัส และใยอาหาร นอกจากนี้ยังเป็นการส่งเสริมการใช้พืชเศรษฐกิจของไทย และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่สินค้าทางการเกษตรอีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัสดุและอุปกรณ์

สูตรสังขยาดำประกอบด้วย นมสด 750 กรัม นมข้นจืด 500 กรัม ไข่แดง 100 กรัม แป้งข้าวโพด 50 กรัม น้ำตาลทราย 150 กรัม โดยทำการแปรผันปริมาณของงาดำร้อยละ 5 10 และ 15 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมดตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สูตรสังขยาเสริมงาดำในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 4 สูตร

ส่วนผสม	สูตรควบคุม งาดำร้อยละ 0 (กรัม)	งาดำร้อยละ 5 (กรัม)	งาดำร้อยละ 10 (กรัม)	งาดำร้อยละ 15 (กรัม)
นมสด	750	750	750	750
นมข้นจืด	500	500	500	500
ไข่แดง	100	100	100	100
แป้งข้าวโพด	50	50	50	50
น้ำตาลทราย	150	150	150	150
งาดำ	-	77.5	155	232.5

อุปกรณ์ในการผลิตสังขยาดำ ได้แก่ หม้ออบลมร้อน รุ่น CO-703A ผู้ผลิตประเทศจีน เครื่องปั่น รุ่น HR2115/02 ผู้ผลิต ประเทศอินโดนีเซีย หม้อคั้น อ่างผสม ตะกร้อมือ พายยาง ถ้วยเตรียม อุปกรณ์ชั่งตวง

2. วิธีการวิจัย

2.1 การเตรียมและกรรมวิธีในการผลิตสังขยาดำ

ล้างงาดำให้สะอาด พักในกระชอนจนสะเด็ดน้ำ และนำไปอบด้วยหม้ออบลมร้อน โดยใช้อุณหภูมิ 175 องศาเซลเซียส เวลา 12 - 15 นาที [9] เพื่อเพิ่มความหอมให้แก่งาดำ และงาดำที่ผ่านกระบวนการอบจะมีผลทำให้ปริมาณแคลเซียมที่อยู่ในงาดำมีเพิ่มมากขึ้น [10]

นำส่วนผสม ประกอบด้วย นมสด นมข้นจืด ไข่แดง แป้งข้าวโพด น้ำตาล และงาดำ ร้อยละ 5 10 และ 15 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมดตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1 ปั่นให้เข้ากันด้วย โถปั่นของเหลวด้วยความเร็วระดับสูงสุด (ระดับ 5) เวลา 2 นาที นำไปคั้นด้วยหม้อคั้นความร้อน 100 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที คนด้วยตะกร้อมืออย่างสม่ำเสมอ จนแป้งสุกและมีความข้นหนืด ใส่ น้ำตาลทราย คั้นต่อ 5 นาที เก็บรักษาในภาชนะที่มีฝาปิด เพื่อรอการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และประสาทสัมผัสต่อไป

2.2 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ศึกษาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยนำสังขยาเสริมงาดำในปริมาณที่แตกต่างกัน ได้แก่ งาดำร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) 5 10 และ 15 ของส่วนผสมทั้งหมดไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏโดยรวม สี กลิ่น รสชาติ ความข้นหนืด และ

ความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน ทำการทดสอบแบบ 9 - Point Hedonic Scale (1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 คือ ชอบมากที่สุด)

2.3 การประเมินคุณภาพทางด้านกายภาพ

วิเคราะห์ค่าความหนืด ด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบราง Bostwick Consistometers ยี่ห้อ CSC Scientific รุ่น 1-800-458-2558 และค่าสีในระบบ CIE (L^* a^* b^*) โดยใช้เครื่องวัดสี Minolta Colorimeter รุ่น CR-300 (Minolta Co., Ltd, Osaka, Japan)

2.4 ศึกษาคัดเลือกชนิดของสารให้ความหวานแทนน้ำตาล

ทำการทดลองโดยใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล 2 ชนิด ได้แก่ สตีเวีย และซูคราโลส มาทดแทนน้ำตาลในสูตร โดยสตีเวียมีความหวานเป็น 300 เท่าของน้ำตาล และซูคราโลส 600 เท่าของน้ำตาล [7] นำส่วนผสมตามอัตราส่วนที่แสดงในตารางที่ 2 มาผสมรวมกัน ปั่นให้เข้ากันด้วยโถปั่นของเหลวด้วยความเร็วระดับสูงสุด (ระดับ 5) เวลา 2 นาที นำไปคั่วด้วยหม้อคั่วความร้อน 100 องศาเซลเซียส เวลา 20 นาที คนด้วยตะกร้อมืออย่างสม่ำเสมอ จนแห้งและมีความชื้นหนืด เก็บรักษาในขวดแก้วที่มีฝาปิด

จากนั้นนำสังขยาเสริมงาดำจากสารให้ความหวานแทนน้ำตาล ทั้ง 2 สูตร (สตีเวีย และซูคราโลส) ไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และวิเคราะห์ค่าความหนืด และค่าสีในระบบ CIE (L^* a^* b^*)

ตารางที่ 2 สูตรสังขยาเสริมงาดำจากสารให้ความหวานแทนน้ำตาล

ส่วนผสม	สังขยาเสริมงาดำจากสตีเวีย (กรัม)	สังขยาเสริมงาดำจากซูคราโลส (กรัม)
นมสด	750	750
นมข้นจืด	500	500
ไข่แดง	100	100
แป้งข้าวโพด	50	50
งาดำ	155	155
สตีเวีย	0.5	-
ซูคราโลส	-	0.25

2.5 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์สังขยาเสริมงาดำต่อปริมาณ 100 กรัม ได้แก่ พลังงานทั้งหมด ไขมัน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน โยอาหาร ความชื้น เถ้า น้ำตาลทั้งหมด ด้วยวิธี AOAC [11] รวมถึงการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม เหล็ก และฟอสฟอรัส ด้วยวิธี AOAC [12] ของสังขยาเสริมงาดำจากสารให้ความหวานแทนน้ำตาล และสังขยาใบเตยจากน้ำตาลทราย

2.6 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สังขยาเสริมงาดำ

ทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค จำนวนผู้บริโภค 100 คน จากสูตรสังขยาเสริมงาดำที่ผ่านการคัดเลือกชนิดของสารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ได้รับคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสสูงสุด โดยใช้วิธีประเมินและทดสอบชิมแบบ 9 - Point Hedonic Scale (1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 คือ ชอบมากที่สุด) ซึ่งทำการทดสอบความชอบในด้านลักษณะปรากฏโดยรวม สี กลิ่น รสชาติ ความชื้นหนืด และความชอบโดยรวม รวมถึงข้อมูลทั่วไปจากแบบสอบถามการยอมรับ

ของผู้บริโภค โดยใช้กลุ่มผู้ทดสอบภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (Accidental Sampling) ทดสอบแบบ (Central Location Test)

2.7 วิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลคะแนนที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน ANOVA เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรม SPSS for Windows [13]

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และคุณภาพทางกายภาพของสังขยาเสริมงาดำ

ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และคุณภาพทางกายภาพของสังขยาเสริมงาดำ ในปริมาณที่แตกต่างกัน ได้แก่ งาดำร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) 5 10 และ 15 ของส่วนผสมทั้งหมด เพื่อเลือกสูตรที่ได้รับการยอมรับสูงสุดไปพัฒนาต่อ ดังนี้

1.1 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลคณิตรัสสังขยาเสริมงาดำที่มีงาดำร้อยละ 10 ให้ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏโดยรวม สี รสชาติ และความชอบโดยรวม มีค่าสูงสุดเมื่อเทียบกับสังขยาางาดำที่มีร้อยละ 5 และ 15 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากสังขยาที่เสริมงาดำร้อยละ 10 มีลักษณะที่ดี มีความข้นหนืดที่พอดี ไม่ข้นมากและไม่เหลวจนเกินไป อีกทั้งจากข้อเสนอแนะของผู้ทดสอบระบุว่า สีของสังขยาเสริมงาดำอยู่ในระดับความเข้มที่ดี มีสีดำนสวย มีความมันเงา และมีรสชาติที่ดีเพราะงาดำที่เติมลงไปไม่น้อยและไม่มากเกินไปจนไม่ทำให้มีรสขมของงาดำ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงเลือกสูตรสังขยาที่มีปริมาณงาดำร้อยละ 10 ไปพัฒนาต่อไป เนื่องจากเป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับและมีคะแนนความชอบสูงสุด และมีความใกล้เคียงกับสูตรควบคุม

ตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสังขยาเสริมงาดำ ($n = 50$)

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	สูตรควบคุม งาดำร้อยละ 0	งาดำร้อยละ 5	งาดำร้อยละ 10	งาดำร้อยละ 15
ลักษณะปรากฏ	7.16 ^a ±0.37	6.72 ^b ±1.21	7.20 ^a ±1.03	6.58 ^b ±1.03
สี	6.82 ^b ±1.13	6.56 ^b ±1.70	7.68 ^a ±0.91	6.92 ^b ±10.6
กลิ่น	6.52 ^b ±1.03	6.88 ^a ±1.76	7.36 ^a ±1.24	6.28 ^b ±1.26
รสชาติ	6.92 ^a ±0.63	6.12 ^b ±1.62	7.00 ^a ±1.34	6.30 ^b ±1.52
ความข้นหนืด	7.00 ^a ±0.85	6.36 ^b ±1.69	7.18 ^a ±1.41	7.12 ^a ±1.27
ความชอบโดยรวม	6.94 ^a ±0.65	6.58 ^b ±1.56	7.18 ^a ±1.33	6.32 ^b ±1.25

หมายเหตุ : ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

1.2 ผลการทดสอบคุณภาพทางกายภาพ

จากการทดสอบคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ความหนืด และค่าสี (L^* a^* b^*) ของสังขยาเสริมงาดำในปริมาณที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 4 พบว่า ค่าความหนืดของสังขยาเสริมงาดำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยถ้ามีปริมาณงาดำเพิ่มมากขึ้น การไหลจะช้าลง ทำให้ค่าความหนืดลดลงตามไปด้วย กล่าวคือ งาดำร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) งาดำร้อยละ 5 งาดำร้อยละ 10 และงาดำร้อยละ 15 มีค่าเท่ากับ 0.32 0.30 0.27 และ 0.24 (ชม./วินาที) ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากงาดำมีเซลลูโลสเป็นส่วนประกอบซึ่งมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ มีใยอาหารที่ค่อนข้างสูงสามารถอุ้มน้ำได้ดี [14] และจากการที่งาดำมีใยอาหารสูงนั้น จะไปเพิ่มเนื้อเยื่อหรือเยื่อใยให้แก่ผลิตภัณฑ์สังขยา ยิ่งเพิ่มปริมาณงาดำมากขึ้นเท่าไร สังขยาจะมีความหนืดเพิ่มมากขึ้นเท่านั้น ซึ่งความหนืดของสังขยาจะแปรผันตามปริมาณของงาดำ

ค่าสีพบว่า ค่าสี L^* และ a^* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่องาดำมีปริมาณเพิ่มขึ้นก็จะมีผลทำให้ค่าความสว่าง L^* ลดลง เนื่องจากลักษณะทางกายภาพของงาดำที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดสีดำเข้ม เมื่อนำมาใช้เป็นส่วนผสมในสังขยาก็จะทำให้สังขยามีสีดำนตามไปด้วย ส่วนค่า a^* ค่าความเป็นสีแดง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มปริมาณงาดำมีค่าอยู่ในช่วง 0.34 - 2.00 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องสังขยาน้ำเต้าหู้ผสมงาดำ [5] พบว่า การใช้น้ำเต้าหู้ผสมงาดำแทนน้ำใบเตยมีผลทำให้ค่าความสว่าง L^* ลดลง และค่า a^* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากมีส่วนผสมของงาดำทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเทาดำ ส่วนค่าสี b^* พบว่า งาดำร้อยละ 5 10 และ 15 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีความแตกต่างกันกับงาดำร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) จากรูปที่ 1 แสดงให้เห็นว่า การนำงาดำมาเสริมในผลิตภัณฑ์สังขยาในปริมาณที่แตกต่างกัน โดยเพิ่มปริมาณงาดำที่สูงขึ้น ดังรูปที่ 1(ก) งาดำร้อยละ 5 ดังรูปที่ 1(ข) งาดำร้อยละ 10 และ ดังรูปที่ 1(ค) งาดำร้อยละ 15 มีผลทางกายภาพด้านสีที่สังเกตเห็นได้ชัดเจน คือสังขยาจะมีสีดำเข้มขึ้นตามอัตราส่วนผสมของงาดำที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบคุณภาพทางกายภาพ ($n = 5$)

คุณภาพทางกายภาพ	สูตรควบคุม งาดำร้อยละ 0	งาดำร้อยละ 5	งาดำร้อยละ 10	งาดำร้อยละ 15
ค่าความหนืด (ชม./วินาที)	0.32 ^a ±0.00	0.30 ^b ±0.00	0.27 ^c ±0.00	0.24 ^d ±0.01
ค่าสี				
L^*	53.52 ^a ±1.18	24.82 ^b ±0.85	22.22 ^c ±0.90	16.38 ^d ±2.20
a^*	4.86 ^a ±0.15	0.34 ^d ±0.19	0.92 ^c ±0.35	2.00 ^b ±0.70
b^*	21.18 ^a ±0.40	4.98 ^b ±0.35	5.46 ^b ±1.41	5.64 ^b ±1.02

หมายเหตุ : ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันแถวแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



(ก) งาดำร้อยละ 5



(ข) งาดำร้อยละ 10



(ค) งาดำร้อยละ 15

รูปที่ 1 สังขยาเสริมงาดำในอัตราส่วนที่ต่างกัน 3 ระดับ

2. ผลการศึกษาคัดเลือกชนิดของสารให้ความหวานแทนน้ำตาล

จากผลการศึกษาข้างต้น คณะผู้วิจัยได้คัดเลือกสังขยาเสริมงาดำที่มีส่วนผสมงาดำร้อยละ 10 ที่มีผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุดมาศึกษาชนิดของสารให้ความหวานแทนน้ำตาล 2 ชนิด คือ สตีเวีย และซูคราโลส จากนั้นทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และคุณภาพทางกายภาพ

2.1 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำสังขยาเสริมงาดำจากสารให้ความหวานแทนน้ำตาลทั้ง 2 สูตร ได้แก่ สตีเวีย และซูคราโลสไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ดังตารางที่ 5 พบว่า ด้านลักษณะปรากฏโดยรวม สี กลิ่น ความข้นหนืด ของสังขยาเสริมงาดำที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลด้วยสตีเวีย และซูคราโลสไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ด้านรสชาติหวาน และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสังขยาจากซูคราโลสมีความชอบมากกว่าสตีเวีย เนื่องจากซูคราโลสให้รสชาติหวานใกล้เคียงกับน้ำตาล และไม่ทำให้เกิดรสขม หรือเผ็ดติดปลายลิ้นเหมือนสตีเวีย [8] จึงมีผลทำให้ผู้ทดสอบชิมชอบรสชาติหวานของซูคราโลสมากกว่าสตีเวีย ซึ่งสอดคล้องกับ Srisangwan, N. [15] และ Khamwachiraphitak, M., Payom, R., Morragot, K., Suvitchaya, S., Kanokwan, P., Benjang, A., Songpoltanarit, M., and Benjawan, B. [16] ได้รายงานไว้ว่า ซูคราโลสถูกสร้างจากน้ำตาลซูโครสเป็นสารตั้งต้น แล้วแทนที่กลุ่มไฮดรอกซิล 3 ตำแหน่งด้วยอะตอมสารคลอไรด์ ทำให้มีสูตรโครงสร้างคล้ายกับน้ำตาล ร่างกายไม่สามารถย่อยได้ แต่ยังคงให้รสชาติหวาน และไม่มีรสขมติดลิ้นใกล้เคียงน้ำตาล ละลายน้ำได้ดีและสามารถใช้ปรุงอาหารร้อนบนเตาโดยไม่สูญเสียความหวาน

2.2 ผลการทดสอบคุณภาพทางกายภาพ

ผลการวิเคราะห์ความข้นหนืด และค่าสี (L^* a^* b^*) ของสังขยาเสริมงาดำที่มีสารให้ความหวานแทนน้ำตาล 2 ชนิด ดังตารางที่ 6 พบว่า ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์สังขยาเสริมงาดำที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลทั้ง 2 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เนื่องจากสังขยาเสริมงาดำทั้ง 2 สูตร มีการใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลในปริมาณที่น้อยมากและใกล้เคียงกัน จึงทำให้ความข้นหนืดของผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 สูตรไม่แตกต่างกัน และจะเห็นได้ว่าซูคราโลสไม่มีคุณสมบัติในการเป็นสารให้เนื้อและเพิ่มความหนืดแก่ผลิตภัณฑ์ เนื่องจากมีปริมาณของแข็งที่น้อยมากเมื่อเทียบกับน้ำตาลชนิดอื่น [17] นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Akesuwan, A. [18] ที่กล่าวว่า ชนิดของน้ำตาลและความเข้มข้นของน้ำตาลในส่วนผสม ส่งผลต่อความหนืดในผลิตภัณฑ์

ค่าสี L^* a^* และ b^* พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เนื่องจากสารให้ความหวานแทนน้ำตาลทั้ง 2 ชนิด มีลักษณะที่เป็นผงสีขาวและใช้ในปริมาณที่น้อยมาก และสารทดแทนความหวานจะไม่มีโอกาสในการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดหรือเกิดได้น้อยมาก เนื่องจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อน้ำตาลรีดิวซ์ซึ่งมีหมู่ที่เป็นอัลดีไฮด์และคีโตนทำปฏิกิริยากับสารประกอบไนโตรเจน เช่น เอมีน โปรตีน ทำให้เกิดสารสีน้ำตาลที่เรียกว่า เมลานอยดิน (Melanoidins) ซึ่งสารทดแทนความหวานส่วนใหญ่ไม่มีหมู่ที่เป็นอัลดีไฮด์และคีโตนอยู่ จึงไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาได้ [19]

ตารางที่ 5 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสังขยาเสริมงาดำจากสารให้ความหวานแทนน้ำตาล ($n = 50$)

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	สังขยาเสริมงาดำที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล	
	สติเวีย	ซูคราโรส
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	7.02±0.76	7.10±0.81
สี ^{ns}	7.10±0.93	7.36±0.63
กลิ่น ^{ns}	6.88±1.76	7.36±1.24
รสชาติหวาน	6.12 ^b ±1.62	7.32 ^a ±1.03
ความข้นหนืด ^{ns}	6.96±0.60	7.00±1.17
ความชอบโดยรวม	6.58 ^b ±1.56	7.32 ^a ±1.26

หมายเหตุ : ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันแถวแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบคุณภาพทางกายภาพของสังขยาเสริมงาดำจากสารให้ความหวานแทนน้ำตาล ($n = 5$)

คุณภาพทางกายภาพ	สังขยาเสริมงาดำจากสารให้ความหวานแทนน้ำตาล	
	สติเวีย	ซูคราโรส
ค่าความหนืด (ชม./วินาที) ^{ns}	0.26±0.00	0.27±0.00
สี		
L^* ^{ns}	12.48±0.31	12.50±1.26
a^* ^{ns}	1.10±1.05	0.44±0.39
b^* ^{ns}	4.92±0.38	4.96±0.37

หมายเหตุ : ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

3. ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

นำสังขยาเสริมงาดำที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ได้รับการยอมรับสูงสุด คือ สังขยาเสริมงาดำจากซูคราโลสแทนน้ำตาล และสังขยาใบเตยจากน้ำตาลทราย ตามสูตรดังแสดงในตารางที่ 7 มาทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการต่อ 100 กรัม

จากตารางที่ 8 พบว่า เมื่อเปลี่ยนจากสังขยาที่ใช้ใบเตยมาเป็นงาดำ มีผลทำให้สังขยาเสริมงาดำมีปริมาณใยอาหาร แคลเซียม เหล็ก และฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากงาดำเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงชนิดหนึ่ง ซึ่งในเมล็ดงาดำมีกากใยร้อยละ 2.5-2.6 นอกจากนี้ยังมีแร่ธาตุร้อยละ 4.1-6.5 เช่น เหล็ก ไอโอดีน สังกะสี แคลเซียม ฟอสฟอรัส เป็นต้น [20] โดยเฉพาะแคลเซียมมีปริมาณสูงถึง 394.566 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม อาจเป็นเพราะงาดำมีแคลเซียมมากกว่าพืชทั่วไป 40 เท่าและสูงกว่างาขาวประมาณ 2 เท่า ซึ่งแคลเซียมจะมีความสำคัญในการสร้างกระดูกเด็กในวัยเจริญเติบโต และสตรีในวัยหมดประจำเดือน ซึ่งมีความบกพร่องของฮอร์โมนเอสโตรเจน ทำให้มีการดึงแคลเซียมออกจากกระดูก ดังนั้นงาดำจึงเป็นแหล่งแคลเซียมที่ดีจึงควรบริโภค [6] และยังสอดคล้องกับ Mekrawee, N., Teeranuch, C., Onanong, T., Narongchai, K., and Kraiyarach, P. [5] ที่ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการโดยการเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์สังขยาน้ำเต้าหู้ผสมงาดำกับสังขยาใบเตยพบว่าสังขยาน้ำเต้าหู้ผสมงาดำมีแนวโน้มปริมาณแคลเซียม เหล็ก และฟอสฟอรัสสูงขึ้นเมื่อเทียบกับสังขยาใบเตย

คาร์โบไฮเดรต และน้ำตาลทั้งหมดของสังขยาเสริมงาดำจากซูคราโลสมีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับสังขยาใบเตยจากน้ำตาลทราย เนื่องจากสังขยาเสริมงาดำจากซูคราโลสใช้สารให้ความหวานจากซูคราโลส ซึ่งเป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ไม่ให้พลังงาน [7] และไม่มีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือดหรือระดับอินซูลิน ไม่ทำให้ฟันผุ จึงเหมาะกับผู้ป่วยโรคเบาหวาน [16] แต่ในทางกลับกันการใช้สารให้ความหวานจากน้ำตาลทราย ซึ่งน้ำตาลทราย คือคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่ง จัดอยู่ในกลุ่มน้ำตาลโมเลกุลคู่ น้ำตาล 1 กรัม จะให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี นอกจากนี้น้ำตาลยังเป็นอาหารที่ปราศจากกากใย ไม่มีทั้งวิตามิน และแร่ธาตุ เมื่อกินเข้าไปจะเปลี่ยนเป็นพลังงานที่ใช้ในร่างกาย และถ้ามากเกินไปจะถูกเปลี่ยนเป็นไขมันสะสมในร่างกาย ดังนั้นการบริโภคน้ำตาลในปริมาณมากจะส่งผลให้มีน้ำหนักเกิน ทำให้เกิดโรคหรือปัญหาสุขภาพตามมา การเลือกรับประทานอาหารที่มีปริมาณมากน้อยของน้ำตาล จึงเป็นสิ่งสำคัญลำดับต้น ๆ ของการควบคุมและดูแลร่างกาย [3]

ส่วนพลังงานทั้งหมดของสังขยาเสริมงาดำจากซูคราโลสพบว่า มีปริมาณเท่ากับ 200.33 กิโลแคลอรี ซึ่งมากกว่าสังขยาใบเตยจากน้ำตาลทรายที่มีปริมาณเท่ากับ 147.12 กิโลแคลอรี ทั้งนี้เนื่องจากสังขยาเสริมงาดำจากซูคราโลส มีไขมัน 13.33 กรัม และโปรตีน 7.33 กรัม ซึ่งมีแนวโน้มที่สูงกว่าสังขยาใบเตยจากน้ำตาลทราย และเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับผลการวิจัยของ Mekrawee, N., Teeranuch, C., Onanong, T., Narongchai, K., and Kraiyarach, P. [5] พบว่า สูตรสังขยาน้ำเต้าหู้ผสมงาดำมีปริมาณไขมัน และโปรตีนสูงกว่าสูตรสังขยาใบเตย ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าพลังงานทั้งหมดที่มีปริมาณสูง ส่วนใหญ่มาจากไขมันและโปรตีนซึ่งมีอยู่มากในงาดำ ซึ่งสอดคล้องกับตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทยที่ระบุว่า งาดำอบปริมาณ 100 กรัม มีไขมัน 51.9 กรัม และโปรตีน 20.6 กรัม [10] อย่างไรก็ตามไขมันจากงาดำเป็นไขมันที่ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงร้อยละ 85 โดยมีกรดไขมันอิ่มตัวประมาณร้อยละ 42 - 48 การมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงจะช่วยควบคุมระดับคอเลสเตอรอลในเลือดไม่ให้มีมากเกินไป

ป้องกันไม่ให้หลอดเลือดแข็ง ป้องกันโรคหัวใจ และโรคที่เกี่ยวข้องกับเส้นเลือดบางชนิด รวมทั้งให้ความชุ่มชื้นแก่ผิว [6] และเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับงานวิจัยของ Klinkajorn, S. [21] ที่ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันในผลิตภัณฑ์เนยงาดำพบว่า มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงถึงร้อยละ 82.7 และยิ่งสอดคล้องกับ Bunsit, K. and Teerapon, B. [22] ได้รายงานไว้ว่า จากการทดลองคนที่กินอาสาสมัครที่มีระดับไขมันในเลือดสูง มีสภาวะเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด เมื่อให้กินกากงาดำในรูปแบบแคปซูลปริมาณ 2.52 - 2.58 กรัมต่อวัน ติดต่อกันเป็นเวลา 1 เดือน พบว่าอาสาสมัครมีระดับไขมันในเลือดลดลง โดยเฉพาะระดับคอเรสเตอรอลรวม และแอลดีแอลคอเรสเตอรอล

ตารางที่ 7 สูตรสังขยาเสริมงาดำจากซูคราโรสแทนน้ำตาลกับสังขยาใบเตยจากน้ำตาลทราย

สังขยาเสริมงาดำจากซูคราโรสแทนน้ำตาล		สังขยาใบเตยจากน้ำตาลทราย	
ส่วนผสม	(กรัม)	ส่วนผสม	(กรัม)
นมสด	750	นมสด	750
นมข้นจืด	500	นมข้นจืด	500
ไข่แดง	100	ไข่แดง	100
แป้งข้าวโพด	50	แป้งข้าวโพด	50
งาดำ	155	น้ำใบเตย	155
ซูคราโรส	0.25	น้ำตาลทราย	150

หมายเหตุ : สูตรสังขยาใบเตยจากน้ำตาลทรายดัดแปลงจากงาดำร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) [23]

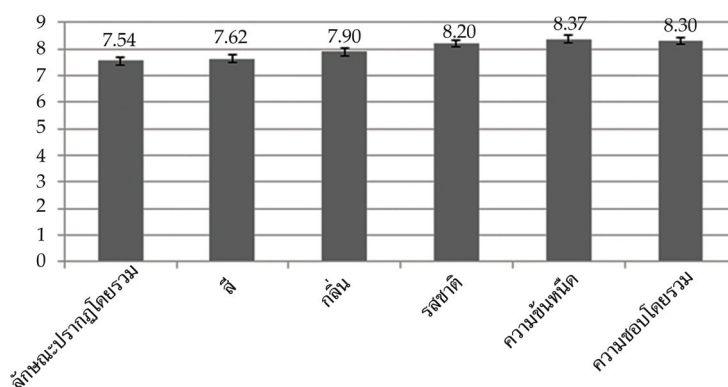
ตารางที่ 8 คุณค่าทางโภชนาการของสังขยาเสริมงาดำจากซูคราโรสแทนน้ำตาลกับสังขยาใบเตยจากน้ำตาลทราย

คุณค่าทางโภชนาการ	สังขยาเสริมงาดำจาก	สังขยาใบเตยจาก
	ซูคราโรสแทนน้ำตาล	น้ำตาลทราย
พลังงานทั้งหมด (Calories)	200.33 Kcal/100 g	147.12 Kcal/100 g
ไขมัน (Fat)	13.33 g/100 g	4.88 g/100 g
คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)	12.76 g/100 g	22.64 g/100 g
โปรตีน (Protein)	7.33 g/100 g	3.16 g/100 g
ใยอาหาร (Dietary Fiber)	5.05 g/100 g	0.22 g/100 g
ความชื้น (Moisture)	64.98 g/100 g	68.66 g/100 g
เถ้า (Ash)	1.60 g/100 g	0.66 g/100 g
น้ำตาลทั้งหมด (Total Sugar)	4.05 g/100 g	18.24 g/100 g
แคลเซียม (Calcium)	394.566 mg/100 g	75.192 mg/100 g
เหล็ก (Iron)	1.570 mg/100 g	0.459 mg/100 g
ฟอสฟอรัส (Phosphorus)	218.154 mg/100 g	83.760 mg/100 g

4. ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

จากผู้บริโภคจำนวน 100 คน พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 65 ที่เหลือเป็นเพศชายร้อยละ 35 อายุอยู่ระหว่าง 15 - 24 ปี ร้อยละ 40 รองลงมาอายุอยู่ระหว่าง 25 - 34 ปี ร้อยละ 25 อาชีพนักศึกษาร้อยละ 40 รองลงมาอาชีพอิสระร้อยละ 26 ระดับการศึกษาปริญญาตรีร้อยละ 41 รองลงมามัธยมศึกษาตอนปลายร้อยละ 23 มีรายได้อยู่ระหว่าง 10,001 - 20,000 บาทต่อเดือน ร้อยละ 35 รองลงมา 5,001 - 10,000 บาทต่อเดือน ร้อยละ 30

จากรูปที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสังขยาเสริมงาดำจากซูคราโลสแทนน้ำตาลพบว่า ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ยรวมทุกด้านเท่ากับ 7.98 อยู่ในระดับการยอมรับมาก โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ความชื้นเนื้อมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.37 ความชอบโดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.30 รสชาติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.20 กลิ่นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.90 สีสันมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.62 และลักษณะปรากฏโดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.54 ตามลำดับ การตัดสินใจบริโภคผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคพบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ร้อยละ 90 ตัดสินใจซื้อเมื่อผลิตภัณฑ์วางจำหน่ายที่เหล็กร้อยละ 10 ไม่ซื้อ เนื่องจากไม่ชอบที่มีลักษณะสีดำ และไม่ชอบกลิ่นงาดำ ส่วนด้านเหตุผลในการซื้อผู้บริโภคร้อยละ 45 ให้เหตุผลว่าเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกเพื่อสุขภาพ รองลงมาร้อยละ 23 ให้เหตุผลว่ามีปริมาณน้ำตาลต่ำ รองลงมาร้อยละ 15 ให้เหตุผลว่าประโยชน์ของงาดำ และร้อยละ 7 ให้เหตุผลว่าเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ในท้องตลาด



รูปที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สังขยาเสริมงาดำจากซูคราโลสแทนน้ำตาล

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาปริมาณงาดำที่เหมาะสมในการผลิตสังขยา สรุปได้ว่า ผลิตภัณฑ์สังขยาสามารถเสริมงาดำได้ร้อยละ 10 ของส่วนผสมทั้งหมด ซึ่งเป็นสัดส่วนที่เหมาะสมและได้รับการยอมรับสูงสุด ส่วนลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ค่าความหนืด และค่าสีของสังขยาเสริมงาดำมีความแตกต่างกันกับสังขยาสูตรควบคุม ($p \leq 0.05$) และเมื่อนำสังขยาเสริมงาดำมาศึกษาคัดเลือกชนิดของสารให้ความหวานแทนน้ำตาล พบว่าสังขยาเสริมงาดำจากซูคราโลส ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงกว่าสารให้ความหวานจากสตีเวีย ส่วนค่าความหนืด และค่าสีไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) คุณค่าทางโภชนาการของสังขยาเสริมงาดำจากซูคราโลส มีปริมาณพลังงานทั้งหมด ไขมัน โปรตีน โยอาหาร เถ้า แคลเซียม เหล็ก และฟอสฟอรัส

โดยมีแนวโน้มสูงกว่าสังขยาใบเตยจากน้ำตาลทราย ส่วนคาร์โบไฮเดรต ความชื้น และน้ำตาลทั้งหมด มีแนวโน้มต่ำกว่าสังขยาใบเตยจากน้ำตาลทราย นอกจากนี้ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์สังขยาเสริมงาจากชาคราโรสในระดับการยอมรับมาก โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่ร้อยละ 90 ตัดสินใจซื้อเมื่อผลิตภัณฑ์วางจำหน่าย และร้อยละ 45 ให้เหตุผลว่าเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกเพื่อสุขภาพ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ และกองทุนส่งเสริมงานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัยงบประมาณประจำปี พ.ศ. 2561 ในการทำวิจัยครั้งนี้

References

- [1] SME Cheechongruay. (2019). **Pungpunglava Franchise Khanompungsaitaluk Longtoonngai Kumraignkrung**. Access (18 March 2020). Available (<http://cheechongruay.smartsme.co.th/content/22264>)
- [2] Daedkhulchon, J. (2014). **Thai Dessert Book 2**. Bangkok: Diamond Publisher
- [3] Bureau of Nutrition, Department of Health. (2011). **Good Health Starts at Foods Reduce Sweet, Salty, add More Vegetables, Fruits**. In: Saleepan, S., and Sukjai, S. (eds.). Bangkok: Veterans Organization Printing Factory.
- [4] Kee-ariyo, C., Apinya, M., Photchanee, B., and Nanoln, D. (2012). **The Development Thai Dessert form Local Herbs**. Research Report, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
- [5] Mekrawee, N., Teeranuch, C., Onanong, T., Narongchai, K., and Kraiyarach, P. (2016). Tofu Egg Custard Sauce with Black Sesame. **Home Economics Journal**. Vol. 59, No. 3, pp. 26-35
- [6] Sagepakdee, N. (2001). **Development of Semi-Finished Black Sesame Soup Products**. Thesis Master Degree of Home Economics, Home Economics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University
- [7] Jacob, M., Tripathi, A. M., Yadav, G., and Saha, S. (2016). Nutritive and Non-Nutritive Sweeteners: A Review. **International Journal of Oral Health and Medical Research**. Vol. 2, No. 5, pp. 149-153
- [8] Chermongkhl, W. (2008). Sweeteners: Use and Safety. **Thai Pharmaceutical and Health Science Journal**. Vol. 3, No. 1, pp. 161-168
- [9] Hemrangkh, P. (2011). **The Development of Bread Sticks with Black Sesame: A Case Study of Khakai Company Limited**. Thesis Master Degree of Arts, Development Strategy, Rajabhat Rajanagarindra University
- [10] Bureau of Nutrition, Department of Health. (2001). **Nutritive Values of Thai Foods**. In: Boonvisut, S. (eds.). Bangkok: Department of Health

- [11] AOAC. (2000). **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 17th ed. Maryland, USA: AOAC International
- [12] AOAC. (2005). **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 18th ed. Maryland, USA: AOAC International
- [13] Vanidbhuncha, K. (2007). **Data Analysis SPSS for Windows**. 10th ed. Bangkok: Thamasan Publishers Ltd.
- [14] Deveries, L. J. and Reinhold, V. N. (1992). **Controlling Dietary Fiber in Food Products**. New York: Van Nostrand Reinhold
- [15] Srisangwan, N. (2012). **Nutritional Improvement of A-lua and Foi-Thong Desserts by Using Non sugar Sweeteners**. Thesis Master Degree of Science, Food Technology, Faculty of Engineering and Industrial Technology, Silpakorn University
- [16] Khamwachiraphitak, M., Payom, R., Morragot, K., Suvitchaya, S., Kanokwan, P., Benjang, A., Songpoltanarit, M., and Benjawan, B. (2008). Influence of Fructose Syrup and Sucralose on Some Characteristics of Mixed Fruit Jams. **Research Journal and Development of Valaya Alongkorn Under the Royal Patronage**. Vol. 11, No. 2, pp. 15-23
- [17] Tanthipiriya, J. (2006). **Partial Substitution of Sugars by Sweeteners “Sucralose” in Pomelo Jam Product**. Nakhonpathom: Nakhonpathom Rajabhat University
- [18] Akesuwan, A. (2009). Quality of Reduced-Fat Chiffon Cakes Prepared with Erythritol-Sucralose as Replacement for Sugar. **Pakistan Journal of Nutrition**. Vol. 8, Issue 9, pp. 1383-1386. DOI: 10.3923/pjn.2009.1383.1386
- [19] Lin, S. D., Hwang, C. F., and Yeh, C. H. (2003). Physical and Sensory Characteristics of Chiffon Cake Prepared with Erythritol as Replacement for Sucrose. **Journal of Food Science**. Vol. 68, Issue 6, pp. 2107-2110. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2003.tb07027.x
- [20] Vongyeam, W. (2009). **Supplementing Rice Flour Cookies with Protein Extracted from Black Sesame Seeds**. Thesis Master Degree of Science, Agro-Industrial Product Development, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University
- [21] Klinkajorn, S. (2002). **Production of Black Sesame *Sesame indicum* Linn. Butter**. Thesis Master Degree of Science in Food Technology, Food Technology, Faculty of Science, Chulalongkorn University
- [22] Bunsit, K. and Teerapon, B. (2014). Value of Unroasted Black Sesame Seed Cake. **Journal of Science and Technology, Ubon Ratchathani University**. Vol. 16, No. 2, pp. 47-54
- [23] Phuksuksakul, A. (2015). **Food for Family**. Food and Nutrition Department, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi



RMUTI

ราชมงคลอีสาน



RMUTI JOURNAL

Science and Technology

Vol. 13 No. 2 May - August 2020



Institute of Research and Development

Rajamangala University of Technology Isan

744 Suranarai Road, Meuang, Nakhon Ratchasima 30000, Thailand

Tel. (66) 4423 3063 Fax. (66) 4423 3064

E-mail : rmuti.journal@gmail.com <http://ird.rmuti.ac.th/2015>

รายชื่อวารสารทั้งหมด

พบวารสารทั้งหมด 1129 รายการ

*ท่านสามารถดูรายละเอียดของแต่ละวารสารได้โดยคลิกที่ชื่อของวารสาร

2672-9369

ISSN	E-ISSN	ชื่อไทย	ชื่ออังกฤษ	TCI กลุ่มที่	สาขา	เว็บไซต์	หมายเหตุ
2672-9334	2672-9369	วารสาร มทร.อีสาน ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	RMUTI Journal Science and Technology	2	Physical Sciences	https://www.tci-thaijo.org/index.php/rmutj/index	- เริ่มใช้ ISSN และชื่อวารสารใหม่ ตั้งแต่ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2557 (Vol.7 No.2 July-December 2014) เป็นต้นไป - ISSN และชื่อวารสาร (เดิม) คือ ISSN: 1906-215X, วารสาร มทร.อีสาน RMUTI Journal