



ISSN (Online) : 2672-9369

RMUTI JOURNAL

วารสาร มทร.อีสาน

ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
Science and Technology

2023

ปีที่ 16 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม 2566

Vol. 16 No. 2 May - August 2023



INSTITUTE OF RESEARCH AND DEVELOPMENT
RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY ISAN

วารสาร มทร.อีสาน ได้รับการประเมินคุณภาพให้อยู่ในฐานข้อมูล
ของศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (TCI) กลุ่มที่ 2

วารสาร มทร.อีสาน ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี RMUTI JOURNAL Science and Technology

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

Rajamangala University of Technology Isan (RMUTI)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ด้านวิชาการ ด้านงานวิจัย และสิ่งประดิษฐ์ระหว่างนักวิชาการ และนักวิจัยกับผู้สนใจทั่วไป
2. เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ ผลงานวิจัย และสิ่งประดิษฐ์ของนักวิชาการและนักวิจัยสู่สาธารณชน

หลักเกณฑ์การส่งบทความ

วารสาร มทร.อีสาน ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เน้นบทความทางด้าน Physical Sciences ในสาขาวิชา Chemistry, Engineering, Materials Science, Environmental Science และ Mathematics บทความทุกบทความจะต้องผ่านการพิจารณาโดยผู้ทรงคุณวุฒิที่เชี่ยวชาญอย่างน้อย 3 ท่าน แบบผู้ทรงคุณวุฒิและผู้แต่งไม่ทราบชื่อกันและกัน (double-blind review)

เจ้าของ

สถาบันวิจัยและพัฒนา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

744 ถ.สุนทรารายณ์ 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 และมีใช่เป็นความรับผิดชอบของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

วารสาร มทร.อีสาน ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
RMUTI JOURNAL Science and Technology

ที่ปรึกษากองบรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.โมษิต ศรีภูธร

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ระวี ะวีกุล

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

รองศาสตราจารย์ ดร.วีรชัย พุทธวงศ์

ประธานหลักสูตรนิติวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์	ศรีนิเวศน์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ฤทธิ์	สมบัติสมภาพ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ศาสตราจารย์ ดร.ตะวัน	สุขน้อย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ศาสตราจารย์ ดร.ทวนทอง	จุฑาเกตุ	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ	ชุตินา	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศาสตราจารย์ ดร.เปี่ยมศักดิ์	เมนะเสวต	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศาสตราจารย์ ดร.พิเชษฐ	ลิมสุวรรณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล	เหล่าสุวรรณ	มหาวิทยาลัยหาดใหญ่
ศาสตราจารย์ ดร.เมธา	วรรณพัฒน์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ศาสตราจารย์ ดร.รัตติก	ยัมมัญญ	สถาบันวิทยสิริเมธี
ศาสตราจารย์ ดร.วินัย	ประลมพ์กาญจน์	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
ศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย	ปทุมนากุล	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ศาสตราจารย์ ดร.สำเริง	จักรใจ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ	ลิมกตัญญู	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	ธาริบุญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร.เชิดศักดิ์	สุขศิริพัฒน์พงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ศักดิ์	โยธา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
รองศาสตราจารย์ ดร.นิรัช	สุดสังข์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต	กฤตาคม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
รองศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์	แพ่งคำ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา	กอบเจริญ	วิทยาลัยเทคโนโลยีจิตรลดา

กองบรรณาธิการ (ต่อ)

รองศาสตราจารย์ ดร.มนัส	ชัยจันทร์	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย	สิงห์บุญศุข	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
รองศาสตราจารย์ ดร.สรายุธ	เดชะปัญญา	มหาวิทยาลัยบูรพา
รองศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์	คุลย์จินดาชบาพร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร	ไชยะ	จังหวัดฉะเชิงเทรา
รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย	แสงอาทิตย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
รองศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์	อัครสุชี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
รองศาสตราจารย์ อุดมศักดิ์	สาริบุตร	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไกรสิทธิ์	วสุเพ็ญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักษดา	ธำรงวุฒิ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาคริต	นวลฉิมพลี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เดือนเพ็ญ	วงศ์สอน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัฐพล	สมนา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิพันธ์	วงศ์สุทธาวาส	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจิตรา	อุ้นเรือน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ดร.จารุพงษ์	บรรเทา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ดร.เยาวพา	ความหมั่น	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ดร.สุกัญญา	คำหล้า	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

บรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.อิทธิพล	วรพันธ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
---------------------------	---------	----------------------------------

ฝ่ายจัดการและธุรการ

นางสาววลีรักษ์	ศรีศิลป์ไชย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
----------------	-------------	----------------------------------

สารบัญ Table of Contents

บทความวิจัย (Research Articles)

การออกแบบหมวกคลุมศีรษะสำหรับป้องกันดวงตาทารกที่มีภาวะตัวเหลืองและได้รับการส่องไฟรักษา Headgear Design for Protecting the Eyes of Jaundiced Newborn During Phototherapy Treatment ชญชิตา ณะสม, สาคร ชลสาคร และศุภนิชา ศรีวรรเดชไพศาล <i>Chananchida Nasom, Sakorn Chonsakorn, and Supanicha Srivorradatpaisan</i>	1
ผลของค่าสีและค่าความคงทนของสีต่อการซักผ้าไหมย้อมธรรมชาติจากใบโมกพวงจากตะกอนสาร ให้ความเป็นด่างที่ต่างกัน The Effects of Different Alkalizing Agents on the Color Value and Color Fastness of Naturally Dyed Silk from Water Jasmine Leaves พีรพัฒน์ ใจงามดี, ศรัณยา เพือกพ่อง และวัลลภ อารีรบ <i>Peerapat Jaingamdee, Sarunya Puakpong, and Wallop Arirop</i>	13
การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิด้วยการใช้สารคงตัวจากผงเมือกของกระเจียบเขียว Developing Coconut Milk Ice Cream Using Stabilizers from Okra Mucilage Powder สังวาลย์ ชมภูจา, จรรยา โทะนาบุตร, อัศพงษ์ อุประวรรณ และอรรถ ชันสี <i>Sungwan Chompuja, Janya Thonabut, Utsaphong Uprarawanna, and At Khunsee</i>	21
สภาวะที่เหมาะสมในการทอดกล้วยคาเวนดิชโดยเครื่องทอดสุญญากาศ Optimum Conditions for Frying Cavendish Bananas by Vacuum Fryer เพ็ญศิริ คงสิทธิ์, กัญญา สलगูยู และสาयป่าน สาขชัยภูมิ <i>Phensiri Khongsit, Kanya Salungyoo, and Saiparn Sangchaiyapoom</i>	32

การออกแบบหมวกคลุมศีรษะสำหรับป้องกันดวงตาทารกที่มีภาวะ
ตัวเหลืองและได้รับการส่องไฟรักษา

Headgear Design for Protecting the Eyes of Jaundiced Newborn During Phototherapy Treatment

ชนัญชิดา ณะสม^{1*} สาคร ชลสาคร¹ และศุภนิชา ศรีวรรเดชไพศาล¹

Chananchida Nasom^{1*} Sakorn Chonsakorn¹ and Supanicha Srivorradatpaisan¹

Received: February 23, 2023; Revised: June 21, 2023; Accepted: June 21, 2023

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาชนิดของผ้าที่เหมาะสมต่อการใช้งานสำหรับทารกแรกเกิด และ 2) ศึกษาการออกแบบหมวกคลุมศีรษะสำหรับป้องกันดวงตาทารกแรกเกิด ทั้งเกิดก่อนและครบกำหนด ซึ่งมีวิธีดำเนินการวิจัยมี 2 ขั้นตอน คือ 1) การศึกษาชนิดผ้าที่เหมาะสม 5 ชนิด ได้แก่ ผ้าสาหลูเส้นใยฝ้ายร้อยละ 100 ผ้าสาหลูลายการ์ตูนเส้นใยฝ้ายร้อยละ 100 ผ้าสาหลูเส้นใยโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 100 ผ้าหนังไก่เส้นใยโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 100 และผ้านาโนเส้นใยโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 100 และผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพพบว่า การทดสอบการขัดถูผ้าสาหลูลายการ์ตูนเส้นใยฝ้ายร้อยละ 100 มีความคงทนต่อการขัดถูอยู่ในระดับ 4 จาก 5 ระดับ การทดสอบความคงทนของสีต่อการซักพบว่า มีค่าระดับการเปลี่ยนแปลงของสีอยู่ในระดับ 4/5 การติดเปื้อนสีบนผ้าขาวอยู่ในระดับ 4/5 และการทดสอบความคงทนของสีต่อการกดทับด้วยความร้อนพบว่า มีค่าระดับการเปลี่ยนแปลงของสีอยู่ในระดับ 4/5 และการติดเปื้อนสีบนผ้าขาวอยู่ในระดับ 4/5 เท่ากัน 2) การศึกษาการออกแบบหมวกคลุมศีรษะ 5 แบบ ได้แก่ แบบแผ่นฟิล์มเย็บติด แบบเปิดปิด แบบมัดเชือกใต้คาง แบบหมวกพับสวมปิด และแบบเปิดหน้าผาก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบประเมินความพึงพอใจ (IOC) เท่ากับ 0.60 ผลการศึกษพบว่า ผ้าสาหลูลายการ์ตูนเส้นใยฝ้ายร้อยละ 100 มีความเหมาะสมต่อการใช้งานสำหรับทารกแรกเกิดมากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 มีสมบัติเด่นคือ ระบายอากาศได้ดี มีความโปร่งบาง ทำความสะอาดง่าย ทนความร้อนต่อแสง ด้านความปลอดภัยต่อผิวหนังไม่ระคายเคือง และมีลวดลายผ้าที่น่านกัสนสมัยเหมาะสมแก่ทารกแรกเกิด และหมวกคลุมศีรษะแบบมัดเชือกใต้คางมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 จากผลการทดสอบที่กล่าวมา สามารถสรุปได้ว่ามีความเหมาะสมในการใช้งานก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผลิตภัณฑ์สิ่งทอทางการแพทย์

คำสำคัญ : การส่องไฟ; ทารก; ภาวะตัวเหลือง; หมวกคลุมศีรษะ

¹ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี

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

* Corresponding Author, Tel. 06 2232 3906, E - mail: korn_c@rmutt.ac.th

Abstract

This study focused on two main aims: 1) to evaluate a suitable fabric for newborns; and 2) to study a headgear design for eyes protection in newborns, both premature and mature. The research method consisted of 2 steps: 1) to study 5 types of fabrics including 100% cotton salou fabric, 100 % cartoon pattern salou fabric, 100 % polyester fiber lint, 100 % polyester fiber chicken skin fabric and 100 % polyester nano. The physical test found the abrasion test of 100 % cotton fabric with cartoon pattern salu had a rubbing fastness at level 4 out of 5 levels. A test for color fastness of washing and pressing with heat showed that there was color variation at level 4/5 and the color staining on white cloth was level 4/5. A test of color fastness to heat pressing showed that both the degree of color change and the staining on white fabric were at level 4/5. to the second step (2) was to study 5 styles of headgear including sewn-on film type, open-close type, chin strap type foldable hat style and open forehead. The research instrument was a questionnaire of satisfaction (IOC) with a reliability coefficient of 0.60. The result showed that 100 % cotton cartoon salou fabric was suitable and feasible for newborns, with an average rating of 4.26. The outstanding properties were well-ventilated and transparent, easy to clean, heat resistant to light, safety for baby's skin, and non-irritating. There were cute, modern fabric patterns suitable for newborns and the baby bonnet design had a high-level satisfaction, with an average rating of 4.42. From the test results, it can be concluded the fabric is convenient to use and beneficial to medical textile products.

Keywords: Phototherapy; Newborns; Jaundice; Headgear

บทนำ

ภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิด (Neonata Hyperbilirubinemia หรือ Jaundice) เป็นปัญหาที่พบได้ทั่วโลก จากสถิติในประเทศสหรัฐอเมริกา ทารกเกิดก่อนกำหนดมีภาวะตัวเหลืองร้อยละ 80 และในทารกเกิดครบ ร้อยละ 60 - 65 [1] สำหรับประเทศไทยมีรายงานเด็กที่ภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิด และมีแนวโน้มภาวะ ตัวเหลืองในทารกแรกเกิดทั้งคลอดก่อนกำหนดและครบกำหนดมีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า จากร้อยละ 7.56 เป็นร้อยละ 14.21 [2] ทารกแรกเกิดที่มีภาวะดังกล่าวต้องได้รับการรักษาด้วยการส่องไฟ เนื่องจากแสงสามารถ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างของโมเลกุลของ Bilirubin ซึ่งปกติละลายน้ำไม่ได้ให้กลับกลาย มาเป็นสารที่ละลายน้ำได้ สามารถขับถ่ายสารได้ทางปัสสาวะและอุจจาระโดยออกมาทางน้ำดี ถ้าไม่ได้รับการรักษา ที่ถูกต้องจะทำให้ทารกมีระดับ Bilirubin ในเลือดสูงมากเกิดภาวะแทรกซ้อนทางสมองทำให้ทารกมีพัฒนาการ ทางระบบประสาทล่าช้า การได้ยินบกพร่องพิการหรือเสียชีวิตได้ [3]

การปิดตาทารกขณะส่องไฟรักษา (Phototherapy) พบว่า โรงพยาบาลส่วนใหญ่ยังคงใช้แผ่นฟิล์มทึบแสง ห่อด้วยผ้าก๊อชและปิดด้วยแถบกาวยเหนียว หรือพลาสติก (Micropore) ก่อให้เกิดปัญหาผ้าปิดตาเลื่อนหลุด ขณะส่องไฟ ทารกไม่สุขสบายเนื่องจากต้องใช้แถบกาวยเหนียว (Hypafix) หรือพลาสติก (Micropore) ปิดที่ ผิวทารกและเวลาลอกออกเพื่อเปลี่ยนผ้าปิดตา หรือทำความสะอาดดวงตาทารกอาจทำให้เกิดการลอกออกของ ผิวหนังรอบดวงตา ทารกแสดงสีหน้าเจ็บปวดเกิดรอยแดงหรือผื่น บริเวณรอบ ๆ ดวงตา และเมื่อทารกนอน ตะแคงการใช้แผ่นฟิล์มทึบแสงห่อด้วยผ้าก๊อชซึ่งมีความแข็งอาจทำให้เกิดรอยแดงและรอยกดทับได้เช่นกัน

ซึ่งปัญหาดังกล่าวอาจส่งผลให้มารดาเกิดความวิตกกังวลและไม่พึงพอใจในการดูแลทารกอีกด้วยสอดคล้องกับการศึกษาของนวัตกรรมห้องคลอด หออภิบาลทารกแรกเกิด [4] ได้จัดทำนวัตกรรมแว่นตาใส เพื่อป้องกันภาวะแทรกซ้อนในขณะส่องไฟทารกพบว่า มักเกิดปัญหาผ้าปิดตาเลื่อนหลุดขณะส่องไฟโดยเฉพาะเวลาที่ทารกนอนดิ้นไปมา บางครั้งเจ้าหน้าที่จำเป็นต้องใช้พลัสเตอร์ มาติดทับเพื่อเพิ่มป้องกันการเลื่อนหลุด แต่มีผลทำให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังทารกและเกิดรอยกดทับรอบดวงตาทารก นอกจากนี้มารดามีความวิตกกังวลและไม่พึงพอใจอีกด้วย ที่ผ่านมามีผู้จัดทำนวัตกรรมผ้าปิดตาแบบต่าง ๆ ไว้แล้ว เช่น ผ้าปิดตากันแสงจากแผ่นฟองน้ำที่ติด Pulse Oximeter ของหอผู้ป่วยกุมารเวชกรรม โรงพยาบาลหนองคาย [5] นวัตกรรมดวงตาใสจากการส่องไฟ ที่ทำจากผ้าโรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ [6] และนวัตกรรมพิทักษ์ดวงตาด้วยผ้าใยบัว หออภิบาลทารกแรกเกิด โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพศูนย์อนามัยที่ 6 เป็นต้น และการศึกษาของ [7] ที่ศึกษาทารกแรกเกิดด้วยผ้าใยบัวพบว่า ยังคงมีปัญหาการระคายเคืองและบาดเจ็บจากการลอกพลัสเตอร์ที่ปิดทับนวัตกรรมดังกล่าวเพื่อป้องกันการเลื่อนหลุดเช่นกัน ทำให้ทารกเจ็บปวดทรมานและสร้างความวิตกกังวลแก่บิดา มารดา และพยาบาลที่ดูแลเป็นอย่างมาก

ปัญหาของวัสดุกับการใช้ผ้าปิดที่ขัดขวางสายสัมพันธ์ระหว่างมารดาและทารก เนื่องด้วยเมื่อนำทารกมาดูแลนมแม่จากเต้านมมารดาจะไม่กล้าลอกผ้าปิดตาออก เนื่องจากพลัสเตอร์ที่ติดทับมักแน่นลอกออกยาก มารดาจึงกังวลและกลัวทำให้ทารกเจ็บหรือเกิดรอยแดง ส่งผลให้มารดาและทารกขาดโอกาสประสานสายตาเพื่อพัฒนาความผูกพันรักใคร่ซึ่งกันและกัน ปัญหาที่พบมารดาไม่กล้าเปิดตาทารกขณะให้นมแม่ หรืออาบน้ำทารก

จากปัญหาดังกล่าว จึงเป็นแนวทางในการออกแบบหมวกคลุมศีรษะสำหรับป้องกันดวงตาทารกที่มีภาวะตัวเหลืองและได้รับการส่องไฟรักษา โดยศึกษาชนิดของผ้าที่เหมาะสมต่อการใช้งานสำหรับทารกแรกเกิดทั้งเกิดก่อนและครบกำหนด และศึกษาการออกแบบหมวกคลุมศีรษะสำหรับป้องกันดวงตาทารกแรกเกิดทั้งเกิดก่อนและครบกำหนดที่มีภาวะตัวเหลืองและได้รับการส่องไฟ จากวัตถุประสงค์การวิจัยจึงมุ่งเน้นการออกแบบหมวกคลุมศีรษะเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของผ้าและการออกแบบ ผ่านการนำไปใช้ของบุคลากรทางการแพทย์และมารดาของเด็กทารกแรกเกิด โดยประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพผ่านแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ และแบบประเมินความพึงพอใจของบุคลากรทางการแพทย์ และมารดาของทารก ซึ่งสามารถช่วยป้องกันการระคายเคืองผิวหนังทารกจากพลัสเตอร์ ป้องกันอันตรายจากการส่องไฟรักษาและส่งเสริมความผูกพันรักใคร่ระหว่างมารดาและทารกแรกเกิด เพิ่มสายสัมพันธ์ระหว่างที่มารดาให้นมบุตรโดยผ่านการประสานสายตา เป็นนวัตกรรมใหม่ที่สามารถนำไปใช้ในโรงพยาบาลทั้งภาครัฐและเอกชนได้มีวัสดุอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพ อีกทั้งเป็นการพัฒนารูปแบบสำหรับทารกแรกเกิดให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล สร้างคุณค่าสู่สังคมประเทศชาติ โดยมีเป้าหมายเพื่อการพัฒนากำลังคนสู่ความยั่งยืน มีความสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development 17 Goals to Transform the World) ในด้านที่ 3 สุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดี (Good Health and Well-Being) ในการสร้างกิจกรรมเพื่อพัฒนากำลังคนให้มีชีวิตที่มีสุขภาพดีและยังสามารถส่งเสริมสวัสดิภาพสำหรับทุกคนในทุกวัยได้ เพิ่มการจัดหาเงินทุนที่เกี่ยวข้องกับด้านสุขภาพมาพัฒนาการฝึกอบรม และให้องค์ความรู้ในการรักษาและดูแลตนเองด้านสุขภาพให้กับคนในประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศพัฒนาน้อยที่สุดและรัฐกำลังพัฒนาที่มีขนาดเล็ก เสริมขีดความสามารถสำหรับทุกประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศกำลังพัฒนา ในเรื่องการเร่งเตือนล่วงหน้า การลดความเสี่ยง และการบริหารจัดการความเสี่ยงด้านสุขภาพในระดับประเทศและระดับโลก

วิธีดำเนินการวิจัย/ระเบียบวิธีวิจัย

1. วัสดุและอุปกรณ์

1.1 วัสดุสำหรับผลิตหมวกคลุมศีรษะสำหรับป้องกันดวงตาทารกแรกเกิด ดังนี้

1.1.1 ผ้าสาหลูสีขาวเส้นใยฝ้ายร้อยละ 100 โครงสร้างผ้าทอแบบลายขัดพื้นฐานขนาด 1X1 นิ้ว หน้าผ้า 58 นิ้ว น้าหนักผ้า 300 GSM จำนวนเส้นด้ายยืน 55 เส้น จำนวนเส้นด้ายพุ่ง 118 เส้นต่อ 1 นิ้ว

1.1.2 ผ้าสาหลูลายการ์ตูนเส้นใยฝ้ายร้อยละ 100 โครงสร้างผ้าทอลายขัดพื้นฐานขนาด 1X1 นิ้ว หน้าผ้า 44 - 45 นิ้ว น้ำหนักผ้า 300 GSM จำนวนเส้นด้ายยืน 55 เส้น จำนวนเส้นด้ายพุ่ง 118 เส้นต่อ 1 นิ้ว

1.1.3 ผ้าลาลีเส้นใยโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 100 โครงสร้างผ้าถักแบบวงกลม หน้าผ้า 60 - 62 นิ้ว น้ำหนักผ้า 250 GSM

1.1.4 ผ้าหนังไก่เส้นใยโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 100 โครงสร้างผ้าถักแบบวงกลม หน้าผ้า 54 - 56 นิ้ว น้ำหนักผ้า 250 GSM

1.1.5 ฟ้านาโนเส้นใยโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 100 โครงสร้างผ้าถัก หน้าผ้า 60 - 62 นิ้ว น้ำหนักผ้า 230 GSM

1.1.6 กระดุมดอกทำจากพลาสติก ขนาดความกว้าง 10 มิลลิเมตร

1.1.7 แผ่นฟิล์มเอ็กซ์เรย์ชนิดทึบแสง ประเภทไอออนไนท์ ความหนา 8 - 10 มิลลิเมตร

1.2 อุปกรณ์สำหรับผลิตหมวกคลุมศีรษะสำหรับป้องกันดวงตาทารกแรกเกิด ดังนี้

1.2.1 กรรไกรตัดผ้า ขนาด 9 นิ้ว

1.2.2 ด้ายวินัส วี-สปัน สีขาว เบอร์ 60 ความยาวสุทธิ 550 เมตร

1.2.3 เช็มเย็บผ้า ยี่ห้อ SCHMETZ รุ่น H-S (Stretch) เบอร์ 8/12 ผลิตจากประเทศเยอรมัน

1.2.4 จักรเย็บผ้า ยี่ห้อ Brother GS3700P รุ่นคลาสสิก ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น

2. วิธีการดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

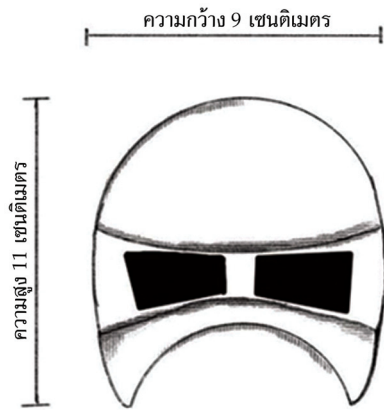
2.1 สํารวจและวิเคราะห์ปัญหา

การสำรวจและวิเคราะห์ปัญหาจากทารกแรกเกิดที่มีภาวะตัวเหลืองจากการส่องไฟรักษา ในหอผู้ป่วยเด็ก หน่วยงานวิกฤตทารกแรกเกิด Neonatal Intensive Care Unit (NICU) และตึกกุมารเวชกรรม โรงพยาบาลปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี โดยเป็นทารกที่ได้รับการส่องไฟระยะเวลารักษา 2 - 3 วัน และการสัมภาษณ์เชิงลึกสำหรับปัญหาและอุปสรรคจากหัวหน้าหน่วยงานวิกฤตทารกแรกเกิด และพยาบาลตึกกุมารเวชกรรม โรงพยาบาลปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี ในปัจจุบันผ้าปิดตาที่ใช้อยู่ปิดไม่ถนัดแน่น เมื่อปิดตาทารกแล้วจะติดผมของทารกแรกเกิด และจะใช้กระดาษสีดำทึบแทนแผ่นฟิล์มเพราะโรงพยาบาลยกเลิกการใช้แผ่นฟิล์ม ซึ่งเวลาติดบริเวณรอบดวงตาทารกแรกเกิด ทารกแรกเกิดจะอึดอัดและร้องไห้ เมื่อลอกแผ่นปิดตาออกจะมีรอยแดงบริเวณรอบดวงตาซึ่งเวลาใช้งานค่อนข้างลำบาก

2.2 ออกแบบหมวกคลุมศีรษะสำหรับป้องกันดวงตาทารกแรกเกิด

2.2.1 ศึกษาชนิดของผ้าจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ 1) ผ้าสาหลูสีขาเส้นใยฝ้ายร้อยละ 100 2) ผ้าสาหลูลายการ์ตูนเส้นใยฝ้ายร้อยละ 100 3) ผ้าลาลีเส้นใยโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 100 4) ผ้าหนังไก่เส้นใยโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 100 และ 5) ฟ้านาโนเส้นใยโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 100 จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญสาขาการพยาบาลเด็กและวัยรุ่น คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีจำนวน 5 คน ทำแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจเลือกชนิดผ้าที่เหมาะสมต่อการใช้งานกับทารกแรกเกิดจำนวน 1 ชนิด และนำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพดังนี้ 1) การทดสอบการขัดถู 2) การทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก และ 3) ทดสอบความคงทนของสีต่อการกดทับด้วยความร้อน หลังจากนั้นนำผ้าไปตัดเย็บตามต้นแบบที่ได้ออกแบบไว้

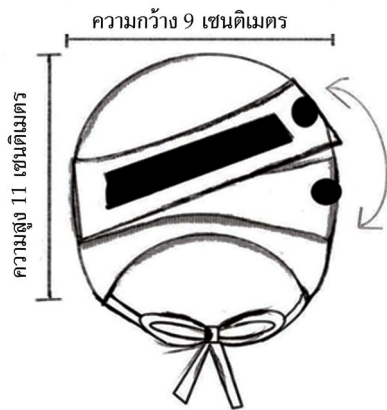
2.2.2 ออกแบบหมวกคลุมศีรษะสำหรับป้องกันดวงตาทารกแรกเกิดจากการส่องไฟรักษาจำนวน 5 แบบ ภาพร่าง (Sketch) หมวกคลุมศีรษะสำหรับป้องกันดวงตาทารกแรกเกิดทั้ง 5 แบบ ขนาดความสูง 11 เซนติเมตร และขนาดความกว้าง 9 เซนติเมตร ดังรูปที่ 1



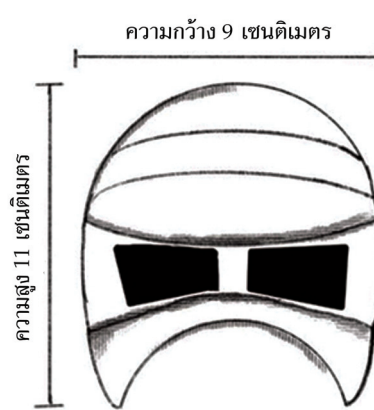
(ก) แบบแผ่นฟิล์มเย็บติด



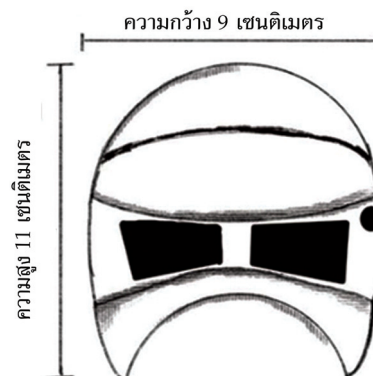
(ข) แบบเปิดปิด



(ค) แบบมัดเชือกได้คาง



(ง) แบบหมวกพับสวมปิด



(จ) แบบเปิดหน้าผาก

รูปที่ 1 ภาพร่างหมวกคลุมศีรษะสำหรับป้องกันดวงตาทารกแรกเกิด ทั้ง 5 แบบ

จากรูปที่ 1 การออกแบบหมวกคลุมศีรษะสำหรับป้องกันดวงตาทารกแรกเกิดที่มีแบบและลักษณะแบบหมวกคลุมศีรษะ บริเวณด้านหน้าในส่วนรอบ ๆ ดวงตา จะมีแผ่นทึบแสงปิดไว้ที่ดวงตาทั้ง 2 ข้างเพื่อป้องกันแสงไฟในตู้ขณะส่องไฟเข้าตาทารกแรกเกิด และยังเว้นบริเวณจมูกไว้ เพื่อให้ทารกแรกเกิดหายใจได้สะดวก บริเวณด้านข้างจะเว้นบริเวณของหู และด้านหลังจะคลุมทั้งหมดด้วยความยาวจะถึงแค่ก้นหูทารกแรกเกิดเท่านั้น โดยคำนึงถึงการสวมใส่ที่ความกระชับ ทารกแรกเกิดใส่แล้วสบายไม่อึดอัดขณะสวมใส่อยู่ในตู้อบตัวเหลือง

จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญสาขาการพยาบาลเด็กและวัยรุ่น คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จำนวน 5 คน ทำแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจเลือกแบบที่เหมาะสมต่อการใช้งานจำนวน 1 แบบ เพื่อนำไปขึ้นรูปต้นแบบและตัดเย็บจำนวน 3 ขนาด (Size S M และ L)

2.3 ศึกษาความพึงพอใจมารดาของทารกแรกเกิดและบุคลากรทางการแพทย์ที่มีต่อการใช้งานหมวกคลุมศีรษะทารกแรกเกิด ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ มารดาของเด็กทารกแรกเกิดและบุคลากรทางการแพทย์ จำนวนรวมทั้งหมด 50 คน

- มารดาของทารกแรกเกิด โรงพยาบาลปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี จำนวน 40 คน
- บุคลากรทางการแพทย์หน่วยงานวิกฤตทารกแรกเกิด โรงพยาบาลปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี จำนวน 10 คน

การคำนวณกลุ่มตัวอย่าง ด้วยโปรแกรม G*Power โดยเลือกประชากรกลุ่มตัวอย่าง 45 คน กันความคลาดเคลื่อนขอเพิ่มร้อยละ 10 ทดสอบตระกูล t-test กำหนดขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.45 ความน่าจะเป็นความคลาดเคลื่อนในการทดสอบประเภทที่หนึ่ง (α) เท่ากับ 0.05 อำนาจการทดสอบ ($1 - \beta$) เท่ากับ 0.95 ผลการคำนวณได้ขนาดตัวอย่างกลุ่มเท่ากับ 45 โดยคัดกรองกลุ่มตัวอย่างที่สมมติตามเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 45 คน ($df = 43$)

วิธีการวิจัยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. วิธีการทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบสิ่งทอ ได้แก่ การทดสอบการขัดถู ASTM D 3512 PHOTOGRAPHIC STANDARDS RANDOM TUMBLE PILLING TEST METHOD ที่ 12,000 ครั้ง ทดสอบการคงทนของสีต่อการซัก AATCC TEST METHOD 61-2007 น้ำสบูที่ใช้ 150 มิลลิลิตร ความเข้มข้นร้อยละ 0.15 ใช้ในน้ำอุณหภูมิ 49 องศาเซลเซียส ในระยะเวลาในการทดสอบ 45 นาที และทดสอบความคงทนของสีต่อการกดทับด้วยความร้อน AATCC TEST METHOD 107-2009

2. แบบสอบถามความพึงพอใจในการเลือกใช้ชนิดของผ้าที่เหมาะสมต่อการใช้งานกับทารกแรกเกิด

3. แบบสอบถามความพึงพอใจการออกแบบหมวกคลุมศีรษะสำหรับป้องกันดวงตาทารกแรกเกิดที่เกิดก่อนและครบกำหนด

ประเมินความเที่ยงตรง (IOC) ของเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญเท่ากับ 0.60 มีความเหมาะสมของงานวิจัยในระดับดีมาก วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การแจกแจงความถี่ ร้อยละ และค่าเฉลี่ย

การวิเคราะห์ข้อมูล การวิจัยนี้ใช้วิธีการทางสถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือและขั้นตอน ดังนี้

1) ดำเนินการขอการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี หมายเลข RMUTT_REC No. Full 03/66

2) แบบสอบถามความพึงพอใจเกี่ยวกับการอธิบายปัญหาของผ้าปิดตาที่ผ่านมา รวมถึงวิเคราะห์ขั้นตอนเทคนิค และปัญหาของการปิดตา โดยศึกษาชนิดของผ้าและสมบัติทางกายภาพที่เหมาะสมแก่เด็กทารกแรกเกิดในสมบัติต่าง ๆ ที่เหมาะสมแก่เด็กทารกแรกเกิดและให้ผู้เชี่ยวชาญสาขาการพยาบาลเด็กและวัยรุ่น คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จำนวน 5 คน เลือกผ้าที่เหมาะสมต่อการใช้งานจำนวน 1 ชนิด และออกแบบหมวกคลุมศีรษะจำนวน 5 แบบ ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เลือกจำนวน 1 แบบ และเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการจัดหมวดหมู่ของข้อมูล และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

3) แบบสอบถามความพึงพอใจเกี่ยวกับการใช้งานหมวกคลุมศีรษะสำหรับป้องกันดวงตาทารกแรกเกิด โดยการทำค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามความพึงพอใจ ค่าเฉลี่ยสามารถแปลความหมายของระดับความพึงพอใจ ดังนี้

ช่วงคะแนน	ระดับความพึงพอใจ
4.51 - 5.00	มากที่สุด
3.51 - 4.50	มาก
2.51 - 3.50	ปานกลาง
1.51 - 2.50	น้อย
0.00 - 1.50	น้อยที่สุด

ผลการทดลองและวิจารณ์/ผลการศึกษา

ผลการออกแบบหมวกคลุมศีรษะสำหรับป้องกันดวงตาทารกแรกเกิดที่มีภาวะตัวเหลืองและได้รับการส่องไฟรักษาได้ผลวิจัยดังนี้

1. ผลประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญในการคัดเลือกผ้าที่เหมาะสมต่อการใช้งานหมวกคลุมศีรษะสำหรับป้องกันดวงตาทารกที่มีภาวะตัวเหลืองและได้รับการส่องไฟรักษา โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านการพยาบาล สาขาการพยาบาลเด็กและวัยรุ่น คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จำนวน 5 คน ได้ประเมินความพึงพอใจสมบัติของผ้าด้านความโปร่งบาง ทำความสะอาดง่ายและคำนึงถึงแบบการใช้งาน ทั้งด้านความปลอดภัยและความสะดวกสบายขณะทารกแรกเกิดสวมใส่พร้อมทั้งได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับหมวกคลุมศีรษะให้มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน ดังรูปที่ 2



(ก) ผู้เชี่ยวชาญประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจ



(ข) ผู้เชี่ยวชาญพิจารณารูปทรงหมวกคลุมศีรษะสำหรับทารกแรกเกิด



(ค) ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะ

รูปที่ 2 ผู้เชี่ยวชาญประเมินหมวกคลุมศีรษะที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้งานสำหรับทารกแรกเกิด

2. ผลการคัดเลือกชนิดของผ้าที่เหมาะสมต่อใช้งานหมวกคลุมศีรษะจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ซึ่งได้ผลการคัดเลือก ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการคัดเลือกชนิดของผ้าที่เหมาะสมต่อการใช้งานหมวกคลุมศีรษะสำหรับป้องกันดวงตาทารกแรกเกิด

(N = 5)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ผ้าสาหลูสีขาวเส้นใยฝ้ายร้อยละ 100	4.24	0.66	มาก
2. ผ้าสาหลูลายการ์ตูนเส้นใยฝ้ายร้อยละ 100	4.26	0.56	มาก
3. ผ้าลาลีเส้นใยโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 100	3.86	0.73	มาก
4. ผ้าหนังไก่เส้นใยโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 100	3.84	0.73	มาก
5. ผ้านาโนเส้นใยโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 100	3.84	0.58	มาก
ความพึงพอใจโดยรวม	4.00	0.65	มาก

จากตารางที่ 1 ผลการคัดเลือกชนิดของผ้าที่เหมาะสมต่อการใช้งานหมวกคลุมศีรษะสำหรับป้องกันดวงตาทารกแรกเกิดที่มีภาวะตัวเหลืองและได้รับการส่องไฟรักษา การคัดเลือกผ้าทั้ง 5 ชนิด พบว่าผ้าสาหลูลายการ์ตูนเส้นใยฝ้ายร้อยละ 100 มีสมบัติเด่น คือ ระบายอากาศได้ดี มีความโปร่งบาง ทำความสะอาดง่าย ผ้าไม่เป็นขน ซึบซับความชื้นได้ดี ด้านความปลอดภัยต่อผิวหนัง ไม่ระคายเคือง ให้ความนุ่มสบายตัว ทนความร้อนต่อแสง และมีลวดลายผ้าที่น่ารักทันสมัยเหมาะสมแก่ทารกแรกเกิด

ผลการประเมินความพึงพอใจการคัดเลือกชนิดของผ้าที่เหมาะสมต่อการใช้งานหมวกคลุมศีรษะจากผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาจากผ้าจำนวน 5 ชนิดเหลือ 1 ชนิด ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลประเมินความพึงพอใจการคัดเลือกชนิดของผ้าสาหลูลายการ์ตูนเส้นใยฝ้ายร้อยละ 100 ต่อการใช้งานหมวกคลุมศีรษะสำหรับป้องกันดวงตาทารกแรกเกิด

(N = 5)

ผ้าที่ได้รับคัดเลือก	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
	ระบายอากาศได้ดี	4.80	0.45	มากที่สุด
	ความโปร่งบาง	4.80	0.45	มากที่สุด
	ทำความสะอาดง่าย	4.80	0.45	มากที่สุด
	ผ้าไม่เป็นขน	4.80	0.45	มากที่สุด
	ซึบซับความชื้นได้ดี	4.60	0.55	มากที่สุด
	คีนรูปได้ดี	4.00	1.00	มาก
	มีความนุ่ม	3.80	0.45	มาก
	ทนความร้อนต่อแสง	3.80	0.45	มาก
	ไม่ระคายเคืองต่อผิว	3.80	0.45	มาก
	มีความยืดหยุ่น	3.40	0.89	ปานกลาง
รวม		4.26	0.56	มาก

จากตารางที่ 2 ผลการคัดเลือกผ้าสาหลูลายการ์ตูนเส้นใยฝ้ายร้อยละ 100 ต่อการใช้งานหมวกคลุมศีรษะสำหรับป้องกันดวงตาทารกแรกเกิดที่มีภาวะตัวเหลืองและได้รับการส่องไฟรักษา จากการทดสอบสังเกตจากลักษณะของผ้า พบว่าผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน ได้พิจารณาคุณสมบัติพิเศษของผ้าชนิดนี้ คือ ระบายอากาศได้ดี มีความโปร่งบาง ทำความสะอาดง่าย ผ้าไม่เป็นขน โดยผ่านการทดสอบสมบัติทางกายภาพ ดังนี้ 1) การทดสอบการขัดถูตามมาตรฐานการทดสอบสิ่งทอ ASTM D 3512 PHOTOGRAPHIC STANDARDS RANDOM

TUMBLE PILLING TEST METHOD พบว่าผ้าสาหลาการ์ตูนเส้นใยฝ้ายร้อยละ 100 มีความคงทนต่อการขัดถูที่ 12,000 ครั้ง มีค่าอยู่ในระดับ 4 มีเม็ดขลุ่ยบนเนื้อผ้า 2-3 จุด ซึ่งเป็นที่ยอมรับได้เลย 2) การทดสอบความคงทนของสีต่อการซักตามมาตรฐานการทดสอบสีทอ AATCC TEST METHOD 61-2007 พบว่าความคงทนของสีต่อการซักจำนวน 45 นาที การเปลี่ยนแปลงของสีอยู่ในระดับ 4/5 และการติดเปื้อนสีบนผ้าขาวอยู่ในระดับ 4/5 ซึ่งเป็นที่ยอมรับได้เลย ซึ่งหมายถึงการติดเปื้อนสีบนผ้าขาวเล็กน้อย และ 3) ทดสอบความคงทนของสีต่อการกดทับด้วยความร้อนที่ตามมาตรฐานการทดสอบสีทอ AATCC TEST METHOD 107-2009 พบว่าความคงทนของสีต่อการกดทับด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนแปลงของสีอยู่ในระดับ 4/5 และการติดเปื้อนสีบนผ้าขาวเล็กน้อย อยู่ในระดับ 4/5 ซึ่งเป็นที่ยอมรับได้เลย จากการทดสอบทางกายภาพดังกล่าว เห็นได้ว่า ผ้าสาหลาการ์ตูนเส้นใยฝ้ายร้อยละ 100 เหมาะสมต่อการใช้งานนำไปจัดทำเป็นหมวกคลุมศีรษะสำหรับป้องกันดวงตาทารกแรกเกิดทั้งก่อนและครบกำหนด เนื่องจากผ้าสาหลาการ์ตูนเส้นใยฝ้ายร้อยละ 100 มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 4.26 มีความสำคัญในระดับมาก สอดคล้องกับทฤษฎี [8] ผ้าสาหลา คือ ผ้าที่ทอหลวม ๆ ไม่พอก ไม่ย้อมสี สมบัติเด่น คือ ซักแล้วไม่เป็นขน แห้งไว ระบายอากาศดี เหมาะที่จะใช้ในฤดูฝน เพราะแห้งเร็วมาก ซักง่าย ซักแล้วเนื้อไม่ยุ่ย ซึ่งผ้าชนิดนี้เหมาะในการเอามาทำผ้าอ้อมที่ห่อตัวเด็กชั้นในสุดและผ้าเช็ดปาก ส่วนคุณภาพและราคาของผ้าสาหลานี้ขึ้นกับปริมาณผ้าฝ้ายเป็นหลัก ปัจจุบันที่นิยมกันมี 2 แบบ คือ ผ้าสาหลาฝ้ายเป็นผ้าฝ้ายร้อยละ 100 เป็นเกรดดีที่สุดแต่แพง ผ้าสาหลาที่ซีมีผ้าฝ้ายร้อยละ 35 ผสมกับโพลีเอสเตอร์ร้อยละ 65 ซึ่งราคาจะถูกกว่า และมีข้อควรระวังกับการเลือกซื้อผ้าชนิดนี้คือ กระบวนการเย็บที่มี 2 แบบ ดังนี้ 1) แบบโพ้งริม (Over Lock) จะมีราคาถูกมาก และอายุการใช้งานต่ำมาก และ 2) แบบเย็บริม (Lockstitch) มีราคาที่สูงกว่า แต่อายุการใช้งานนานกว่า

3. ผลการเลือกแบบหมวกคลุมศีรษะจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ซึ่งได้ผลการคัดเลือกดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเลือกแบบหมวกคลุมศีรษะที่เหมาะสมต่อการใช้งานหมวกคลุมศีรษะสำหรับป้องกันดวงตาทารกแรกเกิด

(N = 5)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. แบบแผ่นฟิล์มเย็บติด	3.68	0.63	มาก
2. แบบเปิดปิด	3.62	0.92	มาก
3. แบบมัดเชือกได้คาง	4.42	0.85	มาก
4. แบบหมวกพับสวมปิด	3.65	0.73	มาก
5. แบบเปิดหน้าผาก	3.43	0.66	ปานกลาง
ความพึงพอใจโดยรวม	3.75	0.76	มาก

จากตารางที่ 3 ผลการทดลองคัดเลือกแบบที่เหมาะสมต่อการใช้งานหมวกคลุมศีรษะสำหรับป้องกันดวงตาทารกแรกเกิดมีภาวะตัวเหลืองและได้รับการส่องไฟรักษาที่ได้ออกแบบทั้ง 5 แบบ พบว่า หมวกคลุมศีรษะทั้ง 5 แบบ มีระดับความพึงพอใจปานกลาง - มาก ความพึงพอใจโดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.75 ที่ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และแบบมัดเชือกได้คางมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 4.42 ที่ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาลักษณะการนำไปใช้งาน โดยคำนึงถึงความปลอดภัยต่อการป้องกันแสงบริเวณรอบดวงตาทารกแรกเกิด และสามารถช่วยลดระยะเวลาการทำงานของพยาบาลในการเตรียมอุปกรณ์ก่อนการนำไปใช้กับทารกที่เข้ารับการส่องไฟอีกทั้งยังสามารถส่งเสริมสัมพันธภาพระหว่างมารดาและทารกแรกเกิดได้ โดยรูปทรงต้องมีความกระชับ ทนสมัย สามารถใช้งานได้จริง

ผลการประเมินความพึงพอใจการคัดเลือกแบบที่เหมาะสมต่อการใช้งานหมวกคลุมศีรษะจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาจากแบบหมวกคลุมศีรษะจำนวน 5 แบบ เหลือ 1 แบบ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลประเมินความพึงพอใจการคัดเลือกแบบมัดเชือกใต้คางที่เหมาะสมต่อการใช้งานหมวกคลุมศีรษะสำหรับป้องกันดวงตาทารกแรกเกิด

(N = 5)

รูปแบบที่ได้รับคัดเลือก	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
	กระชับไม่เลื่อนหลุดง่าย	4.80	0.45	มากที่สุด
	มีความปลอดภัย	4.80	0.45	มากที่สุด
	รูปทรงมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว	4.60	0.55	มากที่สุด
	ความสะดวกในการสวมใส่	4.40	0.89	มาก
	รูปทรงมีความเหมาะสมต่อ	4.40	0.89	มาก
	ทารกแรกเกิด			
	รูปทรงป้องกันรอยแดงบริเวณ	4.40	0.89	มาก
	รอบดวงตา			
	ซักทำความสะอาดได้	4.40	0.89	มาก
	วัสดุหาง่ายตามท้องตลาด	4.40	0.89	มาก
	ความพึงพอใจโดยรวม	4.40	0.89	มาก
	ความสะดวกในการถอด	4.20	1.30	มาก
	รูปออกแบบที่ทันสมัย	4.20	1.30	มาก
	มีความสะดวกต่อการใช้งาน	4.20	0.84	มาก
	ต้นทุนการผลิตถูก	4.20	0.84	มาก
รวม		4.42	0.85	มาก

จากตารางที่ 4 ผลการเลือกหมวกคลุมศีรษะสำหรับป้องกันดวงตาทารกแรกเกิดที่มีภาวะตัวเหลือง และได้รับการส่องไฟรักษาที่เลือกแบบมัดเชือกใต้คางพบว่า ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน ได้พิจารณาคัดเลือกจากความกระชับไม่เลื่อนหลุดง่าย มีความปลอดภัย มีความละเอียดสูงที่สุดเท่ากับ 4.80 เท่ากัน ที่ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด และรูปทรงมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว มีค่าเฉลี่ยรองลงมาเท่ากับ 4.60 ที่ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด และความพึงพอใจโดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 ที่ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ [9] ได้กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์สำหรับเด็กต้องคำนึงถึงวัสดุการออกแบบความปลอดภัยของผู้ใช้เป็นสำคัญ การออกแบบบางอย่างต้องใช้เทคนิคที่เรียกว่าแบบธรรมดาแต่คาดไม่ถึงช่วยในการให้ความปลอดภัย แข็งแรง รู้จักใช้คุณสมบัติของวัสดุและจำนวน หรือปริมาณของโครงสร้าง ในกรณีที่เป็นผลิตภัณฑ์ที่จะต้องมีการรับน้ำหนัก เรียกว่า แบบธรรมดาแต่คาดไม่ถึงช่วยในการให้ความปลอดภัยความสะดวกสบายในการใช้ ต้องศึกษาวิชากายวิภาคเชิงกลเกี่ยวกับสัดส่วน ขนาด และขีดจำกัดที่เหมาะสมสำหรับอวัยวะส่วนต่าง ๆ ในร่างกายของมนุษย์ ทุกเพศทุกวัยซึ่งจะประกอบด้วยความรู้ทางด้านขนาดสัดส่วนมนุษย์ ด้านสรีรศาสตร์จะทำให้ทราบขีดจำกัดความสามารถของอวัยวะส่วนต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์ เพื่อใช้ประกอบการออกแบบ หรือศึกษาด้านจิตวิทยา ซึ่งความรู้ในด้านต่าง ๆ จะทำให้การออกแบบและกำหนดขนาด ส่วนโค้ง ส่วนเว้า ส่วนตรง ส่วนแคบของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้อย่างพอเหมาะกับร่างกายหรืออวัยวะของมนุษย์ที่ใช้ก็จะเกิดความความสะดวกสบายในการใช้ การไม่เมื่อยหรือเกิดการล้าในขณะที่ใช้ไปนาน ๆ ผลิตภัณฑ์ที่จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องศึกษาวิชาดังกล่าวก็จะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ใช้อย่างยิ่งต้องใช้อย่างระมัดระวังไปสัมผัสเป็นเวลานาน

สรุปผลและการอภิปรายผล

ในการวิจัยเรื่อง การออกแบบหมวกคลุมศีรษะสำหรับป้องกันดวงตาทารกที่มีภาวะตัวเหลืองและได้รับการส่องไฟรักษา สามารถอภิปรายผลวิจัยได้ ดังนี้

1. สรุปและผลการศึกษานิตของผ้าที่เหมาะสมต่อการใช้งานสำหรับทารกแรกเกิดที่มีภาวะตัวเหลืองและได้รับไฟส่องรักษาพบว่า ผ้าสาหลูลายการ์ตูนเส้นใยฝ้ายร้อยละ 100 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.08 มีความสำคัญในระดับมาก เนื่องจากผ้าสาหลูลายการ์ตูนเส้นใยฝ้ายร้อยละ 100 สามารถนำไปเป็นวัสดุหลักในการจัดทำหมวกคลุมศีรษะสำหรับป้องกันดวงตาทารกแรกเกิดที่มีภาวะตัวเหลืองและได้รับการส่องไฟรักษา ทั้งนี้ สามารถลดการเกิดการระคายเคืองและไม่เกิดแผลกดทับบริเวณศีรษะและจมูกของทารกเนื่องจากเนื้อผ้าสาหลูลายการ์ตูนซึ่งเป็นผ้าฝ้ายร้อยละ 100 ไม่มีสารฟอกขาว ปลอดภัยต่อผิวหนังทารก ให้ความนุ่มสบายตัว ยิ่งซักยิ่งนุ่มและมีลวดลายผ้าที่น่ารักเหมาะสมแก่ทารกแรกเกิด ซึ่งเป็นจุดเด่นของนวัตกรรมและแตกต่างจากแบบเดิมที่ใช้ในปัจจุบัน ตลอดจนไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองโดยเฉพาะบริเวณรอบดวงตาทารกแรกเกิด ซึ่งจากเดิมในการติดแถบกาเวนีย์ว หรือพลาสติกปิดตาทารกแรกเกิด ยิ่งช่วงลอกออกและติดซ้ำที่เดิมจะยิ่งให้ทารกแสบและเป็นแผลได้

2. สรุปผลการศึกษาแบบที่เหมาะสมต่อการใช้งานสำหรับทารกแรกเกิดที่มีภาวะตัวเหลืองและได้รับการส่องไฟรักษาพบว่า แบบมัดเชือกได้คางเป็นแบบที่มีความเหมาะสมสำหรับการนำไปจัดทำหมวกคลุมศีรษะสำหรับป้องกันดวงตาทารกแรกเกิดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 มีความพึงพอใจในระดับมาก เนื่องจากหมวกคลุมศีรษะสำหรับป้องกันดวงตาทารกแรกเกิด สามารถช่วยป้องกันการเกิดรอยแดงบริเวณรอบดวงตา สวมใส่สะดวก อีกทั้ง ยังช่วยลดระยะเวลาการทำงานของพยาบาลและสามารถส่งเสริมสัมพันธภาพระหว่างมารดาและทารกแรกเกิดได้ โดยนวัตกรรมหมวกคลุมศีรษะสำหรับป้องกันดวงตาทารกแรกเกิดจะมีผ้าปิดไว้บริเวณรอบดวงตาอยู่บริเวณด้านบน มีไว้สำหรับสอดแผ่นกันแสงปิดบริเวณรอบดวงตาขณะส่องไฟ และในช่วงที่ทารกพักการส่องไฟรักษา เช่น ระหว่างที่มารดาทำความสะอาดร่างกายทารกแรกเกิด หรือระหว่างการให้นมจากมารดาก็ไม่จำเป็นต้องถอดหมวกคลุมศีรษะออกจากทารกแรกเกิด ซึ่งแตกต่างจากผ้าปิดตาแบบเดิมที่ไม่สามารถเปิดตาระหว่างพักการส่องไฟได้ โดยมีรายละเอียดในแต่ละด้านของแบบสอบถามคือ

ด้านการออกแบบพบว่า 1) หมวกคลุมศีรษะสำหรับปิดตาทารกแรกเกิดมีความประหยัคสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ โดยนำไปซักและผ่านการฆ่าเชื้อ (Sterile) แล้วนำมาใช้ซ้ำได้ เนื่องจากทำจากผ้าสาหลูเส้นใยฝ้ายร้อยละ 100 มีความคงทน ไม่ขาดง่าย ในขณะที่เดียวกันยังผ่านการซักก็ยังคงมีความอ่อนนุ่มยิ่งขึ้น นอกจากนี้สามารถใช้ซ้ำได้ในระหว่างวัน หากไม่สกปรกหรือเปียกชื้น 2) ประหยัคทรัพยากรของหน่วยงานได้ ลดการใช้แถบกาเวนีย์ว หรือพลาสติก ที่ติดทับบนผ้าปิดตาแผ่นทับกันแสงและลดระยะเวลาในการเตรียมผ้าปิดตาทารก ซึ่งโดยปกติจะมีเจ้าหน้าที่ในหออภิบาลทารกแรกเกิดวิกฤต และศีกาอายุรกรรมชาย ทำการตัดแผ่นทับกันแสงตามขนาดและห่อด้วยผ้าก็อซแล้วนำไปอบฆ่าเชื้อ ซึ่งเมื่อนำผ้าปิดตาไปใช้งานแล้วจะต้องทิ้งไม่สามารถนำมาใช้ซ้ำได้อีก และ 3) ประหยัคค่าใช้จ่ายในการดูแลทารกแรกเกิดที่ได้รับการส่องไฟรักษา จากการใช้ผ้าปิดตาแบบเดิมต้องมีการเปลี่ยนผ้าปิดตาทารกแรกเกิดอย่างน้อย 3 แผ่นต่อวัน ราคาการอบฆ่าเชื้อแผ่นละ 30 บาท เสียค่าใช้จ่ายเท่ากับ 90 บาทต่อวัน ดังนั้น การใช้หมวกคลุมศีรษะสำหรับปิดตาทารกแรกเกิด ซึ่งมีประโยชน์สำหรับทารกแรกเกิด ประหยัคค่าใช้จ่าย และลดเวลาการทำงานของผู้ที่เกี่ยวข้องในการดูแลรักษาทารกแรกเกิดที่มีภาวะตัวเหลืองและได้รับไฟส่องรักษา

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงพยาบาลปทุมธานี พว.กันทิมา ชาวเหลือง พยาบาลวิชาชีพชำนาญการ หัวหน้าหอผู้ป่วยเด็กหน่วยงานวิกฤตทารกแรกเกิด พยาบาลวิชาชีพตึกกุมารเวชกรรมโรงพยาบาลปทุมธานี ผู้เชี่ยวชาญ

จากสาขาการพยาบาลเด็กและวัยรุ่น คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิจิตร สันทอม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประวิทย์ ฤทธิบุญ และอาจารย์คนุพล มากพ่อง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ได้ให้คำแนะนำ แนวคิด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ มาโดยตลอด

References

- [1] Sopavej, R. and Tommachan, K. (2016). **Innovative Anti-Light Blindfold**. Documents for R2R Poster Presentation Presentation. Agency Research Development Project 2016 at Chuen Rawiwan Meeting Room, Nong Khai Hospital. Access (30 May 2022). Available (<http://nkh.co.th/nk/KM2017/yone1.pdf>)
- [2] Siribunpipattana, P. (2013). **Pediatric Nursing Volume 2 (Revised Edition)**. Bangkok Thana Press Co., Ltd.
- [3] Thongphak, P. (2013). **Bright Eyes Innovation from Phototherapy**. Quality Improvement Project Performance Document, Special Pediatric Nursing. Nursing Work Group Thammasat Hospital Honor
- [4] Innovation, Maternity Room Prakai Hospital Neonatal Intensive Care Unit. (2016). **Innovative Eye Protection with Gossamer Cloth**. Document KM, Health Promoting Hospital. Health Center 6
- [5] Thongphak, P. (2013). **Bright Eyes Innovation from Phototherapy**. Quality Improvement Project Performance Document, Special Pediatric Nursing. Nursing Work Group Thammasat Hospital Chalermprakit
- [6] Thongpak, P. (2013). **Innovative Phototherapy Eye Patch**. Access (30 May 2022). Available (<http://www.hospitaltu.ac.th/PlanTUHosWeb/data/2013>)
- [7] Provincial Health Promotion Center 6. (2013). **Lotus Eye Patch**. Access (30 May 2022). Available (<https://www.kallayasnbhpc6kk.files>)
- [8] Muchowski, K. (2014). Evaluation and Treatment of Neonatal Hyperbilirubinemia. **American Family Physician**. Vol. 89, No. 11, pp. 873-878
- [9] Prayuthate, P. (2014). **Education and Toy Design for Early Childhood Children to Promote Learning Development in Systematic Thinking**. Master of Science in Industrial Education, Industrial Product Design Technology

ผลของค่าสีและค่าความคงทนของสีต่อการซักผ้าไหมย้อมธรรมชาติจาก
ใบโมกพวงจากตะกอนสารให้ความเป็นด่างที่ต่างกัน

The Effects of Different Alkalizing Agents on the Color Value and Color Fastness of Naturally Dyed Silk from Water Jasmine Leaves

พีรพัฒน์ ใจงามดี^{1*} ศรัณยา เพือกพ่อง² และวัลลภ อารีรบ³

Peerapat Jaingamdee^{1*} Sarunya Puakpong² and Wallop Arirop³

Received: June 9, 2023; Revised: July 25, 2023; Accepted: July 31, 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยศึกษาค่าสีและค่าความคงทนของสีจากผลตะกอนของด่างที่แตกต่างกัน 2 ชนิด คือ ปูนแดง และปูนขาว ของสีย้อมจากใบโมกพวง อัตราส่วน 2:2:1 (w/v) ผสมรวมกันทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง เมื่อนำน้ำสีที่มีส่วนผสมของ ตะกอนปูนแดงนำมาย้อมลงบนผ้าไหมพบว่า ผลการวิเคราะห์ค่า b^* ค่าความเป็นสีน้ำเงินค่าเฉลี่ยอยู่ที่ -11.42 และสีย้อมที่ได้จากตะกอนปูนขาวมีค่า b^* บวก ซึ่งแสดงค่าเป็นสีเหลืองค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.58 ผลการวิเคราะห์ค่า h^* แสดงตำแหน่งของสีบนผ้าไหมย้อมสีธรรมชาติจากใบโมกพวง ผ้าไหมที่ย้อมจากตะกอนปูนแดงมีค่า h^* อยู่ที่ 247.74 อยู่ในช่วง 180 - 270 องศา แสดงว่าสีของผ้าอยู่ในช่วงของสีเขียว-สีน้ำเงิน และสีย้อมมีการวิเคราะห์ค่า dE^* พบว่า ผลการย้อมสีผ้าไหมที่มีตะกอนปูนแดงค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 5.51 ผลการประเมินคุณภาพการย้อมสีธรรมชาติ จากใบโมกพวงจากตะกอนของสารที่ให้ความเป็นด่างที่ต่างกันพบว่า ผ้าไหมที่ย้อมสีธรรมชาติจากใบโมกพวง ที่มีส่วนประกอบของตะกอนปูนแดงมีระดับความคงทนของสีที่ระดับ 2 - 3 มีความคงทนของสีต่อการซักดีพอใช้

คำสำคัญ : สีธรรมชาติ; ต้นโมกพวง; ค่าสี; ค่าความคงทนของสีต่อการซัก

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี กรุงเทพมหานคร

² คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

³ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

¹ Faculty of Science and Technology Dhonburi Rajabhat University, Bangkok

² Faculty of Agriculture Kasetsart University Bangkok

³ Faculty of Science, Kasetsart University Bangkok

* Corresponding Author, Tel. 06 2519 9623, E - mail: peerapat.j@dru.ac.th

Abstract

This research aimed to study the effect of different alkalizing agents on the precipitation of color values and color fastness values in natural dyed silk from Water Jasmine Leaves. The ratio of alkalizing agents was Water Jasmine leaves: lye: tamarind juice 2:2:1 (weight/volume, w/v). The ingredients were mixed together and left to stand for 2 hours. It was found that the mean b^* value of the blueness was -11.42 and the b^* value of the dye obtained from the lime sediment was positive, which represented a yellow value. The mean value was 4.58. The h^* analysis result showed the position of the color on the naturally dyed silk from Mok Phuang leaves. Silk dyed from red lime deposits had an h^* value of 247.74 in the range of 180 to 270 degrees, indicating that the fabric color was in the green-blue range. The quality of natural dyes from Water Jasmine leaves from the different alkalizing agents was evaluated. The results showed that naturally dyed silk from Water Jasmine leaves that consisted of red lime sediment had color fastness level of 2 - 3, which indicated a good color fastness to washing.

Keywords: Natural Color; Water Jasmine; Color Value; Color Fastness to Washing

บทนำ

สีธรรมชาติเป็นภูมิปัญญาและวัฒนธรรมท้องถิ่นที่ถูกถ่ายทอดมาแต่โบราณจากรุ่นสู่รุ่น โดยสีธรรมชาติจะเป็นสีที่มีความหม่นไม่ฉูดฉาด ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคนิคการสกัดสีธรรมชาติและเทคนิควิธีการย้อม ให้มีคุณภาพดีขึ้น เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค สีธรรมชาติส่วนใหญ่ได้มาจากพืช สัตว์ และแร่ธาตุ [1] พืชเป็นวัสดุที่ให้สีทางธรรมชาติมากที่สุด โดยทุกส่วนของพืชสามารถนำมาสกัดสีได้ ไม่ว่าจะเป็น ใบ แก่น ราก ดอกหรือผล พืชแต่ละชนิดจะให้สีที่แตกต่างกัน เช่น ดอกดาวเรือง แก่นแกเล แก่นขนุน เปลือกมะพูดให้สีเหลือง ผลมะเกลือ ผลกระเจา ผลและเปลือกสมอให้สีดำ ครั่ง แก่นฝาง รากยอ รากเข็มให้สีแดง เปลือกต้นโกงกาง เปลือกลูกจากให้สีน้ำตาล ช่อม คราม ให้สีน้ำเงิน เป็นต้น [2] การย้อมผ้าด้วยสีสังเคราะห์เป็นกรรมวิธีที่มีความสะดวกและไม่ยุ่งยากแต่ในสถานการณ์ปัจจุบันทำให้ผู้บริโภคหันมาใส่ใจปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้น นั้นเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้ผู้ประกอบการหันมาใช้สีจากวัสดุธรรมชาติเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสีธรรมชาติที่เป็นสีน้ำเงินเป็นสีที่กลุ่มผู้บริโภคชอบมากที่สุด ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยมีวัสดุที่ให้สีธรรมชาติในกลุ่มของสีน้ำเงินอยู่เพียง 2 ชนิด คือ คราม และช่อม ซึ่งมีปริมาณที่น้อย อีกทั้งยังต้องรอการเก็บเกี่ยวตามฤดูกาลจึงทำให้ได้สีค่อนข้างน้อย แต่จากการศึกษาค้นคว้าพบว่า พืชในกลุ่ม (*Wrightia religiosa* Benth. Ex Kurz) ในตระกูลของ Apocynaceae บางชนิดให้สีน้ำเงินพบว่า ใบของต้นโมกพวงมีส่วนประกอบของสารที่ให้สีน้ำเงินอย่าง อินดอกซิล กลัยโคไซด์ (Indoxyl Glycosides) [3] ซึ่งเป็นองค์ประกอบเดียวกับสารสีน้ำเงินที่พบในพืชคราม ซึ่งสารอินดอกซิล กลัยโคไซด์เป็นสารที่ไม่ละลายในน้ำ ซึ่งก่อนนำไปย้อมต้องนำสารอินดอกซิล กลัยโคไซด์ไปทำปฏิกิริยารีดักชัน (Reduction) เพื่อให้สารอินดอกซิล กลัยโคไซด์ละลายน้ำ ซึ่งการเกิดปฏิกิริยารีดักชันจะเกิดได้ในสภาวะที่มีความเป็นกรดต่ำ (pH) สูง สีน้ำเงินที่ย้อมลงบนผ้าถึงจะมีสีเข้ม [4]

ดังนั้นในงานวิจัยนี้มีแนวคิดในการพัฒนาสีย้อมธรรมชาติจากใบโมกพวงโดยย้อมจากตะกอนสีจากสารที่ให้ความเป็นด่างที่แตกต่างกัน 2 ชนิด คือ ปูนแดง และปูนขาว [5] เพื่อศึกษาค่าสีของผ้าไหมย้อมสีธรรมชาติจากใบโมกพวงจากตะกอนของสารที่ให้ความเป็นด่างที่ต่างกัน เพื่อศึกษาค่าความเป็นสีน้ำเงินบนผ้าไหม และค่าความคงทนของสีต่อการซักของผ้าไหมย้อมสีธรรมชาติจากใบโมกพวงจากตะกอนของสารที่ให้ความเป็นด่างที่ต่างกัน โดยวิเคราะห์ค่าสีก่อนและหลังย้อมผ้าไหมด้วยสีธรรมชาติจากใบโมกพวงจากตะกอนของสารที่ให้ความเป็นด่างที่ต่างกัน และวิเคราะห์ค่าความคงทนของสีต่อการซักก่อนและหลังการซักผ้าไหมย้อมสีธรรมชาติจากใบโมกพวงจากตะกอนของสารที่ให้ความเป็นด่างที่ต่างกัน

วิธีดำเนินการงานวิจัย

1. วิธีการย้อมสีธรรมชาติจากใบโมกพวงจากตะกอนของสารที่ให้ความเป็นด่างที่ต่างกันบนผ้าไหม และวิเคราะห์ค่าสีด้วยเครื่อง Spectrophotometer

การย้อมสีธรรมชาติจากใบโมกพวงจากตะกอนของสารที่ให้ความเป็นด่างที่ต่างกัน อธิบายวิธีการย้อมสีไว้ดังนี้ นำตะกอนของสารที่ให้ความเป็นด่าง 20 กรัม มาผสมรวมกับน้ำด่างซึ่งได้จากกากกล้วยน้ำหว้า 200 มิลลิลิตร ค่า pH อยู่ที่ 10 และน้ำมะขามเปียก 100 มิลลิลิตร มีค่า pH อยู่ที่ 2.8 เพื่อปรับสภาพของ pH ไม่ให้ค่า pH สูงจนเกินไป เติมน้ำเกลือให้กับสารละลายด้วยการคนต่อเนื่องนาน 30 นาที สารละลายจะเกิดฟองสีน้ำเงิน ทั้งสารละลายตั้งไว้ให้ตกตะกอน 2 ชั่วโมง เนื้อสีจะตกตะกอนมีน้ำสีเหลืองด้านบน นำผ้าไหมลงย้อมในสารละลายน้ำสีเหลืองด้านบน เป็นระยะเวลา 45 นาที ในระหว่างนั้นให้พลิกผ้าทุก 10 นาที เมื่อครบเวลาให้บิดให้หมาด และนำไปผึ่งให้แห้ง เพื่อนำไปวัดค่าสี L^* a^* b^* C^* และค่า h^* หลังจากการย้อมสีธรรมชาติจากใบโมกพวงบนผ้าไหม ก่อนการนำไปทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก ด้วยเครื่องวัดสี (Spectrophotometer) รุ่น datacolor 550 Xenon Flash Lamp, Illuminant D65 พับผ้าให้มีความหนา 2 ชั้น เพื่อให้มีความทึบพอสำหรับการวัดเครื่องวัดค่าสี และวางชิ้นงานผ่านช่องวัดขนาด 9 มิลลิเมตร เพื่อตรวจวัดค่าสีทำการหมุนขยับชิ้นงานเพื่อลดความแปรปรวนของโครงสร้างผ้า ทิศทางของเส้นด้ายและความต่างจากการย้อม โดยจะหมุน 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของค่าสี

2. วิธีการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักของผ้าไหมย้อมสีธรรมชาติจากใบโมกพวงจากตะกอนของสารที่ให้ความเป็นด่างที่ต่างกัน

การทดสอบความคงทนของสีต่อการซักตามวิธีมาตรฐาน AATCC test method 61-2015 Test No.1 (American Association of Textile Chemists and Colorists, 2014) โดยมีอุณหภูมิในการซัก 40 ± 2 องศาเซลเซียส ใช้สารละลายผงซักฟอก 200 มิลลิกรัม มีความเข้มข้น 0.37 เปอร์เซ็นต์ ใส่ลูกบอลสแตนเลส 10 ลูกในกระบอก ใช้ระยะเวลา 45 นาที เมื่อครบตามระยะเวลาที่กำหนดล้างผ้าทดลองด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง ครั้งละ 200 มิลลิลิตร ตากให้แห้งเพื่อนำไปวัดความแตกต่างโดยรวมของสี (Color Differences) หลังการซักการวัดความเข้มของสี (Color Strength) วัดจากค่า K/S และ %Strength สำหรับค่าการสะท้อนแสงด้วยเครื่องวัดสี (Spectrophotometer) รุ่น datacolor 550 Xenon Flash Lamp, Illuminant D65 30 มิลลิเมตร พับผ้าให้มีความหนา 2 ชั้น เพื่อให้มีความทึบพอสำหรับการวัดเครื่องวัดค่าสี และวางชิ้นงานผ่านช่องวัดขนาด 9 มิลลิเมตร เพื่อตรวจวัดค่าสีทำการหมุนขยับชิ้นงานเพื่อลดความแปรปรวนของโครงสร้างผ้า ทิศทางของเส้นด้ายและความต่างจากการย้อม โดยจะหมุน 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของค่าสี

การวัดความแตกต่างโดยรวมของสี (Color Differences) วัดค่าสี dL^* da^* db^* dC^* dh^* และค่า dE^* หลังการซักด้วยเครื่องวัดสี (Spectrophotometer) รุ่น datacolor 550 Xenon Flash Lamp, Illuminant D65 30 มิลลิเมตร พับผ้าให้มีความหนา 2 ชั้น เพื่อให้มีความทึบพอสำหรับการวัดเครื่องวัดค่าสี และวางชิ้นงานผ่านช่องวัดขนาด 9 มิลลิเมตร เพื่อตรวจวัดค่าสีทำการหมุนขยับชิ้นงานเพื่อลดความแปรปรวนของโครงสร้างผ้า ทิศทางของเส้นด้ายและความต่างจากการย้อม โดยจะหมุน 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของค่าสี

ผลการทดลอง

1. ผลการย้อมสีธรรมชาติจากใบโมกพวงจากตะกอนของสารที่ให้ความเป็นด่างที่ต่างกันบนผ้าไหม และวิเคราะห์ค่าสี

ผลการศึกษาการย้อมสีธรรมชาติจากใบโมกพวงจากตะกอนของสารที่ให้ความเป็นด่างที่ต่างกันบนผ้าไหมแล้วนำมาวัดค่าสีเพื่อให้ทราบค่า L^* a^* b^* C^* h^* และวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนเฉลี่ยได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย L^* a^* b^* C^* และ h^* ของผ้าไหมที่ย้อมสีธรรมชาติจากใบโมกพวงจากตะกอนของสารที่ทำให้ความเป็นด่างที่ต่างกัน

สารให้ความเป็นด่าง	ค่าสี					%Strength	K/S
	L^*	a^*	b^*	C^*	h^*		
ปูนแดง	48.10 $\pm 0.24^a$	-5.11 $\pm 0.31^a$	-11.42 $\pm 1.28^a$	12.51 $\pm 1.30^b$	247.74 $\pm 1.55^b$	228.83 ^a	1.49 ^b
ปูนขาว	75.83 $\pm 2.14^b$	-0.30 $\pm 0.69^b$	4.58 $\pm 0.83^b$	4.62 $\pm 0.77^a$	103.92 $\pm 3.94^a$	38.20 ^b	0.44 ^a

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวดิ่ง (a b c) มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

จากตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสีผ้าไหมที่ย้อมสีธรรมชาติจากใบโมกพวงจากตะกอนของสารที่ทำให้ความเป็นด่างที่ต่างกันพบว่า ค่า L^* มีค่าความสว่างบนผ้าไหมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการย้อมผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีย้อมที่มีส่วนประกอบของตะกอนจากปูนขาวมีค่า L^* อยู่ที่ 75.83 มีค่าความสว่างมาก และปูนแดงมีค่า L^* อยู่ที่ 48.10 มีค่าความสว่างลดลง

ผลการวิเคราะห์ค่า a^* ความเป็นสีแดง-สีเขียว บนผ้าไหมที่ย้อมสีธรรมชาติจากใบโมกพวงจากตะกอนของสารที่ทำให้ความเป็นด่างที่ต่างกันพบว่า ค่า a^* มีค่าความเป็นสีแดง-สีเขียว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการย้อมผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีย้อมที่มีส่วนประกอบของปูนแดงมีค่า a^* เป็นลบค่าเฉลี่ยอยู่ที่ -5.11 ซึ่งมีความเป็นสีเขียวมากที่สุด แตกต่างจากผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีย้อมที่มีส่วนประกอบของปูนขาวมีค่า a^* เป็นลบค่าเฉลี่ยอยู่ที่ -0.30 ซึ่งมีความเป็นสีเขียวน้อยที่สุด

ผลการวิเคราะห์ค่า b^* ความเป็นสีเหลือง-สีน้ำเงิน บนผ้าไหมที่ย้อมสีธรรมชาติจากใบโมกพวงจากตะกอนของสารที่ทำให้ความเป็นด่างที่ต่างกันพบว่า ค่า b^* ความเป็นสีเหลือง-สีน้ำเงินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการย้อมผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีย้อมที่มีส่วนประกอบของปูนแดงมีค่า b^* เป็นลบค่าเฉลี่ยอยู่ที่ -11.42 ซึ่งแสดงความเป็นสีน้ำเงินสูงสุด ในส่วนของสีที่มีส่วนประกอบของปูนขาวมีค่า b^* เป็นบวกมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.58 แสดงความเป็นสีเหลือง

ผลการวิเคราะห์ค่า C^* ซึ่งแสดงถึงความสดใสบนผ้าไหมที่ย้อมสีธรรมชาติจากใบโมกพวงจากตะกอนของสารที่ทำให้ความเป็นด่างที่ต่างกันพบว่า ค่า C^* มีค่าความสดใสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการย้อมผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีย้อมที่มีส่วนประกอบของปูนแดงมีค่า C^* ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 12.51 ซึ่งแสดงถึงความสดใสมากที่สุดแตกต่างจากผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีย้อมที่มีส่วนประกอบของปูนขาวมีค่า C^* เฉลี่ยอยู่ที่ 4.62

ผลการวิเคราะห์ค่า h^* แสดงค่าตำแหน่งสีบนผ้าไหมที่ย้อมสีธรรมชาติจากใบโมกพวงจากตะกอนของสารที่ทำให้ความเป็นด่างที่ต่างกันพบว่า ค่า h^* มีค่าตำแหน่งสีที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการย้อมผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีย้อมที่มีส่วนประกอบของตะกอนปูนแดงมีตำแหน่งของสีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 247.74 อยู่ในช่วง 180 - 270 องศา แสดงว่าสีของผ้าอยู่ในช่วงค่าความเป็นสีเขียว-สีน้ำเงิน และสีย้อมที่มีส่วนประกอบของตะกอนปูนขาวมีตำแหน่งของสีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 103.92 อยู่ในช่วง 90 - 180 องศา แสดงว่าสีของผ้าอยู่ในช่วงสีเหลือง-สีเขียว

ผลวิเคราะห์ค่าความเข้มของสีที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติจากใบโมกพวงจากตะกอนของสารที่ทำให้ความเป็นด่างที่ต่างกันในการซัก เมื่อพิจารณาจากค่า %Strength พบว่า ค่า %Strength มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แบ่งผลการย้อมผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีย้อมที่มีส่วนประกอบของปูนแดงมีค่าความเข้มของสีมากที่สุดมีค่า %Strength ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 228.83 รองลงมาคือ การย้อมน้ำสีที่มีส่วนประกอบของสีย้อมที่มีส่วนประกอบของตะกอนปูนขาวมีค่าความเข้มของสีน้อยที่สุดมีค่า %Strength เฉลี่ยอยู่ที่ 38.20

ผลการวิเคราะห์ค่าความเข้มของสีที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติจากใบโมกพวงจากตะกอนของสารที่ให้ความเป็นด่างที่ต่างกันในการย้อม เมื่อพิจารณาพบว่า ค่า K/S มีค่าความเข้มของสีที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการย้อมผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติที่มีส่วนประกอบของปูนแดงมีค่า K/S ที่ความเข้มมากที่สุดอยู่ที่ 1.49 และสีธรรมชาติที่มีส่วนประกอบของปูนขาวเป็นสารให้ความเป็นด่างมีค่า K/S ที่ความเข้มน้อยที่สุดค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.44

ตารางที่ 2 ภาพแสดงสีของผ้าไหมที่ย้อมสีธรรมชาติจากใบโมกพวงจากตะกอนของสารที่ให้ความเป็นด่างที่ต่างกันก่อนและหลังการทดสอบซักโดยใช้สารที่ให้ความเป็นด่างที่แตกต่างกัน

สารให้ความเป็นด่าง	การทดสอบซัก	
	ก่อนซัก	หลังซัก
ตะกอนปูนแดง		
ตะกอนปูนขาว		

ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักจากผ้าไหมที่ย้อมสีธรรมชาติจากใบโมกพวงจากตะกอนของสารที่ให้ความเป็นด่างที่ต่างกันในการย้อมแล้วนำมาวัดค่าความแตกต่าง และค่าความแตกต่างโดยรวมของสีหลังการซัก ดังตารางที่ 2

2. วิธีการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักของผ้าไหมที่ย้อมสีธรรมชาติจากใบโมกพวงที่ใช้วิธีสกัดเย็นด้วยการใช้สารให้ความเป็นด่างที่แตกต่างกัน

หลังจากการซักค่าความแตกต่างเฉลี่ยของสีหลังการทดสอบซักผ้าไหมย้อมสีธรรมชาติจากใบโมกพวงจากตะกอนของสารที่ให้ความเป็นด่างที่ต่างกัน ได้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย dL^* , da^* , db^* , dC^* , dH^* และ dE^* หลังการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติจากใบโมกพวงจากตะกอนของสารที่ให้ความเป็นด่างที่ต่างกันในการย้อม

สารให้ความเป็นด่าง	ค่าความแตกต่างของสี (หลังซัก)					
	dL^*	da^*	db^*	dC^*	dH^*	dE^*
ปูนแดง	-12.56 ^a	-1.39 ^a	-4.82 ^a	-1.64 ^a	1.55 ^b	5.51 ^a
ปูนขาว	9.72 ^c	0.47 ^a	1.69 ^b	3.79 ^c	0.12 ^b	9.80 ^a

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวนอง (a b c) มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ผลการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของความสว่างค่า dL^* เป็นบวกซึ่งแสดงถึงภายหลังการทดสอบชักผ้าทดลองมีความสว่างมากกว่าก่อนทดสอบชัก ถ้าค่า dL^* เป็นลบ ซึ่งแสดงถึงภายหลังการทดสอบชักผ้าทดลองมีความมืดมากกว่าก่อนทดสอบชัก พบว่าค่า dL^* ค่าของความสว่างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีที่มีส่วนประกอบของตะกอนปูนขาวที่เป็นบวก ค่าเฉลี่ยมากที่สุดอยู่ที่ 9.72 แสดงว่าผ้าทดลองสว่างขึ้น และส่วนประกอบของตะกอนจากปูนแดงที่เป็นลบ ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ -12.56 แสดงว่าผ้าทดลองหลังการทดสอบชักมีความมืดมากกว่าผ้าทดลองก่อนชัก

ผลการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างระหว่างของความเป็นสีแดง-สีเขียว ค่า da^* เป็นบวก ซึ่งแสดงถึงภายหลังการทดสอบชักผ้าทดลองมีความเป็นสีแดงมากกว่าก่อนชัก ถ้าค่า da^* เป็นลบ ซึ่งแสดงถึงภายหลังการทดสอบชักผ้าทดลองมีความเป็นเขียวมากกว่าก่อนชักพบว่า ค่า da^* ค่าความแตกต่างระหว่างของความเป็นสีแดง-สีเขียวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลของผ้าไหมที่ย้อมสีด้วยน้ำสีย้อมที่มีส่วนประกอบของปูนขาวเป็นบวก ค่าเฉลี่ยมากที่สุดอยู่ที่ 0.47 แสดงว่าผ้าทดลองมีค่าความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้น และในส่วนของสีย้อมที่มีส่วนประกอบของตะกอนปูนแดงเป็นลบ ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ -1.39 แสดงว่าผ้าทดลองมีค่าความเป็นสีเขียวเพิ่มขึ้น

ผลการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างระหว่างของความเป็นสีเหลือง-สีน้ำเงิน ค่า db^* เป็นบวก ซึ่งแสดงถึงภายหลังการทดสอบชักผ้าทดลองมีความเป็นสีเหลืองมากกว่าก่อนชัก ถ้าค่า db^* เป็นลบ ซึ่งแสดงถึงภายหลังการทดสอบชักผ้าทดลองมีความเป็นน้ำเงินมากกว่าก่อนชักพบว่า ค่า db^* ค่าความแตกต่างระหว่างของความเป็นสีเหลือง-สีน้ำเงินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลของผ้าไหมที่ย้อมสีด้วยน้ำสีย้อมที่มีส่วนประกอบของปูนขาวเป็นบวกค่าเฉลี่ยมากที่สุดอยู่ที่ 1.69 แสดงว่าผ้าทดลองมีค่าความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้น และในส่วนของสีย้อมที่มีส่วนประกอบของตะกอนปูนแดงเป็นลบค่าเฉลี่ยอยู่ที่ -4.82 แสดงว่าผ้าทดลองมีค่าความเป็นสีน้ำเงินเพิ่มขึ้น

ผลการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างระหว่างของความสดใส ค่า dC^* เป็นบวก ซึ่งแสดงถึงภายหลังการทดสอบชักผ้าทดลองมีความสดใสของสีมากกว่าก่อนทดสอบชัก ถ้าค่า dC^* เป็นลบ ซึ่งแสดงถึงภายหลังการทดสอบชักผ้าทดลองมีความหม่นมากกว่าก่อนทดสอบชักพบว่า ค่า dC^* มีความแตกต่างของความสดใสของสีกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลของผ้าไหมที่ย้อมสีด้วยน้ำสีย้อมที่มีส่วนประกอบของปูนขาวเป็นบวกค่าเฉลี่ยมากที่สุดอยู่ที่ 3.79 แสดงว่าผ้าทดลองมีค่าความสดใสเพิ่มขึ้น และในส่วนของสีย้อมที่มีส่วนประกอบของตะกอนปูนแดงเป็นลบค่าเฉลี่ยอยู่ที่ -1.64 แสดงว่าผ้าทดลองมีค่าความหม่นเพิ่มขึ้น

ผลการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของสีหลังการชักเมื่อดูจากค่า dL^* ค่าความแตกต่างของค่าความสว่าง (ตารางที่ 3) พบว่า สอดคล้องกันกับค่าความสว่าง (L^*) (ตารางที่ 1) ของผ้าไหมย้อมสีธรรมชาติจากใบโมกพวงที่มีส่วนประกอบของตะกอนของปูนขาวมีค่าความสว่างดีที่สุด และตะกอนของปูนแดง เป็นไปในทิศทางเดียวกับค่าความแตกต่างของสีด้านความสดใส (dC^*) พบว่า ผ้าไหมที่ย้อมสีจากตะกอนของปูนขาวมีค่าความสดใสเพิ่มมากขึ้นหลังจากผ่านการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก ซึ่งต่างกับผ้าไหมที่ย้อมจากตะกอนของปูนแดงที่ผ้าไหมหลังการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักมีความหม่นลงกว่าผ้าไหมก่อนการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก เมื่อเทียบความแตกต่างก่อนและหลังชักจากการมองด้วยตาเปล่าพบว่า ผ้าไหมที่ย้อมสีย้อมจากตะกอนปูนขาว มีลักษณะการย้อมไม่ติดสี และเมื่อซักแล้วสีที่ติดอยู่หลุดลอกออกจากผืนผ้าเกือบหมด อาจกล่าวได้ว่าค่าความเป็นกรด - ด่างของสีย้อมที่ใช้ปูนขาวในการตกตะกอนมีค่าค่าเกินไปจนไม่สามารถทำให้เกิดสีและการติดสีน้ำเงินบนเส้นใยไหมได้

ผลการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างมีค่าตำแหน่งของสีค่า dH^* พบว่า ค่า h^* ที่ระบุตำแหน่งสีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผ้าไหมที่ย้อมสีด้วยสีย้อมที่มีส่วนประกอบของตะกอนของปูนแดงที่ค่า h^* อยู่ในช่วงสีเขียว-สีน้ำเงิน (ตารางที่ 1) ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 247.74 ก่อนการทดสอบชักมีค่า dH^* เป็นบวก ผ้าทดลองหลังการทดสอบชักจะมีความเป็นน้ำเงินเพิ่มขึ้น ถ้าค่า dH^* มีค่าเป็นลบ ผ้าทดลองจะมีความเป็นสีเขียวมากขึ้นพบว่า สีย้อมที่มีส่วนประกอบของตะกอนปูนแดงมีค่าเป็นบวกอยู่ที่ 1.55 แสดงว่า

ผ้าทดลองมีความเป็นสีน้ำเงินเพิ่มขึ้น ในส่วนของสีย้อมที่มีส่วนประกอบของตะกอนปูนขาวมีค่าที่ระบุตำแหน่งสี h^* อยู่ในช่วงสีเหลือง-สีเขียวมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 103.92 ก่อนการทดสอบซักมีค่า dH^* เป็นบวก ผ้าทดลองหลังการทดสอบซักจะมีความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้น ถ้าค่า dH^* มีค่าเป็นลบผ้าทดลองจะมีความเป็นสีเขียวเพิ่มขึ้น พบว่า สีย้อมที่มีส่วนประกอบของตะกอนปูนขาวมีค่าเป็นบวกอยู่ที่ 0.12 แสดงว่าผ้าทดลองมีความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4 ค่าการเปลี่ยนแปลงของสีโดยรวมและระดับความคงทนของสีต่อการซักและชั้นคุณภาพของผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติจากใบโมกพวงจากตะกอนของสารที่ให้ความเป็นด่างที่ต่างกัน

สารให้ความเป็นด่าง	dE^*	ระดับความคงทนของสี	ชั้นคุณภาพ
ปูนแดง	5.51 ^a	2-3	(พอใช้)
ปูนขาว	9.80 ^a	1-2	(แย่มาก)

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง (a b c) มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

จากตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของสีค่า dE^* พบว่า ค่าความแตกต่างของสี dE^* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แบ่งผลการย้อมผ้าไหมที่ย้อมด้วยสีย้อมที่มีส่วนประกอบของตะกอนจากตะกอนปูนขาวและตะกอนปูนแดงมีค่า dE^* เฉลี่ยอยู่ที่ 9.80 และส่วนประกอบของตะกอนปูนแดงมีค่า dL^* ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 5.51

ผลการประเมินคุณภาพของผ้าไหมที่ย้อมสีธรรมชาติจากใบโมกพวงจากตะกอนของสารที่ให้ความเป็นด่างที่ต่างกันในการเตรียมผ้าไหม โดยแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงโดยรวมของสี ระดับความคงทนของสีต่อการซักที่ประเมินด้วยการเทียบค่า dE^* กับเกรย์สเกล และการอธิบายชั้นคุณภาพจากค่า dE^* และระดับความคงทนของสีตาม AATCC (2010) พบว่า ผ้าไหมที่ย้อมสีธรรมชาติจากใบโมกพวงที่มีส่วนประกอบของตะกอนปูนแดงมีระดับความคงทนของสีที่ระดับ 2-3 แสดงว่ามีความคงทนของสีต่อการซักดีพอใช้ และผ้าทดลองที่ย้อมสีที่มีส่วนประกอบของตะกอนปูนขาวที่ระดับ 1-2 แสดงว่า มีความคงทนของสีต่อการซักแย

สรุป

การวิจัยครั้งนี้ใช้กระบวนการย้อมสีธรรมชาติจากใบโมกพวงจากตะกอนของสารที่ให้ความเป็นด่างที่ต่างกัน ผลที่ได้พบว่ามีความแตกต่างกันของสีที่ย้อมลงบนผ้าไหมต่างจากสีคราม คือ

1. สีย้อมธรรมชาติจากใบโมกพวงที่ได้จากตะกอนสารให้ความเป็นด่างที่ต่างกันพบว่า ผ้าไหมหลังการย้อมออกไปทางโทนสีน้ำเงินแค่จากตะกอนของปูนแดงเท่านั้น ในขณะที่ครามจะย้อมติดที่ได้จากทั้งตะกอนปูนแดงและปูนขาว
2. ค่าสีย้อมบนผ้าไหมที่ได้จากการย้อมสีธรรมชาติจากใบโมกพวงจากตะกอนสารที่ให้ความเป็นด่างที่ต่างกันเมื่อดูจากค่าสีพบว่า ผ้าไหมที่ย้อมจากตะกอนของปูนแดงมีค่าสีไปทางโทนของสีน้ำเงิน คล้ายกับสีของคราม
3. ค่าความคงทนของสีต่อการซักจากการย้อมสีธรรมชาติจากใบโมกพวงจากตะกอนสารที่ให้ความเป็นด่างที่ต่างกันพบว่า ความคงทนของสีโดยรวม (dE^*) ผ้าไหมที่ย้อมสีธรรมชาติจากใบโมกพวงจากตะกอนของปูนแดงมีความคงทนของสีต่อการซักดีที่สุด แต่ในทางอุตสาหกรรมยอมรับค่าการเปลี่ยนแปลงโดยรวมของสีต้องอยู่ในระดับ 3-4 (ระดับดี) ขึ้นไป ดังนั้นการย้อมสีผ้าไหมจากสีย้อมธรรมชาติจากใบโมกพวงโดยใช้ตะกอนจากปูนแดง และตะกอนปูนขาว ยังมีความคงทนของสีต่อการซักอยู่ในระดับต่ำกว่าที่อุตสาหกรรมยอมรับได้

จากงานวิจัยในครั้งนี้สรุปได้ว่า สีย้อมธรรมชาติจากใบโมกพวงจากตะกอนที่ให้ความเป็นด่างที่ต่างกัน นับเป็นการเพิ่มทางเลือกในการใช้วัสดุที่ให้สีย้อมทางธรรมชาติในกลุ่มของสีน้ำเงินที่ได้จากครามและฮ่อม เนื่องจากสีย้อมบนผ้าไหมมีสีออกไปทางโทนเดียวกับสีของคราม ซึ่งแนวโน้มสามารถนำไปพัฒนา ต่อยอด และเพิ่มมูลค่าให้กับสีย้อมธรรมชาติในกลุ่มของสีน้ำเงินนอกจากครามและฮ่อม

References

- [1] Chantarangsi, K. (2013). **Design of Weaving Structure for Hand-Woven Indigo Dye Fabric.** Case Study Group of Ban Don Koi Indigo-Dyed Weaving Group Phanna Nikhom District Sakon Nakhon, Province Graduate School, Srinakarinwirot University
- [2] Gokhale, S. B., Taty, A. U., Bakliwal, S. R., and Fursule, R. A. (2004). **Natural Dye Yielding Plants in India.** R.C. Patel College of Pharmacy Shirpur, India
- [3] Maugare, T., Enaud, E., Sayette, A. D. L., Choisy P., and Legoy, M. D. (2002). Beta-Glucosidase-Catalyzed Hydrolysis of Indican from Leaves of Polygonum Tinctorium. **Biotechnology Progress.** Vol. 18, Issue 5, pp. 1104-1108. DOI: 10.1021/bp025540
- [4] Meipan, N. (2015). **Silk Dyeing with Natural Dyes from Krachai Dam Rhizome.** Master's Thesis, Kasetsart University
- [5] Mongkolrattanasit, R., Klaijoi, C., ChangMuang, S., Sasitorn, N., ManaRungwit, K., Mahain, K., PhaisanTantiwong, N., Roongruangkitkrai, N., Chamnongkan, T., Wong Phakdi, W., and Tiyasri, S. (2017). **New Natural Indigo Dyeing Guide on Silk and Cotton Yarns Commercially.** Kor-Hor Company Limited. Bangkok

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิด้วยการใช้สารคงตัวจากผงเมือกของ
กระเจียบเขียว

Developing Coconut Milk Ice Cream Using Stabilizers from Okra Mucilage Powder

สังวาลย์ ชมภูจา^{1*} จรรยา โทะะนาบุตร¹ อัสพงษ์ อุประวรรณ¹ และอรรถ ชันสี¹

Sungwan Chompuja^{1*} Janya Thonabut¹ Utsaphong Uprarawanna¹ and
At Khunsee¹

Received: June 19, 2023; Revised: August 14, 2023; Accepted: August 21, 2023

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมกะทิ โดยใช้ปริมาณผงเมือกกระเจียบเขียวที่เหมาะสมเป็นสารคงตัว โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD สำหรับการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสและวางแผนการทดลองแบบ CRD สำหรับการวิเคราะห์ทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์พบว่า ปริมาณที่เหมาะสมของผงเมือกกระเจียบเขียว 5 กรัม (ร้อยละ 0.50) ได้รับคะแนนความชอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (9-Point Hedonic Scale) ด้านสี (7.90 ± 0.86) รสชาติ (7.40 ± 0.86) และความชอบโดยรวม (7.46 ± 0.71) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งการใช้ผงเมือกของกระเจียบเขียวทดแทนกัวร์กัม จะทำให้ความหนืดของส่วนผสมไอศกรีมลดลง และค่าร้อยละการขึ้นฟูน้อยลงด้วย ส่งผลต่อลักษณะของไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสที่ดี ไม่แน่นมาก และการละลายช้าลง และจากการวิเคราะห์ทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์พบว่า มีค่าสี $L^* a^* b^*$ เท่ากับ 45.68 0.85 และ 8.22 ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 6.80 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 25.1 บริกซ์ อัตราการขึ้นฟูร้อยละ 21.83 ความหนืด 3,174 เซนติพอยด์ มีปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน เส้นใย เถ้า คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 71.04 1.67 4.83 0.45 1.57 20.44 และมีพลังงาน 116.11 กิโลแคลอรี งานวิจัยนี้เน้นให้เห็นถึงศักยภาพของการนำผงเมือกกระเจียบเขียวในปริมาณที่เหมาะสมมาใช้เป็นสารคงตัวทดแทนกัวร์กัมทางการค้าในการผลิตไอศกรีมกะทิ ถือเป็นการเพิ่มมูลค่าและเพิ่มรูปแบบการนำไปใช้งานให้กับกระเจียบเขียวมากขึ้น

คำสำคัญ : ผงเมือกของกระเจียบเขียว; สารคงตัว; กัวร์กัม

¹ สาขาเทคโนโลยีการประกอบอาหารและการบริการ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษาลำปาง

¹ School of Culinary Arts Suan Dusit University, Lampang Center

* Corresponding Author; Tel. 08 2459 4651, E - mail: Sungwan262@gmail.com

Abstract

This research study aimed to select a suitable recipe for making coconut milk ice cream using okra mucilage powder as a stabilizer and determine the optimal amount of okra mucilage powder for the recipe. A completely randomized block (RCBD) experiment was planned for sensory analyses and a completely randomized experiment (CRD) was planned for physical, chemical and microbial analyses. The results showed that appropriate amount of okra mucilage powder was 5 grams (0.50 %), which received favorable sensory preference scores for color (7.90 ± 1.21), taste (7.40 ± 0.86), and overall preference (7.46 ± 1.11) on a 9-Point Hedonic Scale. However, no significant differences were observed in scores for appearance and smell. By substituting okra mucilage powder for guar gum, the viscosity and overrun percentage of the ice cream mixture were reduced, resulting in an appropriate texture and slower melting. The physical, chemical, and biological analyses revealed L^* , a^* , and b^* values of 45.68, 0.85, and 8.22, respectively, a pH value of 6.80, water-soluble solids content of 25.1 brix, overrun percentage of 21.83, and viscosity of 3,174 centipoise (cp). The chemical analysis showed moisture, fat, protein, fiber, and carbohydrate percentages of 71.04, 1.67, 4.83, 0.45, 1.57, and 20.44, respectively, with a total energy of 116.11 kilocalories per 100 grams. This study highlights the potential use of okra mucilage powder as a stabilizer in ice cream production, providing added value to okras and exploring new applications.

Keywords: Okras Nucilage Powder; Stabilizers; Guar Gum

บทนำ

กระแสความนิยมการบริโภคอาหารของคนส่วนใหญ่ในปัจจุบันหันมาให้ความสำคัญกับการกินเพื่อสุขภาพมากขึ้น ทั้งอาหารจานหลัก อาหารว่าง หรือขนมหวาน ก็ล้วนแล้วแต่เน้นการนำวัตถุดิบจากธรรมชาติมาเป็นส่วนประกอบหลักในการผลิต ทั้งนี้เพื่อต้องการได้รับประโยชน์จากวัตถุดิบหลักเหล่านั้นได้อย่างมีคุณค่าสูงสุด และวัตถุดิบบางชนิดยังช่วยในการแต่งสี กลิ่น หรือรสชาติของอาหารให้น่ากิน ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะดึงดูดความสนใจของผู้บริโภคได้ และสารให้สีของวัตถุดิบจากธรรมชาตินอกจากจะช่วยเพิ่มสีสันแล้ว ยังมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ที่สามารถป้องกันการเกิดโรคเรื้อรังต่าง ๆ ซึ่งการที่จะนำวัตถุดิบจากธรรมชาติมากินแบบสด ๆ สามารถใช้ได้บางโอกาสหรือตามฤดูกาลเท่านั้น ดังนั้น จึงต้องมีการแปรรูปวัตถุดิบเพื่อกินนอกฤดูกาล และนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ ด้วย อย่างไรก็ตามในกระบวนการแปรรูปหรือการผลิตเหล่านั้นจะต้องผ่านขั้นตอนต่าง ๆ ซึ่งจะมีปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อความคงตัวของสารต้านอนุมูลอิสระในวัตถุดิบนั้น ๆ และลดความสำคัญต่อคุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ลงด้วย กระบวนการแปรรูปอาหารที่ใช้อุณหภูมิไม่สูงมาก และการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิต่ำอย่างเช่น การผลิตไอศกรีม จะช่วยคงคุณค่าทางโภชนาการต่าง ๆ และรักษาสารสำคัญในผักหรือผลไม้ที่เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ได้

กระเจียบเขียว เป็นผักที่มีถิ่นกำเนิดในแถบประเทศเอธิโอเปีย คนไทยนิยมบริโภคกระเจียบเขียวแบบดิบหรือปรุงสุกด้วยการต้ม โดยมักรับประทานเป็นเครื่องเคียงในมื้ออาหารคู่กับน้ำพริก กระเจียบเขียวอุดมไปด้วยคุณค่าจากสารอาหาร แร่ธาตุ และวิตามินต่าง ๆ เช่น ไฟเบอร์ วิตามินซี วิตามินเค โปรตีน มีผลการศึกษาระบุว่า การบริโภคกระเจียบ อาจช่วยลดความเสี่ยงโรคมะเร็ง โรคหลอดเลือดสมอง และอาจช่วยควบคุมระดับ

ไขมันในเลือด ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงของโรคหัวใจและหลอดเลือด และยังพบสารพอลิแซ็กคาไรด์ที่มีคุณสมบัติช่วยเพิ่มปริมาณฮอโมนอินซูลิน ทำหน้าที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด จึงอาจช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ [1] กระเจียบเขียวเมื่อนำมาปรุงอาหารหรือสัมผัสกับน้ำจะมีเมือกขับออกมาจากฝัก เมือกดังกล่าวเป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่หรือพอลิแซ็กคาไรด์จับกับส่วนของโปรตีน และแร่ธาตุ ปัจจุบันได้มีการนำพอลิแซ็กคาไรด์ที่สกัดได้จากกระเจียบเขียวไปใช้ประโยชน์ทั้งทางด้านการผลิตอาหาร และประโยชน์ทางการแพทย์พบว่าพอลิแซ็กคาไรด์จากกระเจียบเขียวมีโครงสร้างหลักเป็นแรมโนกาแลคทูโรแนน (Rhamnogalacturonan) คล้ายเพคติน มีสมบัติเป็นสารให้ความหนืด และมีความหนืดสูงสุดในภาวะที่มีค่าความเป็นกรดต่ำที่เป็นกลาง [2] จะเห็นได้ว่าเมือกของกระเจียบเขียว จึงเป็นวัตถุดิบที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ใช้แทนสารให้ความข้นหนืดในอาหาร มีความปลอดภัยต่อการบริโภค และเพิ่มการใช้ประโยชน์ที่หลากหลายในผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีความสอดคล้องการวิจัยผลิตภัณฑ์จากพืช เช่น การใช้ผงเมือกกระเจียบเขียวเป็นสารคงตัวในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโยเกิร์ต [3] การใช้ประโยชน์จากพอลิแซ็กคาไรด์จากกระเจียบเขียวเป็นสารคงตัวในเครื่องดื่มนมปรับกรด [4] การนำสารเมือกกระเจียบเขียว นำมาใช้เป็นสารคงตัวแก่ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ [5] เป็นต้น

เมือกของกระเจียบเขียว จึงสามารถนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพได้อีกหลายชนิด ประกอบกับเป็นผักที่มีจำนวนมากในจังหวัดลำปาง การพัฒนากระเจียบเขียวให้เป็นไอศกรีมกะทิจากผงเมือกของกระเจียบเขียว จะช่วยส่งเสริมทำให้ผู้บริโภคได้รับคุณค่าทางโภชนาการจากพืชผักที่มีอยู่ในท้องถิ่น เพราะไอศกรีมเป็นผลิตภัณฑ์นมที่ถูกทำให้เย็นจัด และแข็งตัว เป็นขนมหวานแช่แข็งที่อุดมด้วยสารต่าง ๆ ที่มีคุณค่าทางอาหาร และสามารถกินได้ทุกเพศทุกวัย เพราะสามารถกินได้ง่ายเนื่องจากมีรสชาติหวานเย็น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีความสนใจนำผงเมือกของกระเจียบเขียว มาใช้เป็นสารเพิ่มความคงตัวแทนสารคงตัวทางการค้าในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิ โดยศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมของผงเมือกของกระเจียบเขียว และตรวจสอบคุณภาพของไอศกรีมที่ผลิตได้ ซึ่งจะเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับกระเจียบเขียว และอาจจะใช้เป็นข้อมูลเพื่อนำไปผลิตเป็นอาหารเพื่อสุขภาพสำหรับบุคคลที่ใส่ใจเรื่องสุขภาพ อีกทั้งสร้างความหลากหลายในการเลือกกินให้กับผู้บริโภคทั่วไป นอกจากนี้ยังมีส่วนช่วยในการนำผลผลิตทางการเกษตรมาแปรรูปเพื่อเป็นแนวทางในการประกอบอาชีพ และนำไปสู่การพัฒนาในเชิงพาณิชย์ ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตทางการเกษตรอีกทางหนึ่งด้วย

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส คือ กลุ่มผู้บริโภคทั่วไปทั้งชายและหญิงที่มีอายุตั้งแต่ 18 - 45 ปี โดยการสุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ จำนวน 100 คน

เครื่องมือในการวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ คือ แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส ในการประเมินคุณลักษณะของการคัดเลือกสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมกะทิจากผงเมือกของกระเจียบเขียว และการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของผงเมือกของกระเจียบเขียวที่ใช้เป็นสารคงตัวในการผลิตไอศกรีมกะทิ โดยมีการให้คะแนนความชอบแบบ 9-Point Hedonic Scale ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ซึ่งแบบทดสอบทางประสาทสัมผัส มีการใช้รหัสแทนการใช้ชื่อและนามสกุลในการบันทึกข้อมูล และมีการทำลายข้อมูล และข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องภายหลังเสร็จสิ้นการวิจัยภายในระยะเวลา 1 ปี

การคัดเลือกสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมกะทิและการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของผงเมือกของกระเจียบเขียวที่ใช้เป็นสารคงตัวในการผลิตไอศกรีมกะทิ โดยใช้กลุ่มผู้ทดสอบชิมที่ไม่ได้รับการฝึกฝน คือ อาจารย์ นักศึกษาและเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษาลำปาง สถานที่ใช้ทดสอบชิม คือ คิวสวนดุสิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษาลำปาง

วิธีดำเนินการวิจัย วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design, RCBD) สำหรับการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส และวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) สำหรับการวิเคราะห์ทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 คัดเลือกสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมกะทิจากผงเมือกของกระเจี๊ยบเขียว

ศึกษาค้นคว้าสูตรการผลิตไอศกรีมกะทิจากหนังสือ ตำราอาหารและแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ จำนวน 4 สูตร ที่ประกอบด้วยกะทิ น้ำเปล่า น้ำตาลทราย น้ำตาลปีบ เกลือป่น นมผง วานิลลาผง แป้งสาลี อเนกประสงค์ และกั้วร็กัมเป็นสารคงตัว มาทำการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบบล็อกกลุ่มสมบูรณ์ (RCBD) ประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสโดยให้คะแนนความชอบแบบ 9-Point Hedonic Scale ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวม วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างโดย (Duncan's Multiple Range Test: DMRT) การคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมจะพิจารณาจากผลวิเคราะห์ด้านประสาทสัมผัสในด้านต่าง ๆ ดังกล่าวที่มีค่าคะแนนความชอบสูงสุดเพื่อใช้เป็นสูตรพื้นฐานที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิจากผงเมือกของกระเจี๊ยบเขียวต่อไป

ตอนที่ 2 การเตรียมสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียวในรูปผงแห้ง

โดยดัดแปลงวิธีสกัดจาก [6] นำฝักระเจี๊ยบเขียวมาล้างให้สะอาด ตัดส่วนหัวท้ายออก หั่นกระเจี๊ยบเขียวตามขวางขนาด 1 เซนติเมตรใส่ภาชนะไว้ ซึ่งกระเจี๊ยบเขียวต่อน้ำในอัตราส่วน 1:1 นำกระเจี๊ยบเขียวที่หั่นไว้มาต้มกับน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที บีบเมือกกระเจี๊ยบเขียวโดยใช้ผ้าขาวบางเพื่อให้ได้เมือกออกมา นำเมือกที่ได้ไปอบในตู้อบลมร้อนที่ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 ชั่วโมง (จนมีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 6) นำไปบดให้เป็นผงและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60 mesh (ความกว้างช่องขนาด 0.25 มิลลิเมตร) ดัดแปลงจาก [3] จากนั้นนำผงเมือกกระเจี๊ยบเขียวที่ผ่านการอบแห้งมาบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ และเตรียมนำไปศึกษาต่อไป

ตอนที่ 3 ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของผงเมือกกระเจี๊ยบเขียวที่ใช้เป็นสารคงตัวในการผลิตไอศกรีมกะทิ

1. ศึกษาปริมาณผงเมือกของกระเจี๊ยบเขียวที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมกะทิ โดยแปรปริมาณของผงเมือกของกระเจี๊ยบเขียว เป็น 3 ระดับคือ ร้อยละ 0.25 0.50 และ 1.00 (โดยน้ำหนักต่อน้ำหนักของไอศกรีม) ตามลำดับ ทำการผลิตไอศกรีมจากผงเมือกของกระเจี๊ยบเขียวเปรียบเทียบกับไอศกรีมกะทิสสูตรควบคุมที่ใช้กั้วร็กัม และทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ 9-Point Hedonic Scale ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวม วางแผนการทดลองแบบบล็อกกลุ่มสมบูรณ์ (RCBD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test: DMRT แล้ววิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพโดยวัดค่าความหนืดของส่วนผสมไอศกรีมด้วยเครื่อง Brookfield Viscometer ทาค่าอัตราการขึ้นฟู (%Overrun) อัตราการละลาย (Melt-Down Rate) ค่าสี (CIE-Lab) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (Total Soluble Solids, °Brix) วางแผนการทดลองแบบวางแผนกลุ่มสมบูรณ์ (CRD) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ One-Way Analysis of Variance ($p < 0.05$)

2. การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของไอศกรีมกะทิสสูตรควบคุม และสูตรที่ใช้ผงเมือกของกระเจี๊ยบเขียวเป็นสารคงตัวที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด ดังนี้

2.1 คุณภาพทางกายภาพ ประกอบด้วย การวิเคราะห์คุณภาพด้านลักษณะปรากฏ คือ สีของไอศกรีมจากผงเมือกของกระเจี๊ยบเขียว โดยเครื่องวัดสี ระบบ CIE L a* b* เป็นการวัดค่าสีของตัวอย่างโดยใช้เครื่องวัดสี Color Quest II Sphere (Chroma Meter CR 300 Series, Japan) วัดค่าสีด้วยระบบ CIE L a* b* มีรายละเอียดดังนี้

ค่า L คือ Lightness เป็นค่าความสว่าง มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100

ค่า a* คือ Redness/Greenness เป็นค่าแสดงถึงความเป็นสีแดงหรือสีเขียวของวัตถุ

ค่า b* คือ Yellowness/Blueness เป็นค่าแสดงถึงความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน

ของวัตถุ

2.2 คุณภาพทางเคมี วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน โยอาหาร เถ้า และคาร์โบไฮเดรต ตามวิธี AOAC (2000) [7]

2.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์ วิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต่อ 1 กรัมของไอศกรีม โดยวิธี Standard Plate Count (SPC) และปริมาณยีสต์ และรา (Yeast and Mold Counts) [8]

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ นำข้อมูลที่ได้จากการรวมในแต่ละตอนของการศึกษา 3 ซ้ำ ไปคำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviations, SD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS Statistics สำหรับ Window วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (RCBD) สำหรับการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส และวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) สำหรับการวิเคราะห์ทางกายภาพ เคมี และ จุลินทรีย์

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ตอนที่ 1 ผลการคัดเลือกสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมกะทิจากผงเมือกของกระเจี๊ยบเขียว จากผลการทดลองการคัดเลือกสูตรพื้นฐานการผลิตไอศกรีมกะทิจำนวน 4 สูตร โดยวิธีการศึกษาจากหนังสือ ตำราอาหารและแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ แล้วทำการทดลองสูตรพื้นฐานการผลิตไอศกรีมกะทิทั้ง 4 สูตร มาทำการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส โดยผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสโดยให้คะแนนความชอบแบบ 9-Point Hedonic Scale ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่าง (DMRT) การคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมจะพิจารณาจากผลวิเคราะห์ด้านประสาทสัมผัสในด้านต่าง ๆ ดังกล่าว ที่มีค่าคะแนนความชอบสูงสุดเพื่อใช้เป็นสูตรพื้นฐานที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิจากผงเมือกของกระเจี๊ยบเขียวต่อไปพบว่า ปริมาณของวัตถุดิบที่ใช้แต่ละสูตรมีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติและความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังตารางที่ 1 พบว่าสูตรที่ 1 ได้รับความชอบจากผู้บริโภคมากที่สุด โดยได้คะแนนเฉลี่ย 7.48 ± 1.01 7.08 ± 0.44 7.42 ± 1.23 7.44 ± 1.29 และ 7.50 ± 1.24 ตามลำดับ จึงเลือกสูตรที่ 1 เป็นสูตรพื้นฐานมีส่วนผสมคือ น้ำสะอาด น้ำตาลทราย น้ำตาลปีบ เกลือป่น นมผง วานิลลาผง แป้งสาลี กว๊ารัม และกะทิ ซึ่งส่วนผสมทั้งหมดนำไปใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิจากผงเมือกของกระเจี๊ยบเขียวต่อไป

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพประสาทสัมผัสของสูตรพื้นฐานไอศกรีมกะทิ

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	สูตรพื้นฐาน			
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
ลักษณะปรากฏ	$7.48^a \pm 1.01$	$6.22^b \pm 0.47$	$6.40^b \pm 1.05$	$6.18^b \pm 1.08$
สี	$7.08^a \pm 0.44$	$6.10^b \pm 0.46$	$6.20^b \pm 1.01$	$5.65^c \pm 1.05$
กลิ่น	$7.42^a \pm 1.23$	$5.52^b \pm 0.89$	$5.28^b \pm 1.22$	$4.75^c \pm 1.26$
รสชาติ	$7.44^a \pm 1.29$	$7.34^a \pm 1.18$	$6.38^b \pm 1.09$	$6.28^b \pm 1.01$
ความชอบโดยรวม	$7.50^a \pm 1.24$	$6.34^b \pm 0.58$	$6.16^b \pm 1.13$	$4.70^c \pm 0.39$

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD (SD หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงการกระจายของข้อมูล)

^{abc} ที่กำกับตัวเลขในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

^{ns} ที่กำกับตัวเลขในแนวนอน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตอนที่ 2 ผลการเตรียมสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียวในรูปผงแห้ง วิธีการเตรียมสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียวได้ดัดแปลงวิธีสกัด [6] และวิธีของ [3] จากนั้นนำผงเมือกกระเจี๊ยบเขียวที่ผ่านการอบแห้งมาบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ และเตรียมนำไปศึกษาต่อไปพบว่า ได้ผงเมือกที่มีลักษณะเป็นผง สีเขียวคล้ำ เนื่องจากในการทดลองใช้อุณหภูมิในการอบเท่ากับ 55 องศาเซลเซียส

เป็นเวลานาน 10 ชั่วโมง ส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard Reaction) ที่เป็นปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์กับหมู่อะมิโนของโปรตีน [9] ซึ่งถ้าใช้อุณหภูมิสูงและระยะเวลาการอบเวลานาน จะทำให้เกิดสีของผงเมื่อกลั่นมากขึ้นดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ลักษณะของผงเมื่อกลั่นของกระเจียบเขียว

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของผงเมื่อกลั่นของกระเจียบเขียวที่ใช้เป็นสารคงตัวในการผลิตไอศกรีมกะทิ

นำผลิตภัณฑ์ไอศกรีมพื้นฐานที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิม มาศึกษาทดลองโดยแปรปริมาณจากผงเมื่อกลั่นของกระเจียบเขียวเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.25 0.50 และ 1.00 (โดยน้ำหนักต่อน้ำหนักของไอศกรีม) ตามลำดับ ทำการผลิตไอศกรีมจากผงเมื่อกลั่นของกระเจียบเขียวเปรียบเทียบกับไอศกรีมกะทิสูตรควบคุมที่ใช้กัวยี่สิบเป็นสารคงตัว

จากนั้นนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ 9-Point Hedonic Scale ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (RCBD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพประสาทสัมผัสของไอศกรีมกะทิจากผงเมื่อกลั่นของกระเจียบเขียว

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ไอศกรีมกะทิจากผงเมื่อกลั่นของกระเจียบเขียว			
	0 (ควบคุม)	ร้อยละ 0.25	ร้อยละ 0.50	ร้อยละ 1.00
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	7.33±1.22	7.21±1.20	7.20±1.08	7.18±1.05
สี	7.06 ^a ±0.90	7.10 ^c ±0.85	7.90 ^a ±0.57	7.55 ^b ±0.55
กลิ่น	7.28 ^b ±1.06	7.21 ^b ±1.11	7.51 ^a ±0.68	7.32 ^b ±0.96
รสชาติ	7.26 ^b ±0.42	7.22 ^b ±0.59	7.40 ^a ±0.86	6.98 ^c ±0.92
ความชอบโดยรวม	7.25 ^b ±0.95	7.20 ^b ±0.54	7.46 ^a ±0.71	7.04 ^c ±0.90

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย ±SD (SD หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงการกระจายของข้อมูล)

^{a b c} ที่กำกับตัวเลขในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

^{ns} ที่กำกับตัวเลขในแนวนอน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของไอศกรีมกะทิทั้ง 4 สูตร คือ สูตรควบคุมและสูตรที่ใช้ผงเมื่อกลั่นร้อยละ 0.25 0.50 และ 1.00 เป็นสารคงตัวแทนกัวยี่สิบ เพื่อหาสูตรที่ได้รับการยอมรับของผู้บริโภคพบว่าทั้ง 4 สูตร มีคะแนนในด้านสี รสชาติ และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังตารางที่ 2 พบว่า สูตรที่ใช้ผงเมื่อกลั่นของกระเจียบเขียวร้อยละ 0.50 มีคะแนน

ความชอบในด้านต่าง ๆ สูงกว่าสูตรอื่น โดยมีการใช้ผงเมือกร้อยละ 0.50 และกั้วร้กั้วร้อยละ 0.50 เกิดการอุ้มน้ำในปริมาณที่จำกัด ทำให้ส่วนผสมไอศกรีมที่ได้มีความหนืดต่ำ เมื่อนำมาตีอากาศด้วยเครื่องปั่นไอศกรีมมีผลทำให้ค่าร้อยละการขึ้นฟูน้อยลงด้วย ส่งผลต่อลักษณะของไอศกรีมทำให้ไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสที่เหมาะสมแน่นขึ้นและการละลายช้าลง [10] และเมื่อมีการเพิ่มปริมาณของผงเมือกมากขึ้น ทำให้ส่วนผสมไอศกรีมมีความหนืดลดลงส่งผลต่อค่าร้อยละการขึ้นฟูลดลง ทำให้เนื้อสัมผัสที่เหลวเกินไป เนื้อสัมผัสไม่เนียน ซึ่งปกติแล้วการเพิ่มปริมาณกั้วร้กั้วที่ใช้ในไอศกรีมโดยทั่วไปนั้นจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี เนื่องจากความหนืดมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัส โดยทำให้ผลิตภัณฑ์ที่เหนียวนุ่มเนียน ให้การรับรู้ที่ดีขณะรับประทานไอศกรีม และเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม

สรุปได้ว่า สูตรที่ใช้ผงเมือกของกระเจี๊ยบเขียวร้อยละ 0.50 มีคะแนนมากกว่าสูตรควบคุมทั้งในด้านสี รสชาติ และความชอบโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนเฉลี่ย 7.90 ± 0.57 7.40 ± 0.86 และ 7.46 ± 0.71 ตามลำดับ ยกเว้นด้านลักษณะปรากฏและกลิ่น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีส่วนผสมประกอบด้วย น้ำเปล่า 500 กรัม น้ำตาลทราย 125 กรัม น้ำตาลปี๊บ 25 กรัม เกลือป่น 0.4 กรัม นมผง 7.5 กรัม วานิลลาผง 0.8 กรัม แป้งสาลี 40 กรัม กั้วร้กั้ว 5 กรัม ผงเมือกกระเจี๊ยบเขียว 5 กรัม และกะทิ 250 กรัม

เมื่อได้สูตรการผลิตไอศกรีมกะทิจากผงเมือกของกระเจี๊ยบเขียวแล้ว จึงนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพโดยวัดค่าความหนืดของส่วนผสมไอศกรีมด้วยเครื่อง Brookfield Viscometer หาค่าอัตราการขึ้นฟู (%Overrun) อัตราการละลาย ค่าสี (CIE-Lab) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (Total Soluble Solids, °Brix) วางแผนการทดลองแบบวางแผนกลุ่มสมบูรณ์ (CRD) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ One-Way Analysis of Variance ($p < 0.05$) ซึ่งผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิจากผงเมือกของกระเจี๊ยบเขียว

คุณภาพทางกายภาพ	ไอศกรีมกะทิจากผงเมือกของกระเจี๊ยบเขียว			
	0 (ควบคุม)	ร้อยละ 0.25	ร้อยละ 0.50	ร้อยละ 1.00
ค่าสี (L*)	48.15 ^a ±0.84	46.21 ^b ±0.55	45.68 ^c ±0.32	41.27 ^d ±0.13
(a*)	0.21 ^c ±0.04	0.69 ^b ±0.03	0.85 ^a ±0.00	0.89 ^a ±0.13
(b*)	4.85 ^d ±0.09	7.73 ^c ±0.04	8.22 ^b ±0.23	9.16 ^a ±0.14
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	6.27 ^c ±0.01	6.93 ^b ±0.01	6.80 ^b ±0.45	7.13 ^a ±0.00
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (°Brix)	24.9 ^a ±0.85	24.45 ^a ±0.07	25.1 ^a ±0.57	23.2 ^b ±0.56
อัตราการขึ้นฟู (%Overrun)	24.28 ^a ±1.02	25.00 ^a ±0.99	21.83 ^b ±1.02	21.42 ^b ±1.05
ค่าความหนืด (cp)	100,700 ^a ±0.85	7,730 ^b ±0.20	3,174 ^c ±0.95	1,251 ^d ±1.11

หมายเหตุ: ตัวอักษร ^{a b c d} แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

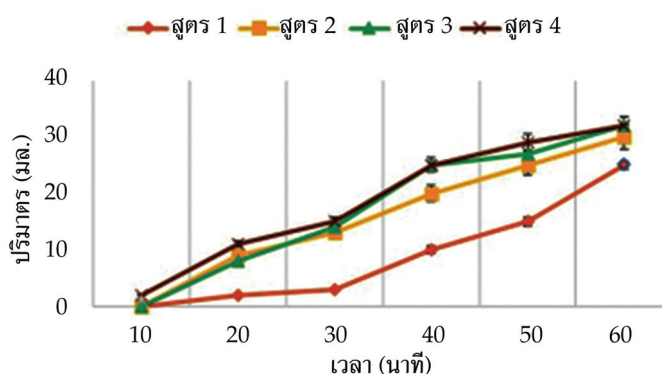
ในการวัดความหนืดของส่วนผสมไอศกรีมพบว่า สูตรที่ใช้ผงเมือกของกระเจี๊ยบเขียวร้อยละ 0.50 และกั้วร้กั้วร้อยละ 0.50 มีคะแนนความชอบในด้านต่าง ๆ สูงกว่าสูตรอื่น โดยที่การใช้ผงเมือกร้อยละ 0.50 มีการเกิด การอุ้มน้ำในปริมาณที่จำกัด ทำให้ส่วนผสมไอศกรีมที่ได้มีความหนืดต่ำ เมื่อนำมาตีอากาศด้วยเครื่องปั่นไอศกรีมมีผลทำให้ค่าร้อยละการขึ้นฟูน้อยลงด้วย ส่งผลต่อลักษณะของไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสที่เหมาะสม ไม่แน่นมาก และการละลายช้าลง และเมื่อมีการเพิ่มปริมาณของผงเมือกมากกว่าร้อยละ 0.50 ทำให้ส่วนผสมไอศกรีมมีความหนืดต่ำกว่าเดิม ส่งผลต่อค่าร้อยละการขึ้นฟูลดลง ทำให้เนื้อสัมผัสที่เหลวเกินไป เนื้อสัมผัสไม่เนียน เมื่อนำไอศกรีมกะทิสูตรควบคุมและสูตรที่มีการใช้ผงเมือกของกระเจี๊ยบเขียวทั้ง 3 สูตร มาวัดค่าสี พบว่าเมื่อใช้ผงเมือกของกระเจี๊ยบเขียวมากขึ้น มีผลทำให้ค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเขียว (a*) ลดลงตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบกับไอศกรีมกะทิสูตรควบคุม โดยไอศกรีมที่ใช้ผงเมือกของกระเจียบเขียวร้อยละ 1 จะมีค่าความสว่างน้อยที่สุด (L^*) ทั้งนี้เนื่องจากผงเมือกของกระเจียบเขียวที่ผลิตได้มีสีเขียวล้ำ เมื่อนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม จึงส่งผลให้ไอศกรีมที่ผลิตได้มีสีเข้มขึ้น ส่งผลต่อค่าความสว่างและค่าสีเขียวของไอศกรีม อีกทั้งมีค่าความหนืด (cp) ที่ลดลงมากแต่มีความเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ [3] ที่มีการใช้ผงเมือกจากกระเจียบเขียวในไอศกรีม แล้วมีค่าความข้นหนืดที่เหมาะสมใกล้เคียงกับงานวิจัย ดังตารางที่ 3 และรูปที่ 2



(ก) ร้อยละ 0 (ข) ร้อยละ 0.25 (ค) ร้อยละ 0.50 (ง) ร้อยละ 1.00
รูปที่ 2 ลักษณะทางกายภาพของไอศกรีมกะทิจากผงเมือกของกระเจียบเขียว

การศึกษาอัตราการละลายด้วยวิธี Melt-Down Rate [12] ของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิด้วยการใช้สารคงตัวจากผงเมือกของกระเจียบเขียว รายละเอียดดังรูปที่ 3 พบว่า ไอศกรีมสูตรที่ 1 ซึ่งเป็นสูตรควบคุมมีอัตราการละลายที่ช้าที่สุด เนื่องจากไอศกรีมสูตรควบคุมมีค่าความหนืดสูงที่สุด ส่วนไอศกรีมสูตรที่ 2 3 และ 4 มีอัตราการละลายที่ค่อนข้างช้าใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับค่าความหนืด ไอศกรีมที่มีการใช้สารให้ความคงตัวจากผงเมือกของกระเจียบเขียวมีการจับตัวกันดี มีความข้นหนืดที่ดี จึงละลายค่อนข้างช้า



รูปที่ 3 อัตราการละลายของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิจากผงเมือกของกระเจียบเขียวสูตรต่าง ๆ

การละลายของไอศกรีมสูตรที่ 4 มีค่าความหนืดต่ำที่สุด เพราะปริมาณผงเมือกของกระเจียบเขียวมากขึ้นจะทำให้ไอศกรีมละลายเร็วขึ้น เพราะมีความสามารถต้านทานการละลายน้อย ส่วนผสมไอศกรีมที่เพิ่มขึ้นนั้นเป็นผลมาจากผงเมือกที่ใช้ ซึ่งเป็นสารประกอบในกลุ่มไฮโดรคอลลอยด์ มีโครงสร้างเป็นตาข่าย จะลดการเคลื่อนที่ของสารต่าง ๆ โดยเฉพาะน้ำ สามารถเกาะเกี่ยวโมเลกุลของน้ำไว้ภายในโครงสร้างตาข่ายในสภาพที่แน่นหนากว่า

จากนั้นนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพทางจุลินทรีย์ของไอศกรีมกะทิสูตรควบคุมและสูตรที่ใช้ผงเมือกของกระเจียบเขียวเป็นสารคงตัว มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ตามวิธีของ AOAC (1990) พร้อมทั้งตรวจวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต่อ 1 กรัมของไอศกรีม โดยวิธี Standard Plate Count (SPC) เปรียบเทียบกับสูตรควบคุมซึ่งผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและคุณภาพทางจุลินทรีย์ดังตารางที่ 4 และ 5

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิจากผงเมือกของกระเจี๊ยบเขียว

องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)	ไม่มีผงเมือกของ กระเจี๊ยบเขียว (สูตรควบคุม)	มีสารคงตัวจากผงเมือก ของกระเจี๊ยบเขียว (ร้อยละ 0.50)
ความชื้น (Moisture)	72.17±0.28	71.04±0.04
ไขมัน (Crude Fat)	1.96±0.06	1.67±0.05
โปรตีน (Protein)	3.03±0.01	4.83±0.09
เส้นใย (Crude Fiber)	0.20±0.05	0.45±0.02
เถ้า (Ash)	1.47±0.04	1.57±0.03
คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)	21.17±0.11	20.44±0.03
พลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม)	114.44	116.11

เมื่อนำไอศกรีมกะทิสสูตรควบคุมและสูตรที่ใช้ผงเมือกของกระเจี๊ยบเขียวร้อยละ 0.50 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีดังตารางที่ 4 เมื่อเปรียบเทียบโดยนักวิทยาศาสตร์พบว่า ค่าปริมาณของไขมัน เส้นใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรตมีค่าใกล้เคียงกันและไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่ค่าปริมาณโปรตีนมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นจากเดิม 3.03 ± 0.01 เมื่อเพิ่มสารคงตัวจากผงเมือกของกระเจี๊ยบเขียวร้อยละ 0.50 พบว่า ปริมาณโปรตีนเพิ่มเป็นร้อยละ 4.83 ± 0.09 เนื่องจากผงเมือกของกระเจี๊ยบเขียว มีโครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีที่ประกอบด้วย อะราบินอกาแลคแทนโปรตีโอไกลแคน (Arabinogalactan Proteoglycan) ที่มีกรดอะมิโน น้ำตาลอาราบินอส และกาแลคโทส [12] ซึ่งกรดอะมิโนเป็นโมเลกุลขนาดเล็กที่เป็นส่วนประกอบในการสร้างโปรตีนสำหรับฟื้นฟูเซลล์ต่าง ๆ ปกติแล้วร่างกายจะมีกรดอะมิโนที่สำคัญและจำเป็นต่อร่างกายอยู่ 20 ชนิด ซึ่งกรดอะมิโนแต่ละตัวจะมีหน้าที่โดยเฉพาะที่แตกต่างกัน เช่น ช่วยในกระบวนการเผาผลาญอาหาร การซ่อมแซมเซลล์ต่าง ๆ รวมถึงเซลล์ผิวหนัง และการเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อทั่วร่างกาย [13] และเมื่อนำมาคำนวณคุณค่าทางโภชนาการมีค่าเท่ากับ 116.11 กิโลแคลอรีต่อไอศกรีม 100 กรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิจากผงเมือกของกระเจี๊ยบเขียว

คุณภาพด้านจุลินทรีย์	ไม่มีผงเมือก ของกระเจี๊ยบเขียว (สูตรควบคุม)	มีสารคงตัวจากผงเมือก ของกระเจี๊ยบเขียว (ร้อยละ 0.50)
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	<10	<10
ปริมาณยีสต์และรา (CFU/g)	<10	<10

หมายเหตุ < 10 หมายถึง ไม่พบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์บนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ

ในการตรวจสอบทางด้านจุลินทรีย์พบว่า ไอศกรีมกะทิสสูตรควบคุมและสูตรที่ใช้ผงเมือกของกระเจี๊ยบเขียวร้อยละ 0.50 เป็นสารคงตัวมีปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมด <10 โคโลนีต่อกรัม ไม่มีผลต่อคุณภาพทางจุลินทรีย์ทั้งปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์ และรา เนื่องจากสารคงตัวจากผงเมือกของกระเจี๊ยบเขียวมีปริมาณความชื้นค่อนข้างต่ำ จึงไม่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ แสดงให้เห็นว่าปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในผลิตภัณฑ์นั้นแปรผันตามค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์ด้วย

คุณภาพด้านจุลินทรีย์ ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 222 พ.ศ. 2544 [14] ได้ประกาศว่า ไอศกรีมนม ได้แก่ ไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้นมหรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนม จะต้องมีแบคทีเรียทั้งหมดไม่เกิน

600,000 โคโลนีในไอศกรีม 1 กรัม ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด *Escherichia coli* ในไอศกรีม 0.01 กรัม ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ จากการทดสอบทางด้านจุลินทรีย์พบว่า ไอศกรีมสูตรที่ใช้ผงเมือกของกระเจี๊ยบเขียวจะมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมากกว่าไอศกรีมกะทิสูตรควบคุม เนื่องจากกระบวนการผลิตที่ยุ่ยยากมากกว่าทำให้มีโอกาสปนเปื้อนของจุลินทรีย์มากกว่า อย่างไรก็ตามไอศกรีมทั้ง 2 สูตร มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจพบนั้น อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดและไม่พบการเจริญของแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม ทั้งนี้เนื่องจากในกระบวนการผลิตไอศกรีมได้มีขั้นตอนการพาสเจอร์ไรส์ ส่วนผสมของไอศกรีมที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และคำนึงถึงสุขลักษณะที่ถูกต้องในกระบวนการผลิตไอศกรีม

ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิโดยใช้ผงเมือกของกระเจี๊ยบเขียว เป็นสารให้ความคงตัวแทนการใช้กัวร์กัม ซึ่งเป็นกัมทางการค้าในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม สามารถลดต้นทุนในการผลิตที่ต้องใช้วัตถุดิบที่มีราคาสูง และเป็นการเพิ่มประโยชน์ทางด้านสุขภาพได้ เนื่องจากเมือกของกระเจี๊ยบเขียวเป็นสารชนิดกัม (Gum) จากธรรมชาติที่มีปริมาณมาก เป็นเส้นใยอาหารชนิดละลายน้ำ สามารถลดได้ทั้งน้ำตาลในกระแสเลือด และคอเลสเตอรอลที่ขับออกผ่านทางท่อน้ำดี และยังเป็นอาหารประเภท Prebiotic เป็นอาหารหล่อเลี้ยงและสร้างจุลินทรีย์ตัวดีที่สร้างสมดุล สร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย ช่วยหล่อลื่นลำไส้ใหญ่ ขับถ่ายสะดวก ท้องไม่ผูก [15] ซึ่งจะเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับกระเจี๊ยบเขียว และอาจจะใช้เป็นข้อมูลเพื่อนำไปผลิตเป็นอาหารเพื่อสุขภาพสำหรับบุคคลที่ใส่ใจเรื่องสุขภาพได้

สรุปผลการทดลอง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิด้วยการใช้สารคงตัวจากผงเมือกของกระเจี๊ยบเขียว มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกรสชาติที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมกะทิ โดยใช้ปริมาณผงเมือกกระเจี๊ยบเขียวที่เหมาะสมเป็นสารคงตัว โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD สำหรับการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสและวางแผนการทดลองแบบ CRD สำหรับการวิเคราะห์ทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ เมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ไอศกรีมกะทิที่ใช้ผงเมือกของกระเจี๊ยบเขียวในปริมาณที่เหมาะสมคือ ร้อยละ 0.50 มีส่วนผสมประกอบด้วย น้ำเปล่า 500 กรัม น้ำตาลทราย 125 กรัม น้ำตาลปี๊บ 25 กรัม เกลือป่น 0.4 กรัม นมผง 7.5 กรัม วานิลลาผง 0.8 กรัม แป้งสาลี 40 กรัม กัวร์กัม 5 กรัม ผงเมือกกระเจี๊ยบเขียว 5 กรัม และกะทิ 250 กรัม โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9-Point Hedonic Scale ด้านสี รสชาติ และความชอบโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 มีคะแนนเฉลี่ย 7.90 ± 0.57 7.40 ± 0.86 และ 7.46 ± 0.71 ตามลำดับ ยกเว้นด้านลักษณะปรากฏและกลิ่นที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ พบว่ามีค่าสี L^* a^* b^* เท่ากับ 45.68 0.85 และ 8.22 ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 6.80 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 25.1 บริกซ์ อัตราการขึ้นฟูร้อยละ 21.83 ความหนืด 3,174 เซนติพอยต์ (cp) ด้านองค์ประกอบทางเคมีพบว่า มีปริมาณความชื้น ไขมัน เส้นใย เถ้า คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 71.04 1.67 0.45 1.57 20.44 มีพลังงานทั้งหมด 116.11 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม และที่เห็นได้ชัดคือ การมีค่าปริมาณโปรตีนที่เพิ่มมากขึ้นมีกรดอะมิโนซึ่งเป็นโมเลกุลขนาดเล็กที่เป็นส่วนประกอบในการสร้างโปรตีนสำหรับฟื้นฟูเซลล์ต่าง ๆ ของร่างกาย ส่วนการตรวจสอบทางด้านจุลินทรีย์ทั้งหมดพบว่าอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเน้นให้เห็นถึงศักยภาพของการนำผงเมือกกระเจี๊ยบเขียวในปริมาณที่เหมาะสมมาใช้เป็นสารคงตัวแทนกัวร์กัมทางการค้าในการผลิตไอศกรีมกะทิ ถือเป็นการเพิ่มมูลค่าและเพิ่มรูปแบบการนำไปใช้งานให้กับกระเจี๊ยบเขียวมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลงด้วยดี จากการได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อพัฒนามหาวิทยาลัย (งบประมาณมหาวิทยาลัย) ปีงบประมาณ 2565 และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยสวนดุสิตที่ความช่วยเหลือ และคณาจารย์

ศูนย์การศึกษา ลำปางที่ให้คำแนะนำช่วยเหลืออย่างดี ได้อนุเคราะห์การให้คำปรึกษาให้แนวคิดต่าง ๆ เป็นผู้เชี่ยวชาญ
ตรวจเครื่องมือ ทำให้รายงานวิจัยฉบับนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

References

- [1] Jungyampin, T. (2022). **Okra, Nutrients and Precautions in Consumption**. Access (5 January 2023). Available (<https://hellokhunmor.com>)
- [2] Manpian, W. (2006). **Modification of Polysaccharides from Okra with Ammonium High Dioxide and Ethylamine**. Master of Science Thesis. Bangkok: Kasetsart University
- [3] Noiduang, P. and Phochai, P. (2010). Utilization of Mucilage from Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench.) as a Stabilizer in Yanang (*Tiliacora triandra* Diels.) Leave Ice Cream. **Journal of Food Technology Siam University**. Vol. 6, No. 1, pp. 35-43
- [4] Pisanwatcharin, A. and Sajjaanantakul, T. (2012). Utilization of Polysaccharides From Okra as a Stabilizer in Acidic Milk Beverages. In **Academic Conference National Conference for Sustainable Research Development, 25-26 December 2012**. Bangkok: Institute for Intellectual Strategies and Research, Srinakharinwirot University. pp. 1335-1343
- [5] Budsadee, K., Praprutmetha, P., and Petchpankan, S. (2006). **Production of Mucilage Powder from Okras**. Nakhon Pathom: Office of Academic Resources and Information Technology
- [6] Khamsao, P. (2012). **Study on Optimum Conditions for Extraction of Okra Mucus**. (Special plans). Pathumthani: Rajamangala University of Technology Thanyaburi
- [7] AOAC. (2000). **Official Method of Analysis**. 17th ed. Washington, D.C.: The Association of Official Analytical Chemists
- [8] BAM. (2002). **Bacteriological Analytical Manual**. 8th ed. Gaithersburg: Association of Official Analytical Chemists
- [9] Rattanapanont, N. (2002). **Food Chemistry**. Bangkok: O.S. Printing House
- [10] Noiduang, P. and Chanpong, V. (2005). Utilization of Mucilage from Hairy Basil Seed (*Ocimum canum* Sims) as a Stabilizer in Banana Ice Cream. **Journal of Food Technology Siam University**. Vol. 2, No. 1, pp. 18-27
- [11] Phuenpipob, C. (2013). Developing Stability of Coconut Milk Ice-cream by Banana Flour. In **RMUTP Research Journal Special Issue, the 5th Rajamangala University of Technology National Conference**. pp. 19-25
- [12] Thiraphatphonchai, Y. (2013). **Effects of pH and Preservation in Aluminum foil Packets on Properties of Okra Mucus**. Master of Home Economics Thesis, Pathumthani: Rajamangala University of Technology Thanyaburi
- [13] Thai Web Pharmacist. (2022). **Amino Acid and 20 Types of Research Benefits**. Access (18 June 2023). Available (<https://medthai.com/amino-acid/Medthai>)
- [14] Ministry of Public Health. (2001). **Announcement of the Ministry of Public Health**. No. 222. Ice cream. Vol. 114, pp. 70
- [15] Hongwiwat. Nidda (2013). **Good Food to Eat**. Bangkok: Sundae Publishing House

สภาวะที่เหมาะสมในการทอดกล้วยคาเวนดิชโดยเครื่องทอดสุญญากาศ

Optimum Conditions for Frying Cavendish Bananas by Vacuum Fryer

เพ็ญศิริ คงสิทธิ์^{1*} กัญญา สลุงอยู่¹ และสาयป่าน สังชัยภูมิ¹

Phensiri Khongsit^{1*} Kanya Salungyoo¹ and Saiparn Sangchaiyapoom¹

Received: May 3, 2023; Revised: August 28, 2023; Accepted: August 29, 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทอดกล้วยคาเวนดิชโดยเครื่องทอดสุญญากาศ โดยกำหนดปัจจัยหลักที่มีผลต่อคุณภาพของกล้วยคาเวนดิช เมื่อทอดในสภาวะสุญญากาศ 2 ปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิน้ำมันทอด (75 80 และ 85 °C) และระยะเวลาในการทอด (50 60 และ 70 นาที) ที่สภาวะสุญญากาศ 84 kPa หมุนเหวี่ยงเพื่อสลัดน้ำมันที่ความเร็วรอบ 900 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที โดยนำกล้วยคาเวนดิชในระยีสูกที่ 5 (ที่มีเปลือกมีสีเหลืองทั้งผล) มาทำการล้างทำความสะอาด ปอกเปลือก และนำมาหั่นให้มีขนาดหนา 0.5 เซนติเมตรนำไปแช่สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 0.02 % เป็นเวลา 1 นาที และแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.5 % เป็นเวลา 1 นาที พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการทอด ได้แก่ อุณหภูมิน้ำมันทอด 75 °C และเวลา 70 นาที ศึกษาคุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และประสาทสัมผัส ผลการศึกษาพบว่า การทอดกล้วยคาเวนดิชที่อุณหภูมิน้ำมันทอด 75 °C และเวลา 70 นาที ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเนื้อสัมผัสดี และผู้บริโภคให้คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสมากที่สุด โดยอุณหภูมิและเวลาในการทอดที่แตกต่างกันมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์กล้วยคาเวนดิชทอดสุญญากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผลิตภัณฑ์กล้วยคาเวนดิชทอดสุญญากาศมีปริมาณน้ำอิสระ 0.26 ค่าสี L^* a^* และ b^* เท่ากับ 47.88 7.29 และ 30.89 ความแข็ง 5.21 กิโลกรัม ความกรอบ 16.88 กิโลกรัมต่อวินาที และกล้วยคาเวนดิชทอดสุญญากาศมีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น ไขมัน โปรตีน กากใย เถ้า คาร์โบไฮเดรต และพลังงานทั้งหมดเท่ากับ 1.60 20.63 1.15 5.31 1.33 69.98 และ 470.26 กิโลแคลอรี ตามลำดับ และค่าเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 0.79 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ไม่เกินมาตรฐานกำหนด

คำสำคัญ : กล้วยคาเวนดิช; การทอดสุญญากาศ; คุณภาพของกล้วยทอด; การสร้างมูลค่าเพิ่ม

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ลพบุรี

¹ Faculty of Science and Technology, Thepsatri Rajabhat University, Lopburi

* Corresponding Author, Tel. 08 0987 0809, E - mail: phensiri.k@lawasri.tru.ac.th

Abstract

This research aimed to study the optimal conditions for frying cavendish banana by vacuum fryer. Two main factors were studied: oil temperature (75, 80, and 85 °C) and frying time (50, 60, and 70 min). The frying was done under vacuum pressure of 84 kPa with a centrifugation speed of 900 rpm for 15 minutes to eliminate oils on the surface. Cavendish bananas with maturity index 5 (yellow peel throughout the fruit) were washed, peeled and sliced to a thickness of 0.5 cm, and followed by soaking in 0.02 % sodium metabisulfite solution for 1 min and 0.5 % CaCl solution for 1 min. The results showed that frying cavendish banana at oil temperature 75 °C for 70 min produced the best product in terms of texture and sensory evaluation. The different frying temperatures and times significantly affected the quality of the product ($p \leq 0.05$). The product had moisture content of 0.26 %. L^* , a^* and b^* values were 47.88, 7.29, and 30.89, respectively, while hardness was 5.21 kg, and crispiness was 16.88 kg/s. The chemical component including moisture, fat, protein, fiber, ash, carbohydrate and total energy were 1.60 %, 20.63, 1.155, 5.31, 1.33 %, 69.98 % and 470.26 kcal, respectively. The peroxide value was 0.79 mg/kg and microbiological quality did not exceed the standard requirements.

Keywords: Cavendish Banana; Vacuum Fry; Banana Chips Quality; Adding Value Creation

บทนำ

กล้วยหอม เป็นไม้ล้มลุกชนิดหนึ่งมีอยู่หลากหลายสายพันธุ์ เช่น กล้วยหอมจันทร์ กล้วยหอมทอง กล้วยคาเวนดิช โดยกล้วยคาเวนดิช (Cavendish Banana หรือ *Musa Acuminata Latundan*) เป็นกล้วยหอมที่นิยมปลูกกันโดยทั่วไป [1] ผลดิบของกล้วยหอมมีรสฝาด มีประโยชน์และสรรพคุณคือ ช่วยรักษาอาการท้องเสียเรื้อรัง และรักษาแผลในกระเพาะอาหารได้ ส่วนผลสุกของกล้วยหอมให้รสหวาน ช่วยบำรุงร่างกายให้แข็งแรง และช่วยระบบขับถ่าย รวมทั้งรักษาแผลในกระเพาะอาหารได้ นอกจากนี้กล้วยยังอุดมไปด้วยเส้นใยและกากอาหาร และยังมีวิตามินและแร่ธาตุ ชนิดที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น ธาตุเหล็ก ธาตุฟอสฟอรัส ธาตุโพแทสเซียม ธาตุแมกนีเซียม คาร์โบไฮเดรต โปรตีน วิตามินเอ วิตามินบี 6 วิตามินบี 12 และวิตามินซี เป็นต้น ในปัจจุบันนี้มีการนำกล้วยมาใช้ในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น กล้วยทอด กล้วยอบ กล้วยปั่น กล้วยทับ ขนมกล้วย เป็นต้น เพื่อเพิ่มมูลค่าในอุตสาหกรรม สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยได้ โดยเฉพาะในฤดูกาลที่ผลผลิตล้นตลาด การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากกล้วยคาเวนดิช จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่น่าสนใจ

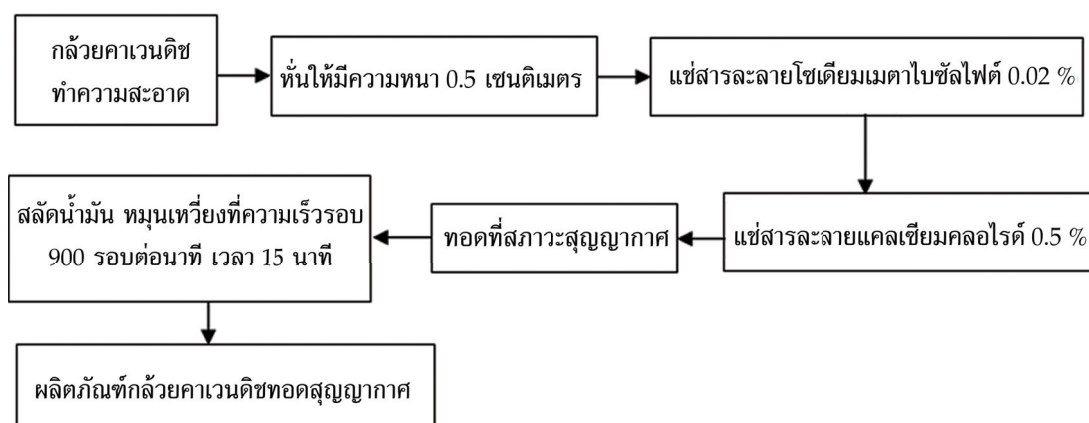
กระบวนการทอดเป็นการแปรรูปที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมอาหาร และการบริโภคในครัวเรือนเป็นอย่างมาก ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการทอด มีลักษณะเฉพาะตัวที่ไม่เหมือนกับผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการให้ความร้อนวิธีอื่นคือ มีการนำน้ำมันมาใช้น้ำมันเป็นตัวช่วยในการถ่ายเทความร้อน ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสที่ดี ปัญหาในการแปรรูปคือ การสูญเสียคุณค่าสารอาหาร การสูญเสียคุณลักษณะทางธรรมชาติที่ดีของพืชผักผลไม้ ไม่ว่าจะเป็นสี กลิ่น รสชาติหวาน หอมตามธรรมชาติ แต่ละวิธีในการแปรรูปมักใช้ความร้อนในกระบวนการแปรรูป ปัจจุบันนิยมใช้การทอดสุญญากาศ ซึ่งเป็นการทอดในระบบปิดภายใต้ความดันต่ำกว่าความดันบรรยากาศปกติ โดยใช้น้ำมันเป็นตัวกลางในการพาความร้อนไปยังอาหาร ซึ่งส่งผลให้จุดเดือดของน้ำลดลงต่ำกว่า 100 °C น้ำในอาหารระเหยออกไปได้อย่างรวดเร็ว เมื่ออุณหภูมิของน้ำมันถึงจุดเดือดของน้ำ [2] ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง มีสีสวยงาม ไม่ไหม้ หรือสีเข้ม มีกลิ่นหอมตามธรรมชาติ คงรสชาติหวานตามธรรมชาติไว้ได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณลักษณะและคุณภาพคงเดิม จากการวิจัย

ก่อนหน้านี้ [3] ศึกษาผลของการทอดต่อคุณสมบัติของปลีกล้วยทอดสุญญากาศที่อุณหภูมิในการทอด 100 °C และ 120 °C และระยะเวลาในการทอด 10 15 และ 20 นาที ที่ความดัน 86.65 kPa พบว่า ที่อุณหภูมิทอด 100 °C ระยะเวลาในการทอด 20 นาที หมุนเหวี่ยงเพื่อสลัดน้ำมันที่ความเร็วรอบ 1,800 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณไขมันต่ำที่สุด มีการแตกหักน้อย มีความชื้นต่ำ แต่ยังคงมีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่สูง และ [4] ได้ศึกษาผลของการทอดสุญญากาศของขนมขบเคี้ยวจากมันหวาน โดยทำการทอดสุญญากาศที่อุณหภูมิน้ำมัน 90 °C เป็นเวลา 30 นาที ที่ความดัน 20 kPa เปรียบเทียบการทอดที่ความดันบรรยากาศอุณหภูมิน้ำมัน 170 °C เป็นเวลา 2.5 นาที พบว่า ปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์ที่ทอดสุญญากาศน้อยกว่าปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์ที่ทอดที่ความดันบรรยากาศ

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีความสนใจในการใช้เทคโนโลยีการทอดสุญญากาศ โดยนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์กล้วยคาเวนคริชทอดสุญญากาศ เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่และเพิ่มมูลค่าให้กับกล้วยคาเวนคริช เพิ่มทางเลือกและความหลากหลายสำหรับผู้บริโภคที่สนใจเรื่องสุขภาพ

วิธีการดำเนินการวิจัย

กล้วยคาเวนคริช ในระยะสุกที่ 5 (ที่มีเปลือกมีสีเหลืองทั้งผล) จากระยะสุกของกล้วยทั้งหมด 7 ระยะ ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 18 - 20 °Brix จากไร่ไพวัลย์กล้วยหอม อำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี ทำการล้างทำความสะอาด ปอกเปลือก และนำมาหั่นให้มีขนาด 0.5 เซนติเมตร นำไปแช่สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ ความเข้มข้น 0.02 % เป็นเวลา 1 นาที และแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.5 % เป็นเวลา 1 นาที นำมาทอดโดยใช้เครื่องทอดสุญญากาศที่สภาวะสุญญากาศ 84 kPa โดยใช้อุณหภูมิน้ำมันทอดด้วยเครื่องสุญญากาศ 3 ระดับ คือ 75 80 และ 85 °C และเวลาในการทอด 3 ระดับ คือ 50 60 และ 70 นาที โดยวางแผนการทดลอง โดยวิธี Factorial Design 3 x 3 วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และปั่นเหวี่ยงน้ำมันที่ความเร็วรอบ 900 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที พักตัวอย่างทิ้งไว้ให้เย็น ดังรูปที่ 1 บรรจุถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนก่อนนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติต่อไป



รูปที่ 1 กระบวนการทอดสุญญากาศผลิตภัณฑ์กล้วยคาเวนคริชทอดสุญญากาศ

1. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

ปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity) โดยนำตัวอย่างไปบดให้ละเอียด ใส่ในถ้วยและนำลงไปวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระโดยใช้เครื่อง Water Activity Meter (ยี่ห้อ Aqua Lab, รุ่น 4TE, USA) ทำการวัดตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

เนื้อสัมผัส โดยนำตัวอย่างวัดลักษณะเนื้อสัมผัสโดยเครื่อง Texture Analyzer (ยี่ห้อ Stabel Micro Systems, รุ่น TA.XT.Plus, England) โดยใช้หัววัดทรงกลม Spherical Stainless P0.5S (P/5S) โดยแรงกดบริเวณตรงกลาง แผ่นของตัวอย่าง มีความเร็วการเคลื่อนของหัววัด 5 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะในการเคลื่อนที่ของหัววัด 10 มิลลิเมตร ทำการทดลอง 3 ซ้ำ บันทึกค่าความแข็งในหน่วยกิโลกรัม และค่าความกรอบในหน่วยกิโลกรัมต่อวินาที [5]

ค่าสีโดยใช้เครื่องวัดค่าสี (Colorimeter, Hunter Lab, USA) แสดงค่าสีที่วัดได้เป็นค่าสี L^* a^* และ b^* โดย L^* แสดงค่าความสว่าง มีค่าตั้งแต่ 0 (ดำ) จนถึง 100 (สว่าง) ค่า a^* แสดงค่าความเป็นสีแดง (ค่า +) และสีเขียว (ค่า -) และค่า b^* แสดงค่าความเป็นสีเหลือง (ค่า +) และสีน้ำเงิน (ค่า -) ทำการทดลอง 10 ซ้ำ

2. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

วิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใย คาร์โบไฮเดรต และพลังงานในกล้วยคาเวนดิช ทอดสุญญากาศตามวิธีมาตรฐาน AOAC [6]

3. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัส

ทำทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 Point Hedonic Scale โดยการประเมินคุณภาพทางด้านความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ ความแข็ง และความชอบโดยรวม จากผู้ทดสอบชิมที่เป็นตัวแทนของผู้บริโภค 30 คน

4. การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ด้วยวิธีมาตรฐาน AOAC [6]

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการทอดต่อคุณภาพของกล้วยคาเวนดิชทอดสุญญากาศ โดยทอดที่อุณหภูมิ 75 80 และ 85 °C ที่ระยะเวลาในการทอด 50 60 และ 70 นาที ส่งผลต่อคุณภาพของกล้วยคาเวนดิชทอดสุญญากาศทางด้านกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัส ดังนี้

ผลการศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการทอดต่อปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของกล้วยคาเวนดิชทอดสุญญากาศ ดังตารางที่ 1 พบว่า ปริมาณน้ำอิสระมีแนวโน้มลดลง เมื่ออุณหภูมิและเวลาในการทอดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากในระหว่างกระบวนการทอดอุณหภูมิของกล้วยคาเวนดิชเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว น้ำในอาหารจะถูกระเหยกลายเป็นไอน้ำที่ออกจากอาหาร ทำให้ผิวหน้าของอาหารเริ่มแห้ง อุณหภูมิที่ผิวกล้วยคาเวนดิชแผ่นจะเพิ่มขึ้นจนเท่ากับอุณหภูมิของน้ำมันร้อน และอุณหภูมิภายในอาหารจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ จนถึงจุดเดือดของน้ำในอาหารในสภาวะสุญญากาศ เปลือกนอกของอาหารจะมีรูพรุน น้ำและไอน้ำจะเคลื่อนที่ออกจากรูพรุน และน้ำมันจะเข้าไปแทนที่โดยความชื้นเคลื่อนที่ผ่านผิวตัวอย่างอาหาร และฟิล์มบาง ๆ ของน้ำมันทำให้อาหารมีปริมาณความชื้นลดลง ซึ่งสามารถช่วยลดปริมาณน้ำอิสระได้ [7] ซึ่งปริมาณน้ำอิสระเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อคุณภาพและการเน่าเสียของอาหารเพราะความชื้นในอาหารและค่าปริมาณน้ำอิสระจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาเคมีหรือปฏิกิริยาที่เร่งด้วยเอนไซม์อย่างช้า ๆ และมีการเจริญของจุลินทรีย์เกิดขึ้นซึ่งเป็นต้นเหตุทำให้อาหารเน่าเสีย [8]

ผลการศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการทอดต่อค่าสี (L^* a^* และ b^*) ของกล้วยคาเวนดิชทอดสุญญากาศ ดังตารางที่ 1 พบว่า การเพิ่มอุณหภูมิส่งผลให้ค่าความสว่าง (L^*) มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นอกจากนี้พบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นมีผลทำให้มีสีแดงเพิ่มขึ้น สำหรับการเพิ่มขึ้นเวลาในการทอดพบว่า ค่า L^* มีค่าลดลง แต่ค่า a^* มีค่าเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกล้วยสุกมีน้ำตาลในปริมาณสูงและมีกรดอะมิโนส่งผลให้ในระหว่างกระบวนการทอดเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด ซึ่งเป็นปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ [9] และอัตราเร็วของปฏิกิริยาเมลลาร์ดจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิในการทอดเพิ่มขึ้นทุก ๆ 10 °C โดยปฏิกิริยา

การเกิดสีน้ำตาลนี้จะเกิดได้น้อยลงภายใต้สภาวะสุญญากาศและจะเกิดได้ช้าลงเมื่ออุณหภูมิในการทอดลดลง [10] ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ [11] ที่ศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาในการทอดต่อคุณภาพของมันสำปะหลัง แผ่นทอดกรอบปรุงรสปาท่องโก๋ที่รายงานว่า การเพิ่มอุณหภูมิในการทอดมันสำปะหลังแผ่นทอดกรอบ ณ เวลาการทอดที่เท่ากันส่งผลให้ค่าความสว่าง (L^*) ลดลง และยังส่งผลทำให้ค่าความเป็นสีแดง (a^*) ของมันสำปะหลังแผ่นทอดกรอบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 1 ผลของอุณหภูมิและเวลาในการทอดต่อปริมาณน้ำอิสระและค่าสีของผลิตภัณฑ์

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาท)	ปริมาณน้ำอิสระ	ค่าสี		
			L^*	a^*	b^*
75	50	0.44 ± 0.01^a	53.25 ± 4.07^a	5.58 ± 0.87^c	29.86 ± 3.75^b
	60	0.32 ± 0.04^c	49.92 ± 0.35^{abc}	7.70 ± 0.02^d	35.85 ± 2.81^a
	70	0.20 ± 0.01^{ef}	47.80 ± 2.40^{cd}	12.35 ± 0.25^b	32.46 ± 1.16^{ab}
80	50	0.37 ± 0.04^b	52.15 ± 2.82^{ab}	7.91 ± 0.64^d	33.53 ± 1.31^{ab}
	60	0.25 ± 0.01^{de}	49.38 ± 1.16^{bc}	10.25 ± 0.36^c	33.58 ± 1.13^{ab}
	70	0.21 ± 0.03^{ef}	49.09 ± 0.17^{bc}	11.54 ± 0.81^b	33.83 ± 1.99^{ab}
85	50	0.28 ± 0.05^{cd}	48.87 ± 0.82^{bc}	11.68 ± 0.13^b	35.89 ± 1.51^a
	60	0.21 ± 0.02^{ef}	44.93 ± 1.43^d	13.68 ± 0.07^a	35.62 ± 1.88^a
	70	0.20 ± 0.01^f	35.17 ± 0.82^c	12.31 ± 0.33^b	21.36 ± 2.59^c

หมายเหตุ: a-d หมายถึง สิ่งทดลองที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการทอดต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของกล้วยคาเวนดิชทอดสุญญากาศ ดังตารางที่ 2 ซึ่งค่าความแข็ง (Hardness) หมายถึง แรงสูงสุดที่ทำให้ชิ้นกล้วยคาเวนดิชแผ่นทอดสุญญากาศแตก ส่วนค่าความกรอบ (Crispness) เป็นคุณสมบัติด้านเนื้อสัมผัส (Texture Properties) ที่เกิดขึ้นเมื่อทำให้ตัวอย่างแตกออกจากกันพบว่า ผลของอุณหภูมิและเวลาในการทอดต่อคุณภาพค่าความแข็งและค่าความกรอบของกล้วยคาเวนดิชทอดสุญญากาศ พบว่า เมื่ออุณหภูมิและเวลาเพิ่มขึ้นมีผลทำให้เนื้อสัมผัสในด้านค่าความแข็งและค่าความกรอบเพิ่มขึ้น เนื่องจากระยะเวลาในการทอดที่นานขึ้นมีผลทำให้เกิดการระเหยน้ำจากตัวอย่างมากขึ้น ส่งผลให้ความชื้นลดลงและความแข็งสูงขึ้น หากมีการสูญเสียน้ำจากตัวอย่างมากจะก่อให้เกิดลักษณะกรอบร่วนหรือกรอบเปราะ [12] สอดคล้องกับงานวิจัยของ [5] รายงานว่า กล้วยหอมทองแผ่นทอดในสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 110°C เป็นเวลา 20 นาที พบว่า ในช่วง 10 นาทีแรกของกระบวนการทอดกล้วยแผ่นทอดกรอบมีความแข็ง 6.14 นิวตัน และเมื่อทอดนานขึ้นผลิตภัณฑ์มีลักษณะแข็งและกรอบเพิ่มขึ้น มีค่าความแข็งเท่ากับ 12.17 นิวตัน

ตารางที่ 2 ผลของอุณหภูมิและเวลาในการทอดต่อค่าความแข็ง และค่าความกรอบ

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาท)	ความแข็ง (กิโลกรัม)	ความกรอบ (กิโลกรัมต่อวินาที)
75	50	2.17 ± 0.08^d	6.78 ± 0.71^c
	60	3.02 ± 0.41^{abc}	13.20 ± 0.48^c
	70	2.49 ± 0.05^{cd}	15.48 ± 0.56^b

ตารางที่ 2 ผลของอุณหภูมิและเวลาในการทอดต่อค่าความแข็ง และค่าความกรอบ (ต่อ)

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)	ความแข็ง (กิโลกรัม)	ความกรอบ (กิโลกรัมต่อวินาที)
80	50	3.12±0.12 ^{ab}	10.95±0.65 ^d
	60	2.14±0.27 ^d	10.79±2.00 ^d
	70	2.72±0.14 ^{bcd}	10.41±1.12 ^b
85	50	2.56±0.61 ^{bcd}	12.07±0.43 ^{cd}
	60	2.91±0.47 ^{abc}	15.22±0.18 ^b
	70	3.34±0.29 ^a	20.15±0.98 ^a

หมายเหตุ: a-d หมายถึง สิ่งทดลองที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการทอดต่อปริมาณความชื้นของกล้วยคาเวนดิชทอดสุญญากาศ ดังตารางที่ 3 พบว่า เมื่ออุณหภูมิและเวลาเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณความชื้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สอดคล้องกับ [13] รายงานว่า กล้วยแผ่นทอดที่อุณหภูมิ 180 °C เป็นเวลา 5 นาที มีปริมาณความชื้นลดลงจากร้อยละ 44.56 เหลือเพียงร้อยละ 5.41 ซึ่งในระหว่างกระบวนการทอดน้ำภายในชิ้นอาหารจะลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเกิดการสูญเสีย น้ำ บริเวณผิวหน้าและน้ำอิสระที่อยู่ภายในชิ้นอาหาร ส่งผลให้ชิ้นอาหารมีลักษณะที่แห้งกรอบ [14] ทั้งนี้ปริมาณความชื้นเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่สำคัญในการบ่งชี้ถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เพราะปริมาณความชื้นมีผลต่อลักษณะทางด้านกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการยอมรับของผู้บริโภคและอายุการเก็บรักษา โดยปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ต้องอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนดโดยมีค่าไม่เกินร้อยละ 5 ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้ทอดกรอบ ฉบับที่ 1038 [15]

ผลการศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการทอดต่อปริมาณไขมันของกล้วยคาเวนดิชทอดสุญญากาศ ดังตารางที่ 3 พบว่า เมื่ออุณหภูมิและเวลาเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณไขมันเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ [2] พบว่า เมื่ออุณหภูมิและเวลาในการทอดสุญญากาศมันฝรั่งเพิ่มสูงขึ้น ทำให้ปริมาณไขมันในมันฝรั่งมีค่าเพิ่มมากขึ้น ซึ่งในระหว่างการทอดน้ำที่บริเวณผิวของอาหารจะเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอล้วนเคลื่อนที่ออกจากอาหาร ซึ่งการเคลื่อนที่ของไอน้ำอย่างต่อเนื่องจะช่วยดึงให้น้ำภายในอาหารสามารถเคลื่อนตัวจากภายในชิ้นอาหารออกสู่ด้านนอกและระเหยเป็นไอล ทำให้เปลือกของอาหารมีลักษณะแห้งและมีความหนาเพิ่มขึ้น และการระเหยของน้ำยังทำให้เกิดรูพรุน น้ำมันจึงสามารถผ่านเข้าไปในอาหารได้ [16]

ตารางที่ 3 ผลของอุณหภูมิและเวลาในการทอดต่อค่าความชื้น และปริมาณไขมัน

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)	ความชื้น (ร้อยละ)	ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)
75	50	10.39±10.40 ^a	21.35±1.72 ^c
	60	2.13±0.41 ^c	21.76±2.42 ^c
	70	1.30±0.10 ^d	21.39±0.11 ^c
80	50	5.04±0.61 ^b	19.07±0.21 ^d
	60	2.39±0.39 ^c	21.96±0.06 ^c
	70	2.45±0.42 ^c	24.05±0.79 ^{ab}
85	50	5.18±0.71 ^b	23.38±0.38 ^{bc}
	60	2.86±0.31 ^c	25.58±0.97 ^a
	70	0.93±0.23 ^d	25.58±1.07 ^a

หมายเหตุ: a-d หมายถึง สิ่งทดลองที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4 ผลของอุณหภูมิและเวลาในการทอดต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส

อุณหภูมิ (°C)	เวลา (นาท)	ลักษณะ ปรากฏ	สี	รสชาติ	กลิ่นรส	ความแข็ง	ความกรอบ	ความชอบ โดยรวม
75	50	7.17±1.15 ^b	7.40±0.93 ^b	7.07±1.36 ^{cd}	7.00±1.53 ^{cd}	6.40±1.65 ^{cd}	6.20±1.90 ^d	6.83±1.51 ^{cde}
	60	7.33±0.88 ^b	7.60±0.68 ^b	7.33±0.92 ^{bcd}	7.77±0.77 ^a	7.07±1.05 ^{abc}	7.40±0.77 ^{ab}	7.33±0.48 ^{bc}
	70	8.17±0.59 ^a	8.30±0.60 ^a	8.07±0.74 ^a	7.97±0.77 ^a	7.60±0.89 ^a	7.83±0.95 ^a	8.23±0.73 ^a
80	50	7.53±0.78 ^b	7.50±0.69 ^b	7.50±0.82 ^{bc}	7.60±0.62 ^{ab}	6.73±1.39 ^{bc}	7.00±1.22 ^{bc}	7.33±0.84 ^{bc}
	60	7.53±0.78 ^b	7.57±0.86 ^b	7.73±1.05 ^{ab}	7.47±0.86 ^{abc}	7.30±0.88 ^{ab}	7.53±0.90 ^{ab}	7.77±0.57 ^{ab}
	70	7.13±0.90 ^b	7.10±0.71 ^b	7.20±0.71 ^{bcd}	7.10±0.71 ^{bcd}	7.00±0.87 ^{abc}	7.40±0.56 ^{ab}	7.13±1.28 ^{cd}
85	50	6.37±1.38 ^c	6.51±1.20 ^c	7.03±0.81 ^{cd}	6.93±0.79 ^d	6.60±1.30 ^{cd}	6.50±1.20 ^{cd}	6.73±1.23 ^{de}
	60	6.30±1.24 ^c	6.10±1.27 ^c	6.80±1.10 ^d	6.63±0.96 ^d	6.60±1.00 ^{cd}	7.17±0.99 ^b	6.50±0.90 ^e
	70	4.90±1.90 ^d	2.87±1.73 ^d	4.57±1.38 ^e	4.40±1.28 ^e	6.03±1.54 ^d	6.27±1.31 ^d	5.47±0.90 ^f

หมายเหตุ: a-d หมายถึง สิ่งทดลองที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการทอดกล้วยคาเวนดิชด้วยเครื่องทอดสุญญากาศต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาและประชาชนทั่วไป ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 Point Hedonic Scale โดยการประเมินคุณภาพทางด้านความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ ความแข็ง และความชอบโดยรวม ดังตารางที่ 4 พบว่า เมื่อระยะเวลาในการทอดเพิ่มขึ้นทำให้คะแนนความชอบในกล้วยคาเวนดิชทอดสุญญากาศลดลง โดยที่อุณหภูมิ 85 °C เมื่อระยะเวลาการทอดเพิ่มขึ้น ได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสในทุกด้าน (ลักษณะปรากฏ สี รสชาติ กลิ่น ความแข็ง ความกรอบ และความชอบโดยรวม) ลดลง เนื่องจากการใช้อุณหภูมิสูง และระยะเวลาในการทอดนาน ทำให้กล้วยคาเวนดิชทอดสุญญากาศ มีกลิ่นรส สี รสชาติที่เข้มมาก และที่อุณหภูมิ 75 °C เวลา 70 นาที ได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ กลิ่น ความแข็ง ความกรอบ และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏเท่ากับ 8.17 (ชอบมาก) คะแนนความชอบด้านสีเท่ากับ 8.30 (ชอบมาก) คะแนนความชอบด้านรสชาติเท่ากับ 8.07 (ชอบมาก) คะแนนความชอบด้านกลิ่นรสเท่ากับ 7.97 (ชอบปานกลาง) คะแนนความชอบด้านความแข็งเท่ากับ 7.60 (ชอบปานกลาง) คะแนนความชอบด้านความกรอบเท่ากับ 7.83 (ชอบปานกลาง) และคะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 8.23 (ชอบมาก)

จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมที่ใช้ในการทอดกล้วยคาเวนดิชด้วยเครื่องทอดสุญญากาศพบว่า สภาวะที่ใช้อุณหภูมิ 75 °C เวลา 70 นาที ได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ กลิ่น ความแข็ง ความกรอบ และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด แสดงให้เห็นว่ามีคุณภาพทางกายภาพในด้านปริมาณน้ำอิสระมีปริมาณน้อยที่สุด ด้านของสีให้ ค่า L* แสดงถึงความสว่าง ค่า b* แสดงถึงการมีสีเหลืองเนื้อสัมผัสในด้านความแข็งและความกรอบมาก และมีคุณภาพทางเคมี มีปริมาณความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด และมีปริมาณไขมันน้อย

เมื่อนำผลิตภัณฑ์กล้วยคาเวนดิชทอดสุญญากาศที่ทอดที่อุณหภูมิ 75 °C เวลา 70 นาที ไปศึกษาคุณภาพทางเคมีของกล้วยคาเวนดิชทอดสุญญากาศ ดังตารางที่ 5 พบว่า ปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน กากใย เถ้า คาร์โบไฮเดรต และพลังงานทั้งหมด โดยวิธี AOAC มีค่าเท่ากับร้อยละ 1.60±0.20 20.63±0.55 1.15±0.07 5.31±0.32 1.33±0.29 69.98±0.28 และ 470.26±3.66 กิโลแคลอรี ตามลำดับ และค่าเพอร์ออกไซด์เท่ากับ 0.79±0.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์ของกล้วยคาเวนดิชทอดสุญญากาศ พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 2.33×10^1 โคโลนีต่อกรัม และปริมาณยีสต์และราต่ำกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนดโดยจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^6 โคโลนีต่อกรัม และยีสต์และราต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อกรัม ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ฉบับที่ 1038 ผักและผลไม้ทอดกรอบ

ตารางที่ 5 สมบัติทางเคมี และจุลินทรีย์ของกล้วยคาเวนดิชทอดสุญญากาศ

สมบัติทางเคมี และจุลินทรีย์	ค่าเชิงตัวเลข
สมบัติทางเคมี	
ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	1.60±0.20
ไขมัน (ร้อยละ)	20.63±0.55
โปรตีน (ร้อยละ)	1.15±0.07
กากใย (ร้อยละ)	5.31±0.32
เถ้า (ร้อยละ)	1.33±0.29
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	69.98±0.28
พลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม)	470.26±3.66
ค่าเพอร์ออกไซด์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	0.79±0.04
สมบัติทางจุลินทรีย์	
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม)	2.3×10 ¹
ปริมาณยีสต์ และรา (โคโลนีต่อกรัม)	<10

สรุปผล

สภาวะที่เหมาะสมที่ใช้ในการทอดกล้วยคาเวนดิชด้วยเครื่องทอดสุญญากาศพบว่า สภาวะที่ใช้อุณหภูมิ 75 °C เวลา 70 นาที ได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ กลิ่น ความแข็ง ความกรอบ และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และมีคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด โดยพบว่าเมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาในการทอดเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณน้ำอิสระ ค่า L* ปริมาณความชื้น ปริมาณไขมันมีค่าลดลง แต่ค่า a* ค่าความแข็ง และความกรอบมีค่าเพิ่มมากขึ้น ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณค่าทางอาหารสูง มีสีส้มสวยงาม มีกลิ่นหอมตามธรรมชาติ คงรสชาติหอมหวานตามธรรมชาติไว้ได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณลักษณะและคุณภาพใกล้เคียงเดิม

References

- [1] Silayoi, B. (2002). **Banana**. 3rd eds. Bangkok: Kasatsart University Press (in Thai)
- [2] Garayo, J. and Moreira, R. (2002). Vacuum Frying of Potato Chips. **Journal of Food Engineering**. Vol. 55, pp. 181-191. DOI: 10.1016/S0260-8774(02)00062-6
- [3] Wichaphon, J., Judphol, J., Tochampa, W., and Singanusong, R. (2023). Effect of Frying Conditions on Properties of Vacuum Fried Banana Bracts. **LWT-Food Science and Technology**. Vol. 184, Article 115022. DOI: 10.1016/j.lwt.2023.115022
- [4] Yang, J.-H., Park, H.-Y., Kim, Y.-S., Choi, I.-W., Kim, S.-S., and Choi, H.-D. (2012). Quality Characteristics of Vacuum-Fried Snacks Prepared from Various Sweet Potato Cultivars. **Food Science and Biotechnology**. Vol. 21, No. 2, pp. 525-530. DOI: 10.1007/s10068-012-0067-4
- [5] Yamsaengsung, R., Ariyapunchai, T., and Prasertsit, K. (2011). Effect of Vacuum Frying on Structural Changes of Banana. **Journal of Food Engineering**. Vol. 106, pp. 298-305. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2011.05.016

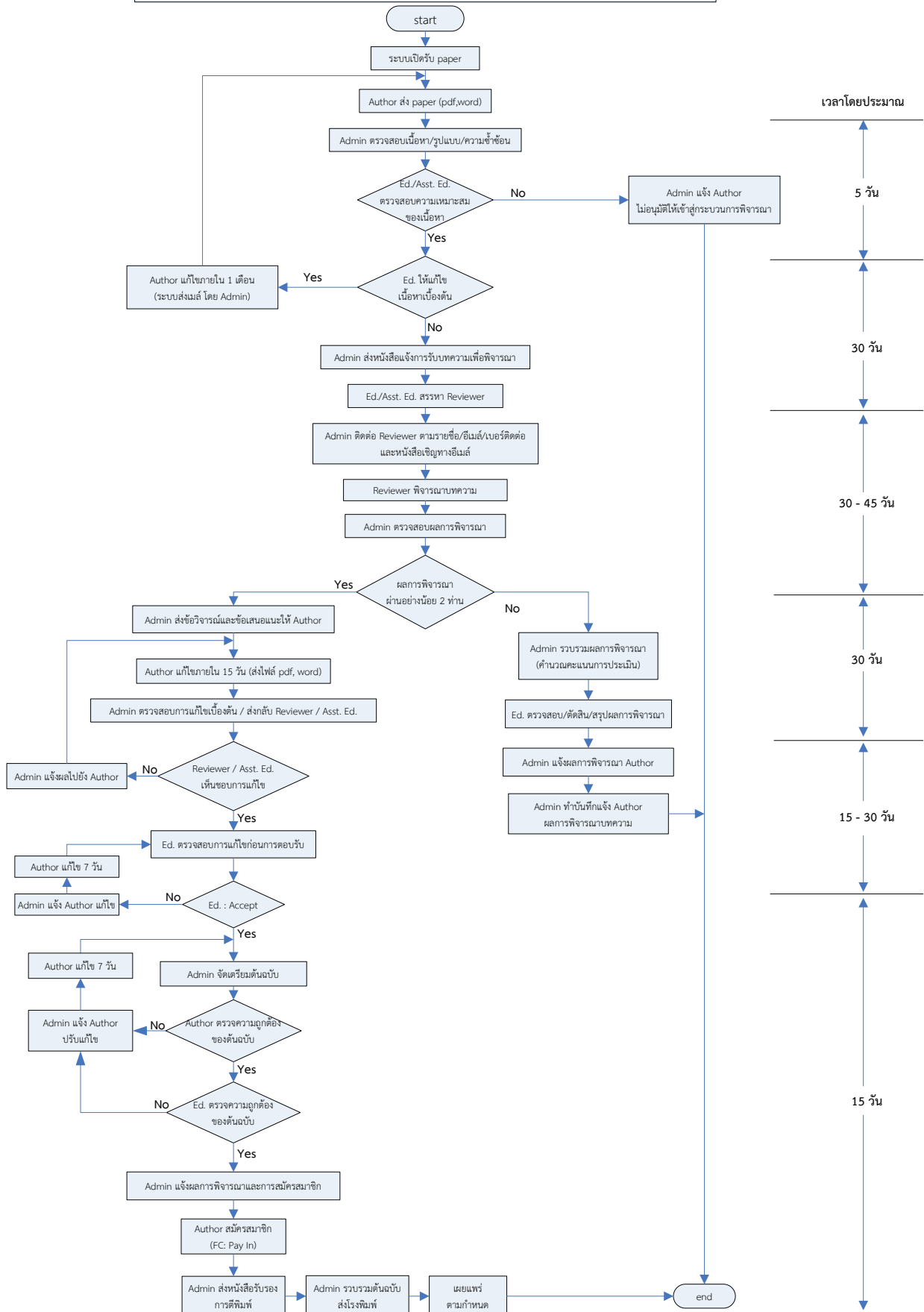
- [6] AOAC. (2000). **Official Method of Analysis**. (17th ed). Washington, D.C: Association of Official Analytical Chemist
- [7] Rungsardthong, V. (2003). **Food Processing Technology**. 3rd eds. Bangkok: O-dean Store (in Thai)
- [8] Rattanapanone, N. (2010). **Food Chemistry**. Bangkok: O-dean Store (in Thai)
- [9] Khawas, P., Das, A., Sit, N., Badwaik, L., and Deka, S. (2014). Nutritional Composition of Culinary Musa ABB at Different Stage of Development. **American Journal of Food Science and Technology**. Vol. 2, No. 3, pp. 80-87. DOI: 10.12691/ajfst-2-3-1
- [10] Belitz, H. D., Grosch, W., and Schieberle, P. (2004). **Food Chemistry**. 3rd Reviseded. Berlin: Springer
- [11] Chantaro, P., Harnsilawat, T., and Chalermchaiwat, P. (2017). Effect of Frying Temperature and Time on the Quality of Paprika Flavored Cassava Chips. **RMUTI Journal Science and Technology**. Vol. 11, No. 1, pp. 106-117 (in Thai)
- [12] Phuttakasam, W., Sadudee, W., Thanasukarn, P., Srinuan, C., and Singanusong, R. (2020). The Study of Suitable Frying Condition for Vacuum Fried Sweet Corn Nuggets. **Agricultural Science Journal**. Vol. 51, No. 1, pp. 157-162 (in Thai)
- [13] Aida, S. A., Noriza, A., Haswani, M. M., and Mya, S. M. Y. (2016). A Study on Reducing Fat Content of Fried Banana Chips Using a Sweet Pre-Treatment Technique. **International Food Research Journal**. Vol. 23, No. 1, pp. 68-71
- [14] Dueik, V., Robert, P., and Bouchon, P. (2010). Vacuum Frying Reduces Oil Uptake and Improves the Quality Parameters of Carrot Crisps. **Food Chemistry**. Vol. 119, Issue 3, pp. 1143-1149. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.08.027
- [15] Standard of Fried vVegetable and Fruit. **Thai Industrial Standards Institute**. TISI. 1038/2011. (in Thai)
- [16] Chinnasarn, S. (2009). Oil Uptake in Deep-Fat Frying Process. **Burapha Science Journal**. Vol. 14, No. 2, pp. 138-145 (in Thai)



คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

RMUTI
ราชมงคลอีสาน

ผังการดำเนินงานวารสาร มทร.อีสาน ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



วารสาร มทร.อีสาน ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
RMUTI JOURNAL Science and Technology

1. ประเภทของบทความที่ตีพิมพ์

1.1 บทความวิจัย (Research article) เป็นบทความที่ได้จากงานวิจัย

1.2 บทความวิชาการ (Academic article) เป็นบทความที่มีลักษณะดังนี้

1. เป็นบทความจากการทบทวนเอกสาร ซึ่งเป็นผลมาจากการวิจัยหลาย ๆ ครั้ง ถือเป็นบทความที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง

2. เป็นบทความนำเสนอกระบวนการในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ การทดสอบภาคสนาม รวมไปถึงเทคนิคการวิเคราะห์ใหม่ ๆ

3. เป็นบทความที่มาจากประสบการณ์ หรือความชำนาญของผู้เขียน

4. เป็นบทความเกี่ยวกับนโยบายด้านต่าง ๆ ของหน่วยงาน

2. รูปแบบการพิมพ์บทความ

การตั้งค่าหน้ากระดาษ

- ระยะขอบ

ขอบบน (Top Margin) 2.54 ซม. ขอบล่าง (Bottom Margin) 2.54 ซม.

ขอบขวา (Right Margin) 2.54 ซม. ขอบซ้าย (Left Margin) 3.17 ซม.

- ระยะห่างบรรทัด 1 เท่า

- รูปแบบตัวอักษร บทความภาษาไทยใช้ TH SarabunPSK
บทความภาษาอังกฤษใช้ Times New Roman

- การย่อหน้า 7 ตัวอักษร พิมพ์ตัวที่ 8

- จำนวนหน้า 12 หน้า แต่ไม่ควรเกิน 15 หน้า

- ชื่อบทความ ภาษาไทย ขนาดตัวอักษร 20 ตัวหนา
ภาษาอังกฤษ ขนาดตัวอักษร 18 ตัวหนา

- ชื่อผู้เขียน ภาษาไทย ขนาดตัวอักษร 16 และจัดชิดซ้าย
ภาษาอังกฤษ ขนาดตัวอักษร 14 และจัดชิดซ้าย

- ตัวเลขยก (ต่อท้ายนามสกุล) ขนาดตัวอักษร 14

- ที่อยู่ ภาษาไทย ขนาดตัวอักษร 13
ภาษาอังกฤษ และภาษาอังกฤษ 11

- ชื่อหัวเรื่องหลักในบทความ เช่น “บทคัดย่อ” “คำสำคัญ” “วิธีดำเนินการ” “ผลการวิจัย”
“สรุปผลการวิจัย” “กิตติกรรมประกาศ” “เอกสารอ้างอิง” จัดชิดซ้ายหน้ากระดาษ

กรณีบทความภาษาไทย ขนาดตัวอักษร 18 ตัวหนา

กรณีบทความภาษาอังกฤษ ขนาดตัวอักษร 16 ตัวหนา

- ชื่อหัวเรื่องรอง จัดชิดซ้ายหน้ากระดาษ

กรณีบทความภาษาไทย ขนาดตัวอักษร 14 ตัวหนา

กรณีบทความภาษาอังกฤษ ขนาดตัวอักษร 11 ตัวหนา

- เนื้อหาในส่วนต่าง ๆ และคำสำคัญ

กรณีบทความภาษาไทย ขนาดตัวอักษร 14

กรณีบทความภาษาอังกฤษ ขนาดตัวอักษร 11

- ชื่อตาราง

กรณีบทความภาษาไทย ชื่อความ “ตารางที่ x” ใช้ขนาดตัวอักษร 14 ตัวหนา วางด้านบน ชิดซ้ายหน้ากระดาษ ตามด้วยชื่อตารางที่เป็นตัวอักษรขนาด 14 ไม่หนา

กรณีบทความภาษาอังกฤษ ชื่อความ “Table x” ใช้ขนาดตัวอักษร 11 ตัวหนา วางด้านบน ชิดซ้ายหน้ากระดาษ ตามด้วยชื่อตารางที่เป็นตัวอักษรขนาด 11 ไม่หนา

- ชื่อรูปภาพ

กรณีบทความภาษาไทย ชื่อความ “รูปที่ x” ใช้ขนาดตัวอักษร 14 ตัวหนา วางด้านล่างจัดชิดซ้ายหน้ากระดาษ ตามด้วยคำชื่อรูปที่เป็นตัวอักษรขนาด 14 ไม่หนา

กรณีบทความภาษาอังกฤษ ชื่อความ “Figure x” ใช้ขนาดตัวอักษร 11 ตัวหนา วางด้านล่างจัดชิดซ้ายหน้ากระดาษ ตามด้วยคำชื่อรูปที่เป็นตัวอักษรขนาด 11 ไม่หนา

3. ส่วนประกอบของบทความแต่ละประเภท

3.1 บทความวิจัย จะประกอบไปด้วย

ก. ส่วนปก

1. ชื่อบทความ (Title) ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ควรกระชับรัด ไม่ยาวเกินไป บทความภาษาไทยชื่อเรื่องต้องมีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ บทความภาษาอังกฤษชื่อเรื่องไม่ต้องมีภาษาไทย

2. ผู้เขียน (Authors) ชื่อเต็ม - นามสกุลเต็ม ของผู้เขียนทุกคน โดยให้รายละเอียดต้นสังกัดของผู้เขียนไว้ที่บรรทัดล่างสุดของหน้าแรก พร้อมทั้งระบุชื่อผู้เขียนประสานงาน (Corresponding Author) ด้วยการระบุ E-mail address ที่สามารถติดต่อได้ และให้ใส่เครื่องหมายดอกจัน (*) ด้วยกำกับไว้ต่อท้ายนามสกุล และตัวเลขยก ให้เขียนไว้ต่อท้ายนามสกุล เพื่อระบุที่อยู่ของผู้เขียน

3. บทคัดย่อ (Abstract) ควรสั้น ตรงประเด็น ครอบคลุมสาระสำคัญของการศึกษา ประกอบไปด้วยเนื้อหา ได้แก่ วัตถุประสงค์ วิธีการ ผลการวิจัย และการอภิปรายผล เป็นต้น โดยเขียนลงใน 1 ย่อหน้า ถ้าบทความเป็นภาษาไทย จะต้องมีบทคัดย่อภาษาไทย 1 ย่อหน้า และภาษาอังกฤษ 1 ย่อหน้า โดยให้ภาษาไทยขึ้นก่อน เนื้อความในบทคัดย่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษต้องมีความหมายเดียวกัน ความยาวของบทคัดย่อภาษาอังกฤษ กำหนดให้มีความยาวได้ไม่เกิน 300 คำ

4. คำสำคัญ (Key words) เป็นการกำหนดคำสำคัญที่สามารถไปใช้เป็นคำสืบค้นในระบบฐานข้อมูล หากเป็นบทความภาษาไทยต้องมีคำสำคัญ 2 ภาษา คือภาษาไทยและภาษาอังกฤษที่มีความหมายตรงกัน ส่วนกรณีของบทความภาษาอังกฤษให้มีเพียงคำสำคัญในรูปแบบภาษาอังกฤษเท่านั้น จำนวนคำสำคัญที่กำหนดให้มีความสำคัญได้อย่างน้อย 3 คำ แต่ไม่เกิน 5 คำ

****หมายเหตุ :** เนื้อหาส่วนปกจะต้องเขียนให้อยู่ในกระดาษจำนวน 1 หน้า เท่านั้น

ข. ส่วนเนื้อหา

1. บทนำ (**Introduction**) เพื่ออธิบายถึงความสำคัญของปัญหา และวัตถุประสงค์ของการวิจัย รวมถึงการทบทวนวรรณกรรม และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ (**Materials and Methods**) / วิธีดำเนินการวิจัย (**Research Methodology**) อธิบายเครื่องมือและวิธีการดำเนินการวิจัยให้ชัดเจน

3. ผลการวิจัย (**Results**) เสนอผลการทดลองอย่างชัดเจน ตรงประเด็น ควรมีรูปภาพ และ/หรือ ตารางประกอบการอธิบายผลในตารางและรูปภาพ ต้องไม่ซ้ำซ้อนกัน รูปภาพและตารางของบทความที่เป็นภาษาไทย ให้บรรยายเป็นภาษาไทย รูปภาพและตารางของบทความที่เป็นภาษาอังกฤษ ให้บรรยายเป็นภาษาอังกฤษ

4. การอภิปรายผล (**Discussion**) เป็นการอภิปรายผลการวิจัย เพื่อให้ผู้อ่านมีความเห็นคล้อยตาม เพื่อเปรียบเทียบกับผลการวิจัยของผู้อื่น พร้อมทั้งเสนอแนวทางที่จะนำไปใช้ประโยชน์ผลการวิจัย และการอภิปรายผล (**Results and Discussion**) อาจนำมาเขียนตอนเดียวกันได้

5. บทสรุป (**Conclusion**) สรุปประเด็น และสาระสำคัญของการวิจัย

6. กิตติกรรมประกาศ (**Acknowledgements**) เพื่อแสดงความขอบคุณแก่ผู้ให้ความช่วยเหลือในการวิจัย อาจมีหรือไม่ก็ได้

7. เอกสารอ้างอิง (**References**) เป็นรายการเอกสารที่ถูกอ้างไว้ในส่วนของเนื้อเรื่อง เพื่อใช้เป็นหลักในการค้นคว้าวิจัย จำนวนเอกสารที่นำมาอ้างอิงตอนท้ายต้องมีจำนวนตรงกับที่ถูกอ้างอิงไว้ในส่วนของเนื้อเรื่องที่ปรากฏในบทความเท่านั้น การจัดเรียงให้เรียงตามลำดับการอ้างอิงในเนื้อหาโดยให้ยึดถือรูปแบบการเขียนเอกสารอ้างอิงตามที่ทางวารสาร มทร.อีสาน กำหนด และต้องเขียนในรูปแบบภาษาอังกฤษเท่านั้น

3.2 บทความวิชาการ จะประกอบไปด้วย

ก. ส่วนปก

มีส่วนประกอบเหมือนบทความวิจัย และเขียนให้อยู่ในกระดาษ จำนวน 1 หน้า เท่านั้น

ข. ส่วนเนื้อหา

1. บทนำ (**Introduction**) เป็นส่วนของที่มาของมูลเหตุของการเขียนบทความ

2. วิธีการศึกษา/วิธีดำเนินการ (**Method**) (ถ้ามี) เป็นการอธิบายวิธีการศึกษา หรือการดำเนินการตามประเภทของบทความวิชาการ

3. ผลการศึกษา/ผลการดำเนินการ (**Results**) เป็นการเสนอผลอย่างชัดเจน ตามประเด็น โดยลำดับตามหัวข้อที่ศึกษาหรือดำเนินการ

4. สรุป (**Conclusion**) สรุปประเด็น และสาระสำคัญที่ได้จากการศึกษา

5. เอกสารอ้างอิง (**References**) ใช้รูปแบบที่วารสารกำหนด รายการการอ้างอิงต้องเขียนในรูปแบบภาษาอังกฤษเท่านั้น

4. การอ้างอิงเอกสารในเนื้อเรื่องของบทความ (**In-text Citations**)

การอ้างอิงเอกสารในเนื้อเรื่องใช้รูปแบบ IEEE ระบบตัวเลข (**Numerical System**) เท่านั้น โดยรายการอ้างอิงเอกสารให้จัดชิดซ้ายหน้ากระดาษ หมายเลขลำดับของเอกสารอ้างอิงในเครื่องหมาย

วงเล็บกรอบสี่เหลี่ยม ตัวอย่างเช่น [1] เป็นต้น หากเป็นการอ้างอิงเอกสารหลายฉบับในเวลาเดียวกัน ให้ใส่หมายเลขอ้างอิงเรียงตามลำดับ จากน้อยไปหามาก เช่น [1] - [3] หรือ [1], [2], [5] เป็นต้น

การเขียนรายการเอกสารอ้างอิง (Reference list)

1) หนังสือ

[X] ผู้แต่ง.// (ปีที่พิมพ์).// ชื่อหนังสือ.// ครั้งที่พิมพ์(ถ้ามี).// เมืองที่พิมพ์:/: สำนักพิมพ์.

ตัวอย่างเช่น

- [1] Herren, Ray V. (1994). **The Science of Animal Agriculture**. Albany, N.Y. : Delmar Publishers.

2) หนังสือแปล

[X] ผู้แต่ง.// (ปีที่พิมพ์).// ชื่อเรื่องของหนังสือแปล// แปลจาก(ชื่อเรื่องในภาษาเดิม).// โดย/ ชื่อผู้แปล.// ครั้งที่พิมพ์(ถ้ามี).// เมืองที่พิมพ์:/: สำนักพิมพ์

ตัวอย่างเช่น

- [2] Grmek, Mirko D. (1990). **History of AIDS : Emerging and Origin of a Modern Pandemic**. Translated by Russell C. Maulitz, and Jacalyn Duffin. Princeton, N.J.: University Press

3) บทความหรือบทในหนังสือ

[X] ผู้เขียนบทความ.// (ปีที่พิมพ์).// ชื่อบทความ./ ชื่อเรื่อง.// ชื่อบรรณาธิการหรือผู้รวบรวม(ถ้ามี).// หน้า/เลขหน้า.// สถานที่พิมพ์:/: สำนักพิมพ์

ตัวอย่างเช่น

- [3] McTaggart, J. M. E. (1993). The Unreality of Time. **Philosophy of Time**. Robin Le Poidevin, and Murray MacBeath, eds. pp. 23-34. Oxford : Oxford University Press

4) บทความในหนังสือรายงานประชุมทางวิชาการ/สัมมนาทางวิชาการ

[X] ผู้เขียนบทความ.// (ปีที่พิมพ์).// ชื่อบทความ./ ชื่อบรรณาธิการ(ถ้ามี).// ชื่อเรื่องรายงานการประชุม.// หน้า/เลขหน้า.// สถานที่พิมพ์:/: สำนักพิมพ์

ตัวอย่างเช่น

- [4] Beales, P. F. (1980). The Status of Malaria in Southeast Asia. **Proceedings of the Third Asian Congress of Pediatrics**. Aree Valyasevi, and Vidhaya Mekanandha, eds. pp. 52-58. Bangkok : Bangkok Medical Publisher

5) วารสาร

[X] ผู้เขียนบทความ.// (ปีที่พิมพ์).// ชื่อบทความ./ ชื่อวารสาร.// ปีที่.// ฉบับที่.// หน้า/เลขหน้า

ตัวอย่างเช่น

- [5] Vitsanusat, A. and Phachirarat, S. (2015). Measurement of Radon in Drinking Water at Amphur Meaung, Khonkhaen Province with Ionization chamber. **RMUTI Journal Science and Technology**. Vol. 8, No. 2, pp. 12-20

6) บทความในหนังสือพิมพ์

[X] ชื่อผู้เขียน.// (ปี./วัน./เดือน).// ชื่อบทความ./ใน/ชื่อหนังสือพิมพ์./หน้า/เลขหน้า
ตัวอย่างเช่น

- [6] Vitit Muntarbhorn. (1994. 21. March). **The Sale of Children as a Global Dilemma.** Bangkok Post. p. 4

7) บทความในสารานุกรม

[X] ชื่อผู้เขียนบทความ.// (ปีที่พิมพ์).// ชื่อบทความ./ใน./ชื่อสารานุกรม.// เล่มที่:/หน้า/เลขหน้า-เลขหน้า
ตัวอย่างเช่น

- [7] Morrow, Blaine Victor. (1993). Standards for CD-Rom Retrieval. **Encyclopedia of Library and Information Science.** Vol. 51, pp. 380-389

8) วิทยานิพนธ์

[X] ผู้เขียนวิทยานิพนธ์.// (ปีที่พิมพ์).// ชื่อวิทยานิพนธ์.// ระดับวิทยานิพนธ์/ชื่อสาขา/คณะ/
มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างเช่น

- [8] Phillips, O. C., Jr. (1962). **The Indfluence of Ovidd on Lucan's Bellum Civil.** Ph.D. Dissertation University of Chicago

9) สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (สื่ออิเล็กทรอนิกส์) : www

[X] ผู้เขียน.//ปี./ชื่อบทความ./ชื่อวารสารหรือนิตยสาร./ปีที่(เดือนหรือฉบับที่):/เลขหน้า(ถ้ามี).//
เข้าถึงเมื่อ (วัน เดือน ปีที่ค้นข้อมูล)/เข้าถึงได้จาก (ที่อยู่ของบทความหรือสื่ออิเล็กทรอนิกส์ URL)

ตัวอย่างเช่น

- [9] Department of the Environment and Heritage. (1999). **Guide to Department and Agency Libraries.** Access (17 November 2000). Available (<http://www.erin.gov.au/library/guide.html>)

10) ผู้แต่งเป็นหน่วยงาน

[X] ชื่อหน่วยงาน.// (ปีที่พิมพ์).// ชื่อหนังสือ/เล่มที่(ถ้ามี).//ครั้งที่พิมพ์(ถ้ามี).//เมืองที่พิมพ์:/สำนักพิมพ์

ตัวอย่างเช่น

- [10] Prince of Songkla University. (2009). **Annual Report 2008.** Songkhla: Prince of Songkla University

11) มีเฉพาะชื่อบรรณาธิการเป็นผู้รวบรวม

[X] ชื่อบรรณาธิการ หรือผู้รวบรวม หรือผู้เรียบเรียง.// (ปีที่พิมพ์).// ชื่อหนังสือ.// เล่มที่ (ถ้ามี).//
ครั้งที่พิมพ์(ถ้ามี).//เมืองที่พิมพ์:/สำนักพิมพ์

ตัวอย่างเช่น

- [11] Rueangwit Limpanat. (2000). **Local - India.** Chonburi: Department of History Faculty of Humanities And social science Burapa university

5. รูปแบบการใส่รูปภาพในเนื้อหาบทความ

- 1) ชื่อรูปภาพห้ามขึ้นต้นด้วยคำว่า “แสดง”
- 2) รูปภาพที่แสดงต้องมีคำอธิบายอยู่ในเนื้อหาบทความที่มีการระบุถึงรูปภูษ�นั้น ๆ
- 3) คำอธิบายรูปภาพ ให้เขียนไว้ได้รูปภาพแต่ละรูปภาพ โดยจัดรูปภาพไว้กึ่งกลางหน้ากระดาษ และคำอธิบายจัดชิดซ้ายหน้ากระดาษ
- 4) ไฟล์ของรูปภาพต้องเป็นไฟล์ที่มีนามสกุล .jpg, .png, .tiff หรือ .eps เท่านั้น ความละเอียดไม่ต่ำกว่า 300 dpi
- 5) ลายเส้นที่ปรากฏบนรูปภาพต้องมีความคมชัด กรณีที่เป็นรูปภาพ ต้องระบุชื่อแกนต่าง ๆ ให้ครบถ้วน
- 6) กรณีที่มีรูปภูษ�ย่อย ควรจัดให้รูปภูษ�ย่อยทั้งหมดอยู่ในหน้าเดียวกัน สำหรับบทความภาษาไทย ให้เขียนคำบรรยายได้ชื่อรูปภูษ�ย่อยแต่ละรูป และกำหนดลำดับของรูปภาพด้วยตัวอักษร ตัวอย่างเช่น



(ก) รูปย่อยที่ 1



(ข) รูปย่อยที่ 2

รูปที่ 1 ตัวอย่างการเขียนคำอธิบายรูปภาพ

- สำหรับบทความภาษาอังกฤษ ให้ใช้อักษร (a), (b),... แทนการกำหนดรูปภูษ�ย่อย
- 7) การเว้นระยะบรรทัด ก่อนรูปภาพ ให้เว้น 1 บรรทัด และหลังจากชื่อรูปภาพ ให้เว้น 1 บรรทัด
 - 8) การใช้ภาพสี่ อาจทำให้เกิดความสับสนวาม แต่ให้คำนึงถึงการสื่อความหมายกรณีที่มีการจัดพิมพ์เอกสารแบบขาวดำเพื่อให้ผู้อ่านสามารถเข้าใจได้ กรณีที่เป็นกราฟควรกำหนดลักษณะเส้นที่แตกต่างกันเพื่อให้สามารถเข้าใจได้ เมื่อมีการจัดพิมพ์แบบขาว - ดำ
 - 9) ขนาดของรูปต้องไม่ใหญ่เกินกว่าความกว้างของหน้ากระดาษที่กำหนดไว้
 - 10) หากเป็นการคัดลอกรูปภาพมาจากที่อื่น ผู้เขียนควรมีการอ้างอิงแหล่งที่มาให้ถูกต้อง

6. รูปแบบการใส่ตารางในเนื้อหาบทความ

- 1) ชื่อตารางห้ามขึ้นต้นด้วยคำว่า “แสดง”
- 2) ตารางที่แสดงต้องมีคำอธิบายอยู่ในเนื้อหาบทความที่มีการระบุถึงตารางนั้น ๆ
- 3) คำอธิบายตาราง ให้เขียนไว้ด้านบนของตาราง โดยจัดคำอธิบายไว้ชิดขอบด้านซ้ายของหน้ากระดาษ และตารางอยู่กึ่งกลางหน้ากระดาษ ควรจัดเนื้อหาตารางให้อยู่บนหน้าเดียวกัน กรณีที่ตารางมีความยาวเกินหน้ากระดาษ ให้ใส่ชื่อตาราง “ตารางที่ x” ไว้ที่ด้านบนของตารางในหน้าแรก และใส่ชื่อตาราง “ตารางที่ x (ต่อ)” ไว้ที่ด้านบนของตารางในหน้าถัดไป
- 4) ขนาดของตารางต้องไม่ใหญ่เกินกว่าความกว้างของหน้ากระดาษที่กำหนดไว้
- 5) การเว้นระยะบรรทัด ก่อนชื่อตาราง ให้เว้น 1 บรรทัด และหลังสิ้นสุดตาราง ให้เว้น 1 บรรทัด
- 6) การกำหนดเส้นขอบตาราง ให้กำหนดเฉพาะเส้นด้านบน และด้านล่างของบรรทัด ดังตัวอย่าง

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการนำเสนอตาราง

Table Head	Table Column Head	
	Subhead (unit)	Subhead (unit)
xxx	123	456
xxx	321	654

7. รูปแบบการใส่สมการในเนื้อหาบทความ

- 1) จัดตำแหน่งของสมการไว้กึ่งกลางหน้ากระดาษ
- 2) พิมพ์สมการด้วยโปรแกรม MathType โดยใช้รูปแบบตัวอักษร Times New Roman ขนาด 11
- 3) ระบุเลขลำดับสมการโดยเขียนไว้ในวงเล็บ จัดตำแหน่งเลขสมการชิดขวาของหน้ากระดาษ เช่น

$$y = ax + b \quad (1)$$

- 4) ทุกสมการต้องมีการอ้างถึงในเนื้อหา ให้ระบุเลขและเขียนไว้ในวงเล็บ เช่นเดียวกับที่ปรากฏในสมการ
- 5) การเว้นระยะบรรทัด ก่อนสมการ ให้เว้น 1 บรรทัด และหลังสมการ ให้เว้น 1 บรรทัด

8. การดำเนินงานของกองบรรณาธิการ

- 1) บทความที่ส่งเข้าวารสาร ต้องส่งผ่านระบบออนไลน์ที่ <https://www.tci-thaijo.org/index.php/rmutijo/index> โดยดำเนินการสมัครสมาชิก และชำระค่าสมาชิกจำนวน 1,000 บาท ซึ่งจะมีอายุสมาชิก 1 ปี
- 2) บทความที่ถูกส่งเข้ามาในระบบ กองบรรณาธิการจะพิจารณาบทความเบื้องต้นเกี่ยวกับความถูกต้องของรูปแบบทั่วไป บทความที่ไม่ดำเนินการตามรูปแบบที่กำหนดจะไม่รับเข้าสู่กระบวนการพิจารณา โดยผู้ทรงคุณวุฒิ และจะส่งกลับเพื่อทำการแก้ไข ดังนั้น เพื่อให้เกิดความรวดเร็วในเข้าสู่กระบวนการพิจารณาผล ผู้เขียนควรดำเนินการจัดทำวารสารให้ถูกต้องตามรูปแบบที่กำหนดอย่างเคร่งครัด
- 3) เมื่อบทความผ่านการพิจารณาให้ตีพิมพ์ลงในวารสาร และผู้เขียนได้ดำเนินการจัดเตรียมเอกสารต่าง ๆ อย่างถูกต้อง ครบถ้วนตามข้อกำหนดของวารสารเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ผู้เขียนจะได้รับหนังสือรับรองการตีพิมพ์บทความเพื่อเป็นการยืนยัน
- 4) หากทางวารสารตรวจพบว่าบทความที่ถูกส่งเข้ามามีการคัดลอก หรือเผยแพร่ในที่อื่น ๆ ก่อนหน้า หรือมีการดำเนินการใด ๆ อันเป็นการกระทำที่ผิดจรรยาบรรณของนักวิจัย ทางวารสารจะดำเนินการทำหนังสือแจ้งไปยังหน่วยงานต้นสังกัด และระงับการพิจารณาและรับบทความจากผู้เขียน บทความนั้นเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 5 ปี



หมายเลขสมาชิก

.....

(สำหรับเจ้าหน้าที่)

แบบฟอร์มการส่งบทความ
วารสาร มทร.อีสาน ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว)

ระดับการศึกษาสูงสุด ตำแหน่งทางวิชาการ

หน่วยงาน

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก.....

โทรศัพท์.....โทรสาร.....โมบาย.....

e-mail.....

ขอส่ง ☐ บทความวิจัย ☐ บทความวิชาการ

สาขาของบทความ (กรุณาเลือก)

☐ Chemistry

☐ Engineering

☐ Materials Science

☐ Environmental Science

☐ Mathematics

ชื่อบทความ (ภาษาไทย)

.....

.....

(ภาษาอังกฤษ)

.....

.....

ชื่อผู้เขียนร่วม

1.

2.

3.

4.

ขอเสนอชื่อผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้อง

1. ชื่อ-สกุลตำแหน่งทางวิชาการ.....
คุณวุฒิ.....สาขาที่เชี่ยวชาญ.....
หน่วยงานที่สังกัด.....
ที่อยู่สำหรับส่งเอกสาร.....

หมายเลขโทรศัพท์.....Email.....

2. ชื่อ-สกุลตำแหน่งทางวิชาการ.....
คุณวุฒิ.....สาขาที่เชี่ยวชาญ.....
หน่วยงานที่สังกัด.....
ที่อยู่สำหรับส่งเอกสาร.....

หมายเลขโทรศัพท์.....Email.....

หมายเหตุ

1. ผู้ทรงคุณวุฒิต้องมีตำแหน่งทางวิชาการ ระดับ ผศ. ขึ้นไป หรือจบการศึกษาระดับปริญญาเอก และต้องไม่สังกัดหน่วยงานเดียวกับผู้ประพันธ์
2. กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการเป็นผู้พิจารณาคัดเลือกผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อพิจารณาผลงานทางวิชาการ
3. เจ้าของบทความที่ผ่านการพิจารณาให้ตีพิมพ์ลงในวารสาร จะต้องสมัครสมาชิกวารสาร มทร.อีสาน อย่างน้อย 1 ปี เพื่อเป็นการยืนยันการตีพิมพ์บทความลงในวารสาร

ข้าพเจ้าได้รับทราบและยินดีปฏิบัติตามเงื่อนไขและข้อกำหนดต่าง ๆ ในแบบฟอร์มแนบท้าย ซึ่งมีรายละเอียดอยู่ใน “คำแนะนำผู้เขียน” ที่ทางกองบรรณาธิการ วารสาร มทร.อีสาน ได้กำหนดขึ้น และยินดีให้กองบรรณาธิการมีสิทธิ์ที่จะไม่รับพิจารณา หากไม่จัดรูปแบบตามที่กำหนด ยินยอมให้มีสิทธิ์ในการเลือกสรรหาผู้กลั่นกรองโดยอิสระเพื่อพิจารณาค้นฉบับที่ข้าพเจ้า (และผู้แต่งร่วม) ส่งมา ยินยอมให้กองบรรณาธิการสามารถตรวจแก้ไขต้นฉบับดังกล่าวได้ตามที่เห็นสมควร และข้าพเจ้า “ขอรับรองว่า บทความนี้ไม่เคยลงตีพิมพ์ในวารสารใดมาก่อน ไม่อยู่ระหว่างการพิจารณาจากวารสารอื่น และยินยอมว่าบทความที่ตีพิมพ์ลงในวารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ถือเป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน”

หากข้าพเจ้ามีความประสงค์ในการขอยกเลิกการพิจารณาบทความหลังจากวันที่ได้รับหนังสือยืนยันการรับบทความ ข้าพเจ้ายินดีรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานที่มหาวิทยาลัยฯ ดำเนินการตามกระบวนการของวารสาร มทร.อีสาน ตามที่จ่ายจริง

ลงชื่อ.....

(.....)



หนังสือรับรองการตีพิมพ์บทความ
วารสาร มทร.อีสาน ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

ขอรับรองว่าบทความ.....

เรื่อง
.....
โดย
.....

ได้ผ่านการประเมินจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ
และตีพิมพ์ในวารสาร มทร.อีสาน
ปีที่..... ฉบับที่.....(.....-..... พ.ศ.....)

(.....)
บรรณาธิการ วารสาร มทร.อีสาน ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน



ใบสมัครสมาชิก
วารสาร มทร.อีสาน ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

หมายเลขสมาชิก

.....
(สำหรับเจ้าหน้าที่)

วันที่สมัคร.....

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว).....

ที่อยู่

.....โทรศัพท์.....

ออกใบเสร็จในนาม ชื่อ.....

ที่อยู่.....

มีความประสงค์เป็นสมาชิก

☐ วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน (1 ปี มี 3 ฉบับ 1,000 บาท)

โดย ☐ สมัครเป็นสมาชิกใหม่ จำนวน ปี เริ่มตั้งแต่ปีที่ ฉบับที่

☐ ต่ออายุสมาชิก จำนวน ปี เริ่มตั้งแต่ปีที่ ฉบับที่

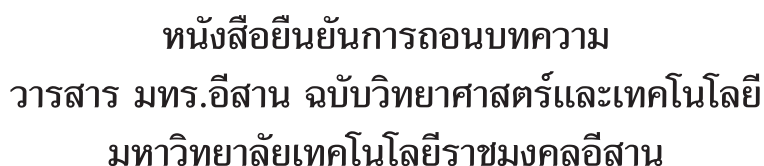
พร้อมกันนี้ได้ส่งค่าสมาชิก จำนวน.....บาท

(ตัวอักษร).....

ซึ่งได้ชำระเงินผ่านทางบัญชีกองทุนสนับสนุนการวิจัย ธนาคารกรุงไทย สาขาม.เทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา ชื่อบัญชี “กองทุนสนับสนุนการวิจัย มทร.อีสาน” บัญชีออมทรัพย์ เลขที่ 980-9-74231-2

หมายเหตุ กรุณาส่งหลักฐานการจ่ายเงินและใบสมัครสมาชิก มายังสถาบันวิจัยและพัฒนาที่ E-mail : rmuti.journal@gmail.com พร้อมเขียนชื่อ-นามสกุล ให้ชัดเจน การสมัครสมาชิกจะมีผลสมบูรณ์เมื่อทางวารสารได้มีการตรวจสอบเอกสารต่าง ๆ อย่างถูกต้องแล้วเท่านั้น

ลงชื่อ.....ผู้สมัคร
(.....)



หมายเหตุ กรุณาส่งหลักฐานการชำระเงินและหนังสือยืนยันการถอนบทความ มายังสถาบันวิจัยและพัฒนาที่
E-mail : rmuti.journal@gmail.com พร้อมเขียนชื่อ-นามสกุล ให้ชัดเจน ข้อมูลการชำระเงิน
จะมีผลสมบูรณ์ เมื่อทางวารสารได้มีการตรวจสอบเอกสารต่าง ๆ อย่างถูกต้องแล้วเท่านั้น

ลงชื่อ.....ผู้สอนบทความ
 (.....)



RMUTI

ราชมงคลอีสาน



RMUTI JOURNAL

Science and Technology

Vol. 16 No. 2 May – August 2023

ISSN (Online) : 2672-9369



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.journai@gmail.com