



FIBER FABRIC & FASHION RESEARCH JOURNAL

วารสารวิจัยเส้นใย ผ้า และแฟชั่น

คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มทร. พระนคร

ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2568

ISSN 2773-8620 (Online)

Volume 5 No.2 July - December 2025



วารสารวิจัยเส้นใย ผ้า และแฟชั่น

ชื่อวารสาร	วารสารวิจัยเส้นใย ผ้า และแฟชั่น (Online)
ISSN	ISSN 2773-8620 (Online)
ผู้พิมพ์	คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
วัตถุประสงค์	เพื่อเผยแพร่บทความวิจัย และบทความวิชาการทางด้านสิ่งทอและแฟชั่น ทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย และส่งเสริมการเผยแพร่ผลงานวิชาการและวิจัยให้เป็นที่ยอมรับในแวดวงวิชาการ
ลักษณะวารสาร	เป็นวารสารอิเล็กทรอนิกส์แบบออนไลน์ (E Journal) ขนาด เอ 4
กำหนดการเผยแพร่	ปีละ 2 ฉบับ (ราย 6 เดือน) ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน และฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม เผยแพร่ในเวปไซต์ของคณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น http://www.itfd.rmutp.ac.th/itfd2010/e-journal
เนื้อหา	มีเนื้อหาทางด้านวิชาการและวิจัยทางด้านสิ่งทอและแฟชั่น ประกอบด้วย - บทความวิชาการและวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี - บทความวิชาการและวิจัยทางด้านมนุษยศาสตร์
ภาษา	ไทย / อังกฤษ
ลักษณะบทความ	1. ต้องไม่เคยเผยแพร่ในวารสารอื่นใดมาก่อนหรือไม่อยู่ในขั้นตอนการพิจารณาเพื่อเผยแพร่ในวารสารอื่นๆ 2. ต้องเป็นผลงานวิจัยที่มีผลกระทบในวงกว้างที่ไม่ใช่งานวิจัยเพียงระดับสถาบัน
การส่งบทความ	ส่งบทความมาที่อีเมล rattanaphol.m@rmutp.ac.th ; kongkiat.m@rmutp.ac.th
สำนักงาน/ ติดต่อ	คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เลขที่ 517 ถนนนครสวรรค์ แขวงสวนจิตรลดา เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300 โทรศัพท์ 02 665 3555 โทรสาร 02 6653545 มือถือ 08 6992 3305 08 7484 3723

บทความที่ลงพิมพ์เป็นข้อคิดเห็นของผู้เขียนเท่านั้น
ผู้เขียนจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อผลทางกฎหมายใดๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นจากบทความนั้น

FIBER FABRIC & FASHION RESEARCH JOURNAL

Name of Journal	FIBER FABRIC & FASHION RESEARCH JOURNAL (Online)
ISSN	ISSN 2773-8620 (Online)
Publisher	Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Faculty of Industrial Textiles and Fashion Design
Objective	To disseminate academic work in textiles and fashion disciplines and Promote the dissemination of academic and research works to be accepted in academic areas.
Type of journal	Online journal by website http://www.itfd.rmutp.ac.th/itfd2010/e-journal
Publication Frequency	2 issues per year (January-June) , (July –December)
Content	Academic and research content in textiles and fashion consists of ● Academic and research articles in science and technology ● Academic and research articles in the humanities
Language	Thai / English
Article Requirements	1. Authors should be noted that only original articles are accepted for publication. Neither the article submitted, nor a version of it has been published, or is being considered for publication elsewhere. 2. Submitted articles must be beneficial to the public.
Article Submission	Email: rattanaphol.m@rmutp.ac.th ; kongkiat.m@rmutp.ac.th
Office/ Contact	Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Faculty of Industrial Textiles and Fashion Design. No. 517, Nakhonsawan Road, Suan Chitladda Sub-district, Dusit District, Bangkok, 10300 THAILAND Email: rattanaphol.m@rmutp.ac.th ; kongkiat.m@rmutp.ac.th Tel. +66 (02) 665 3555 โทรสาร +66 (02) 6653545 Mobile +66 (08) 69923305; +66 (08) 74843723

Authors have to be responsible for any legal effects that may occur due to their opinions expressed in the articles.

วารสารวิจัยเส้นใย ผ้า และแฟชั่น

บรรณาธิการที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์สุภัทรา โกศัยกานนท์

ดร.ชาญชัย สิริเกษมเลิศ

หัวหน้ากองบรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.รัตนพล มงคลรัตนาสีทธิ์

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกษม มานะรุ่งวิทย์

ดร.ก้องเกียรติ มหาอินทร์

กองบรรณาธิการ

Prof. Ing. Jiří Kryštof,

Prof. Dr. Chi-wai Kan

Assoc. Prof. Dr. Sheila Shahidi

Assoc. Dr. Mohammad Khajeh Mehrizi

Assoc. Prof. Dr. Mohd Rozi Ahmad

Assoc. Prof. Dr. Mohamad Faizul Yahya

Dr. Anh Tuan Dao

ศาสตราจารย์ ดร.ประณัฐ โพธิยะราช

ศาสตราจารย์ ดร.จินตนา สายวรรณ

รองศาสตราจารย์ ดร.เข้มชัย เหมะจันท

รองศาสตราจารย์ ดร.ทองใส จันทนาการ

รองศาสตราจารย์ ดร.บุญศรี คู่สุขธรรม

รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยะพร ความภิรภาพพันธ์

รองศาสตราจารย์ ดร.นิรัช สุดสังข์

รองศาสตราจารย์ ดร.จารุพรรณ ทรัพย์ปรุง

รองศาสตราจารย์ ดร.สุพรรณิ ฉายะบุตร

รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐยา วุฒิกานนท์

รองศาสตราจารย์ ดร.สาคร ชลสาคร

รองศาสตราจารย์สุทัศน์ บัญญาภาส

รองศาสตราจารย์ชนิษฐา เจริญลาภ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรทิพย์ วัชรปัญญาวงศ์ เตชะเมธีกุล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิษฐา วัชรภรณ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวรินทร์ ตันตริยานนท์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันท์ ชลชาติภิญโญ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรัณยา เผือกผ่อง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

Technical University of Liberec, Czech Republic

Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong

Islamic Azad University, Iran

Isfahan University of Technology, Iran

Universiti Teknologi MARA (UiTM), Malaysia

Universiti Teknologi MARA (UiTM), Malaysia

Hanoi University of Science and Technology, Vietnam

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

มหาวิทยาลัยนเรศวร

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

มหาวิทยาลัยศิลปากร

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วารสารวิจัยเส้นใย ผ้า และแฟชั่น

กองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประเทืองทิพย์ ปานบำรุง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพรรณิ บุญเรือง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยนุช จริ่งจิตร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมนึก สังข์หนู
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิชาติ สนธิสมบัติ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพร วาสะศิริ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นที ศรีสวัสดิ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนากานต์ เรืองณรงค์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมลักษณ์ วรรณกุล กิเยลาโรว่า
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญาณิศา ละอองอุทัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติ พัทธวนิช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีระยุทธ เฟื่องชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนิษฐา เรืองวรรณศักดิ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิรินันท์ แก่นทอง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รวีเทพ มุสิกะปาน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปาเจรา พัฒนถาบุตร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรวรรณ งามวรรณ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่พันตรี ดร.สมชาย อุดร
ดร.รังสิมา ชลคุป
ดร.คันศนีย์ คำบุญชู
ดร.พิรยา สระมาลา
ดร.นารีรัตน์ จริยะปัญญา
ดร.มนัส แป้งใส
ดร.มณฑล นาคปทุม
ดร.ชลธิชา สาริกานนท์
ดร.ลาวัณย์ฉวี พรหมโบล สุจิตตานนท์

ฝ่ายประสานงานและจัดการ

ดร.กชนท ยิ้มชลธิ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
มหาวิทยาลัยบูรพา
มหาวิทยาลัยบูรพา
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
มหาวิทยาลัยศิลปากร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

FIBER FABRIC & FASHION RESEARCH JOURNAL

Advisory Board

Assoc. Prof. Supatra Kosaiyakanont

Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Thailand

Dr. Chanchai Sirikasemlert

Thailand Textile Institute, Thailand

Editor-in-Chief

Assoc. Prof. Dr. Rattanaphol Mongkholrattanasit

Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Thailand

Deputy Editor

Asst. Prof. Dr. Kasem Manarungwit

Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Thailand

Dr. Kongkiat Maha-in

Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Thailand

Editorial Board

Prof. Ing. Jiří Kryštof,

Technical University of Liberec, Czech Republic

Prof. Dr. Chi-wai Kan

Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong

Assoc. Prof. Dr. Sheila Shahidi

Islamic Azad University, Iran

Assoc. Dr. Mohammad Khajeh Mehrizi

Isfahan University of Technology, Iran

Assoc. Prof. Dr. Mohd Rozi Ahmad

Universiti Teknologi MARA (UiTM), Malaysia

Assoc. Prof. Dr. Mohamad Faizul Yahya

Universiti Teknologi MARA (UiTM), Malaysia

Dr. Anh Tuan Dao

Hanoi University of Science and Technology, Vietnam

Prof. Dr. Pranut Potiyaraj

Chulalongkorn University, Thailand

Prof. Dr. Chintana Saiwan

Chulalongkorn University, Thailand

Assoc. Prof. Dr. Khemchai Hemachandra

Chulalongkorn University, Thailand

Assoc. Prof. Dr. Tongchai Jamnongkan

Kasetsart University, Thailand

Assoc. Prof. Dr. Boonsri Kusuktham

Rajamangala University of Technology Krungthep, Thailand

Assoc. Prof. Dr. Piyaporn Kampeerapappun

Rajamangala University of Technology Krungthep, Thailand

Assoc. Prof. Dr. Nirat Soodsang

Naresuan University, Thailand

Assoc. Prof. Dr. Jaruphan Supprung

Suan Sunandha Rajabhat University

Assoc. Prof. Dr. Supanee Chayabutra

Silpakorn University, Thailand

Assoc. Prof. Dr. Nattaya Vuthiganond

Thammasart University, Thailand

Assoc. Prof. Dr. Sakhon Chonsakhon

Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand

Assoc. Prof. Sutusanee Boonyobhas

Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand

Assoc. Prof. Khanittha Charoenlarp

Rajamangala University of Technology Krungthep, Thailand

Asst. Prof. Dr. Korntip Watcharapanyawong Techametheekul

Kasetsart University, Thailand

Asst. Prof. Dr. Kanitta Watcharaporn

Kasetsart University, Thailand

Asst. Prof. Dr. Pawarin Tuntariyanond

Kasetsart University, Thailand

FIBER FABRIC & FASHION RESEARCH JOURNAL

Editorial Board

Asst. Prof. Dr. Anothai Cholchartpinyo
Asst. Prof. Dr. Sarunya Puakpong
Asst. Prof. Dr. Pratuangtip Panbumrung
Asst. Prof. Dr. Supanee Boonrueng
Asst. Prof. Dr. Piyanut Jingjit
Asst. Prof. Dr. Somnuk Sunghoo
Asst. Prof. Dr. Apichart Sonthisombat
Asst. Prof. Dr. Somporn Wasasiri
Asst. Prof. Dr. Natee Srisawat
Asst. Prof. Dr. Chanakarn Ruangnarong
Asst. Prof. Dr. Somlak Wannarumon Kielarova
Asst. Prof. Dr. Yanisa Laoong-u-thai
Asst. Prof. Dr. Jitti Pattavanitch
Asst. Prof. Dr. Teerayut Pengchai
Asst. Prof. Dr. Kanittha Ruangwannasak
Asst. Prof. Dr. Sirinun Keanthong
Asst. Prof. Dr. Ravitep Musikapan
Asst. Prof. Dr. Pajaera Patanatabutr
Asst. Prof. Dr. Khonrawan Ngamvoratham
Asst. Prof. Acting Maj. Dr. Somchai Udon
Dr. Pithalai Phoophat
Dr. Rungsima Chollakup
Dr. Sunsanee Komboonchoo
Dr. Peeraya Sramala
Dr. Nareerut Jariyapunya
Dr. Manat Paengsai
Dr. Monthon Nakpathom
Dr. Cholthicha Sarikanon
Dr. Lavanchawee Sujarittanonta

Coordinators

Dr. Kochanoth Yimkhlil

Kasetsart University, Thailand
Kasetsart University, Thailand
Rajamangala University of Technology Krungthep, Thailand
Rajamangala University of Technology Krungthep, Thailand
Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand
Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand
Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand
Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand
Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand
Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand
Naresuan University, Thailand
Burapha University, Thailand
Burapha University, Thailand
Udon Thani Rajabhat University, Thailand
Udon Thani Rajabhat University, Thailand
Srinakarinwirot University, Thailand
Srinakarinwirot University, Thailand
Silpakorn University, Thailand
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand
Rajamangala University of Technology Krungthep, Thailand
Kasetsart University, Thailand
Kasetsart University, Thailand
Chiang Mai University, Thailand
Rajamangala University of Technology Krungthep, Thailand
Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand
Srinakarinwirot University, Thailand
National Metal and Materials Technology Center, Thailand
Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Thailand
Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Thailand

Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Thailand

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับบทความ

1. การเรียงลำดับเนื้อหาบทความ

1.1 **ชื่อเรื่อง (Title)** ภาษาไทยและภาษาอังกฤษควรสั้นกะทัดรัด และสื่อความหมายของเรื่องที่ทำอย่างชัดเจน

1.2 **ชื่อ นามสกุลของผู้เขียน** ใส่ทุกคน เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ระบุสถานที่ทำงาน และที่อยู่ สำหรับผู้พิมพ์ประสานงาน (Corresponding Author) ให้ระบุหมายเลขโทรศัพท์ และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-mail)

1.3 **บทคัดย่อ (Abstract)** ภาษาไทยและภาษาอังกฤษเป็นเนื้อความสรุปสาระสำคัญของเรื่อง วัตถุประสงค์ วิธีการศึกษาผลการศึกษา และผลสรุป มีความยาวไม่เกิน 250 คำ มี 1 ย่อหน้า

1.4 **คำสำคัญ (Keyword)** ภาษาไทยและภาษาอังกฤษอย่างละ 3–5 คำ ไว้ท้ายบทคัดย่อแต่ละภาษา

1.5 **เนื้อหา (Text)** บทความวิจัยควรประกอบด้วย

- **บทนำ (Introduction)** บอกความสำคัญหรือที่มาของปัญหาที่นำไปสู่การศึกษา วัตถุประสงค์ และ อารมณวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)
- **วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย (Materials and Methods)** กล่าวถึงรายละเอียด การวิเคราะห์ และทดลองที่กระชับและชัดเจน
- **ผลการทดลอง และการอภิปรายผล (Results and discussion)** บอกผลที่พบอย่างชัดเจน สมบูรณ์ และมีรายละเอียดครบถ้วน รวมทั้งเป็นการประเมิน การตีความ และการวิเคราะห์ในแง่มุมต่างๆ ของผลที่ได้ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ มีความสอดคล้องหรือขัดแย้งกับผลงานของผู้อื่นอย่างไร ต้องมีการอ้างหลักการหรือทฤษฎีมาสนับสนุนหรือหักล้างอย่างเป็นเหตุเป็นผล
- **สรุปผลการวิจัย (Conclusion)** ส่วนนี้นำเสนอผลลัพธ์ของงานโดยการตีความสิ่งที่ค้นพบในระดับที่สูงกว่าการอภิปรายผล และอาจมีข้อเสนอแนะที่จะนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.6 **กิตติกรรมประกาศ (ถ้ามี)** ระบุสั้นๆ ว่าได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยและความช่วยเหลือจากที่ใดบ้าง

1.7 **เอกสารอ้างอิง (References)** การอ้างอิงในบทความใช้การอ้างอิงแบบตัวเลข เอกสารอ้างอิงท้ายบทความทุกฉบับจะต้องมีการอ้างอิงในบทความ มีการอ้างอิงที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ตามรูปแบบของ APA (American Psychological Association) รายละเอียดของเอกสารอ้างอิงประกอบด้วย ชื่อผู้เขียน ชื่อหนังสือหรือชื่อของบทความ ชื่อของเอกสารที่พิมพ์ สำนักพิมพ์ หรือสถานที่พิมพ์ ปีที่ (ฉบับที่) พิมพ์ และเลขหน้าที่อ้างอิงทั้งนี้การเขียนให้เป็นไปตามรูปแบบของชนิดเอกสารที่อ้างอิง

1.8 **ภาคผนวก (ถ้ามี)**

1.9 **ตารางและรูปภาพ** ต้องมีความคมชัดและให้แทรกไว้ในบทความ มีคำอธิบายสั้นๆ แต่สื่อความหมายได้สาระครบถ้วนและเข้าใจ กรณีที่เป็นตาราง ให้ระบุลำดับที่ของตาราง ใช้คำว่า “ตารางที่...” และมีคำอธิบายใส่ไว้เหนือตาราง กรณีที่เป็นรูปให้ระบุลำดับที่ของรูปใช้คำว่า “ภาพที่...” และมีคำอธิบายใส่ไว้ใต้รูป

2. คำแนะนำในการเขียนและพิมพ์

2.1 คำแนะนำทั่วไป บทความต้องมีความยาวไม่เกิน 9 หน้ากระดาษ A4 พิมพ์ด้วย Microsoft Word for Windows การตั้งค่าหน้ากระดาษ ขอบด้านบนและด้านล่าง 3 ซม. ด้านซ้ายและ ด้านขวา 2.5 ซม. พิมพ์ 1 คอลัมน์ การลำดับหัวข้อของเนื้อเรื่องให้ใช้เลขกำกับ บทนำเป็นหัวข้อหมายเลข 1 และหากมีหัวข้อย่อยให้ใช้เลขระบบทศนิยมกำกับหัวข้อย่อย เช่น 2.1 เป็นต้น ดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่ <http://www.itfd.rmutp.ac.th/itfd2010/e-journal>

2.2 แบบและขนาดตัวอักษร

- กรณีเป็นบทความภาษาไทย ใช้ตัวอักษรแบบ “TH Sarabun PSK” ซึ่งบทความใช้ตัวอักษรขนาด 18 ตัวหนา ชื่อผู้เขียน บทคัดย่อและเนื้อความต่างๆ ใช้ตัวอักษรขนาด 14 ตัวปกติ ชื่อหัวข้อและหัวข้อย่อยใช้ตัวอักษรขนาด 14 ตัวหนา
- กรณีเป็นบทความภาษาอังกฤษ ใช้ตัวอักษรแบบ “Times New Roman” ซึ่งบทความใช้ตัวอักษรขนาด 14 ตัวหนา ชื่อผู้เขียน บทคัดย่อและเนื้อความต่างๆ ใช้ตัวอักษรขนาด 12 ตัวปกติ ชื่อหัวข้อและหัวข้อย่อยใช้ตัวอักษรขนาด 12 ตัวหนา

3. เกณฑ์การพิจารณาบทความ

มีดังนี้ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คุณค่าทางวิชาการความสมบูรณ์ของเนื้อหาและโครงสร้างภาษาที่ใช้ ความชัดเจนของสมมติฐาน/วัตถุประสงค์ ความชัดเจนของการนำเสนอและการจัดระเบียบบทความ ความถูกต้องทางวิชาการ การอภิปรายผล และการอ้างอิงที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ

บทความจะต้องได้รับการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบบทความ (peer reviewer) ซึ่งเป็นบุคคลภายนอกจากหลากหลายสถาบัน อย่างน้อย 3 คน ซึ่งกองบรรณาธิการอาจให้ผู้เขียนปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้นและทรงไว้ซึ่งสิทธิ์ในการตัดสินใจตีพิมพ์หรือไม่ก็ได้

Instructions to Authors

1. Order of an Article Content

1.1 Title both in Thai and in English must be concise and clearly convey what is done.

1.2 Name and Surname of the Author(s) in Thai and in English. Office address must be specified. Telephone number and e-mail address of corresponding author (if any) are needed.

1.3 Abstract in Thai and in English of not more than 250 words is compulsory. It must include essence, objectives, methodology, and findings of the research.

1.4 Keywords of 3–5 words are needed to be put below the abstract.

1.5 Text of the article should consist of the followings:

- Introduction: State background and objectives of the study. Literature review may be included.
- Materials and Methods: Concise and clear explanation of details, analysis, and experiment is required.
- Results and Discussion: Report the complete findings. Evaluation, interpretation, and analysis of the findings are to be made so as to show whether the research achieved the objectives or not, how it agrees with or contradicts to other research. Theories and principles are needed to support the discussion in a logical manner.
- Conclusion: This section presents the outcome of the work by interpreting the findings at a higher level of abstraction than the Discussion. Suggestions for making use of the findings may be included.

1.6 Acknowledgement (if any): Briefly identify and acknowledge fund sources and assistance.

1.7 References: Numbering system is used for in-text references. Every end-text reference must be referred to in the article. References must be properly written in conforming APA (American Psychological Association) format. Each reference consists of authors' name, book title or article title, document title, publisher, publishing year, (issue No.) and referenced page number depending on types of reference text.

1.8 Appendix (if any)

1.9 Tables and Figures must be clear and inserted in the article. Brief explanation is needed to convey meaningful and understandable essence.

For tables, identify the table number respectively followed by a brief explanation and put it above the table itself. For figures, identify the figure number respectively followed by a brief explanation and put it below the figure itself. (Tables and figures are requested to record in .jpg file in addition to the article file.)

2. Instructions for Writing and Typing

2.1 General Instructions: Each article must not be longer than 9 A4 pages.

Microsoft Word for Windows must be used for typing. Page layout is as follows: Upper and bottom edges are 3 cm, left and right edges 2.5 cm. one column. Use numbering system for topic arrangement starting from 1. Introduction and so on. Use decimal system for sub-topics. For more information, see and download from <http://www.itfd.rmutp.ac.th/itfd2010/e-journal>

2.2 The Proper Use of Fonts and Sizes

- Thai language article: Use 18-point TH Sarabun PSK, single-spaced, boldface type for the title. The authors' name, abstract and contents are to be in 14-point size. Use 14-point boldface font size for the main and subtopics.
- English language article: Use 14-point Times New Roman, single-spaced, boldface type for the title. The authors' name, abstract and contents are to be in 12-point size. Use 12-point boldface font size for the main and subtopics.

3. Criteria for Article Consideration

Creativity, academic value, completeness of content and structure, language usage, clearness of objectives/hypotheses, content presentation and organization, academic accuracy, proper finding discussion and references are to be considered.

An article will be reviewed by at least 3 external peer reviewers from various institutions. The editorial board has a privilege to ask the authors to improve their articles, and to decide whether submitted articles should be published or not.

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิผู้ประเมินบทความ (Peer Review) ประจำปี
ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 เดือน กรกฎาคม – ธันวาคม 2568

รองศาสตราจารย์ ดร.สาคร ชลสาคร

รองศาสตราจารย์ ดร.รัตนพล มงคลรัตนาสีธิ

รองศาสตราจารย์สุทัศน์ บัญญูภาส

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่พันตรี ดร.สมชาย อุดร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณภัทร พรหมเพ็ญ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมลักษณ์ วรรณฤมล กิเยลาโรว่า

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐดนัย รุ่งเรืองกิจไกร

ดร.มณฑล นาคปฐม

ดร.ลาวัณย์ฉวี พรหมโอบ สจฺริตตานนท์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



FIBER FABRIC & FASHION RESEARCH JOURNAL

วารสารวิจัยเส้นใย ผ้า และแฟชั่น

คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มทร. พระนคร

เลขที่ 517 ถนนนครสวรรค์ แขวงสวนจิตรลดา เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

โทรศัพท์ 02 665 3555 โทรสาร 02 6653545 มือถือ 08 6992 3305 08 7484 3723

www.itfd.rmutp.ac.th

สารบัญ	หน้า
1. การออกแบบตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมีรูปแบบสัตว์ในตำนานสี่หูห้าตา Design of Handwoven Cotton Dolls in the Form of the Four-Eared, Five-Eyed Mythical Animal นรเทพ โปธิเป็ง วชิราภรณ์ รัศมี สามารถ รอดยิ้ม อาทิตย์ มงคลดี สุภนิชา โยปัญญาเตีย อรยา นามวงศ์	1-13
2. การจัดลำดับความสำคัญของอุปสรรคที่มีผลต่อการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลในอุตสาหกรรม สิ่งทอ: วิธีการวิเคราะห์ลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) Prioritization of Barriers Affecting Digital Transformation in the Textile Industry: An Analytic Hierarchy Process (AHP) Approach อำนาจ โรจน์ชนา	14-25
3. การย้อมและสมบัติการต้านแบคทีเรียบนผ้าฝ้ายด้วยสีจากใบสะเดาโดยใช้ไคโตซานเป็นสาร ช่วยติดสี Dyeing and Antibacterial Property on Cotton Fabric with Neem Leaf Dyes By Using Chitosan as a Fixing agent พิชิตพล เจริญทรัพย์นันท์ เสาวภาคย์ คนน้อย ศศิกานต์ พรหมวิเชียร	26-35
4. การย้อมสีผ้าไนลอนด้วยสารให้สีจากกากกาแฟ Nylon fabrics dyeing with colorants from coffee grounds จิรภัทร จิรคุณานนท์ นงนุช ศศิธร	36-46

การออกแบบตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนานสี่หูห้าตา Design of Handwoven Cotton Dolls in the Form of the Four-Eared, Five-Eyed Mythical Animal

นรเทพ โปธิเป้ง*, วชิราภรณ์ รัศมี, สามารถ รอดยิ้ม, อาทิตย์ มงคลดี, ศุภนิชา โยปัญญา, อรยา นามวงศ์

งานวิจัย พัฒนา นวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงราย

*ผู้รับผิดชอบประสานงาน: นรเทพ โปธิเป้ง Email: norathep@cvc.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาการออกแบบและตัดเย็บตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนานสี่หูห้าตา 2) ศึกษาความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อการออกแบบและตัดเย็บตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนานสี่หูห้าตา โดยมีวิธีการดำเนินงาน 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การออกแบบและตัดเย็บตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนานสี่หูห้าตา ขั้นตอนที่ 2 สอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการออกแบบและตัดเย็บตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนานสี่หูห้าตา ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการตัดเย็บต้นแบบตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนานสี่หูห้าตา และขั้นตอนที่ 4 สอบถามความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อการออกแบบและตัดเย็บตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนานสี่หูห้าตา กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ ผู้บริโภคที่มีความสนใจหรือซื้อของที่ระลึกตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนาน สี่หูห้าตา ในจังหวัดเชียงราย จำนวน 100 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ สอบถามความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการออกแบบจำนวน 10 รูปแบบ และให้ผู้เชี่ยวชาญเลือก 5 รูปแบบเพื่อใช้ในการตัดเย็บตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนานสี่หูห้าตา โดยใช้แบบสัมภาษณ์เชิงลึกและแบบสอบถาม จำนวน 100 ชุด เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สถิติที่ใช้ได้แก่ ค่าร้อยละ และค่าเฉลี่ย

ผลการวิจัยพบว่าการคัดเลือกแบบร่างตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนานสี่หูห้าตาที่ได้ออกแบบไว้และได้รับการคัดเลือกจากผู้เชี่ยวชาญ 5 รูปแบบ คือ แบบร่างที่ 1 แบบร่างที่ 4 แบบร่างที่ 5 แบบร่างที่ 7 และ แบบร่างที่ 10 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อการออกแบบตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนานสี่หูห้าตาโดยภาพรวมพบว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.59 เมื่อพิจารณาแต่ละข้อหวัพบว่า ค่าเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่ข้อหวัความละเอียดและประณีตของผลิตภัณฑ์ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 4.76 และค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่ข้อหวัผลิตภัณฑ์ใช้งานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ โดยมีค่าเฉลี่ย 4.42

คำสำคัญ: สัตว์ในตำนานสี่หูห้าตา ตุ๊กตา การออกแบบ ผ้าฝ้ายทอมือ

Abstract

The objectives of this research were: (1) to study the design and production of handmade cotton dolls inspired by the mythical creature “Si-Hu Ha-Ta” (Four-Eared, Five-Eyed Animal); and (2) to examine the satisfaction level of respondents toward the design and production of the handmade cotton dolls

in the form of this mythical creature. The research procedure consisted of four steps. Step 1 involved designing and sewing handmade cotton dolls representing the “Si-Hu Ha-Ta” mythical animal. Step 2 was to obtain expert opinions on the design and sewing of the dolls. Step 3 involved producing the prototype dolls based on the selected designs. Step 4 was to survey respondents’ satisfaction with the design and sewing of the dolls. The sample group consisted of 100 consumers in Chiang Rai Province who were interested in or had purchased handmade cotton dolls as souvenirs, particularly those inspired by the “Si-Hu Ha-Ta” legend. Research instruments included an expert evaluation form for 10 design prototypes, from which experts selected five designs for prototype production. Data were collected through in-depth interviews and 100 sets of questionnaires. The data were analyzed using a statistical software package, employing percentage and mean as statistical tools.

The results revealed that the five selected designs chosen by experts were Design 1, Design 4, Design 5, Design 7, and Design 10. The overall satisfaction level of respondents toward the design and sewing of the handmade cotton dolls in the form of the mythical “Si-Hu Ha-Ta” was at the highest level, with an average score of 4.59. When considering individual aspects, the highest mean score (4.76) was found in the category of product detail and craftsmanship, while the lowest mean score (4.42) was in the category of product functionality according to its intended purpose.

Keywords: Four-eared and five-eyed mythical animal, Handwoven cotton, Doll design, Consumer satisfaction

1. บทนำ

การออกแบบผลิตภัณฑ์ตุ๊กตาที่ผลิตในชุมชนยังขาดการพัฒนาด้านกระบวนการผลิตและการออกแบบที่ถูกต้อง เป็นผลให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพต่ำ รูปแบบไม่สวยงาม ฉะนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตุ๊กตาเพื่อให้เป็นที่รู้จักและเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภค การออกแบบจึงเป็นกระบวนการผลิตเริ่มต้นที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ โดยศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์โดยตรง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้เข้าสู่กระบวนการคิดและการออกแบบผลิตภัณฑ์ เช่น การร่างแบบ การเขียนแบบเท่าขนาดจริง การขยายแบบ และการดำเนินการผลิตจนได้ผลิตภัณฑ์สำเร็จตามที่ได้ออกแบบ [1] ผลิตภัณฑ์ตุ๊กตาเป็นรูปแบบที่มีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์รูปแบบอื่น ๆ โดยทั่วไป สามารถแสดงความรู้สึกได้บนใบหน้า และท่าทางการเคลื่อนไหวแบบต่าง ๆ อีกทั้งสามารถผนวกประเพณี วัฒนธรรม และวิถีการดำเนินชีวิตของคนไทย ที่ได้ปฏิบัติสืบทอดกันมาตั้งแต่อดีต มาเป็นรูปแบบธุรกิจขนาดย่อมในท้องถิ่น [2] ซึ่งพัฒนาการการออกแบบผลิตภัณฑ์ตุ๊กตาต้นแบบ ที่มีคุณภาพ มีความประณีต สวยงาม และมีเอกลักษณ์เฉพาะ เป็นที่ต้องการของผู้ผลิตและผู้บริโภค และอนุรักษ์ศิลปะ วัฒนธรรมไทย และสร้างกระแสนิยมผลิตภัณฑ์ตุ๊กตาให้เพิ่มขึ้น และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตสู่ผู้ประกอบการ

สัตว์ในตำนานสี่หูห้าตาเป็นความเชื่อเรื่องแมงสี่หูห้าตาในภาคเหนือ ที่มีความเชื่อจากเรื่องเล่าในล้านนา มาแต่โบราณกาล สร้างขึ้นจากนิทานพื้นบ้านของชาวล้านนาเล่าขานกันมาว่า แมงสี่หูห้าตา เป็นพระอินทร์จำแลง กินไฟถ่ายเป็นทอง มีลักษณะตามตำนานคือตัวอ้วนและเตี้ย มีกายภาพอย่างหมี และมีขนยาวสีดำปกคลุมร่างกาย เป็นสัตว์ใหญ่ มีหู 4 หู มีตา 5 ตา โดยที่ดวงตาของแมงสี่หูห้าตาเป็นสีเขียวรับประทานถ่านไฟร้อนเป็นอาหาร และมูลของแมงสี่หูห้าตานี้เป็นทองคำ แต่ไม่ได้ปรากฏว่ามีอุปนิสัยดุร้ายหรืออย่างอื่นใดที่มาช่วยขยายหนุ่มกำพร้าผู้หนึ่งฐานะยากจนแต่มีจิตใจที่เมตตา ขยันหมั่นเพียรจนชีวิตประสบผลสำเร็จเป็นเจ้าเมืองในตอนสุดท้าย ซึ่งในเรื่องเล่าได้แฝงปริศนาธรรม เพื่อให้ทุกคนหมั่นรักษาศีล ทำความดี มีพรหมวิหาร 4 และ ศีล 5 ซึ่งเป็นหลักธรรมจาก 4 หู และ 5 ตา ของแมงสี่หูห้าตา ซึ่งถ้าคนเรายึดถือสิ่งเหล่านี้ได้ชีวิตเราจะพบแต่ความสุขตลอดกาล [3] อิทธิพลความเชื่อท้องถิ่นมีบทบาทอย่างสูงในวิถีชีวิตของคนไทย ซึ่งระบบความเชื่อของคนไทย ย่อมรวมถึงศาสนา และความเชื่อในลัทธิต่าง ๆ ศาสนา ในความหมายกว้าง ๆ คือการบวงสรวงบูชาหรือการสร้างสัมพันธภาพอันดีระหว่างมนุษย์กับอำนาจศักดิ์สิทธิ์ทั้งหลาย ซึ่งมนุษย์เชื่อว่าสามารถควบคุมหรือมีอิทธิพลเหนือวิถีทางของธรรมชาติและวิถีชีวิตของมนุษย์ ศาสนาตามทัศนะทางมานุษยวิทยาจึงบ่งบอกนัยถึงการขยายความสัมพันธ์ทางสังคมของมนุษย์ออกไปสู่ความสัมพันธ์กับสิ่งศักดิ์สิทธิ์ซึ่งมีอำนาจเหนือมนุษย์และธรรมชาติ ดังนั้นศาสนาและความเชื่อทางศาสนาจึงเป็นสิ่งที่ปรากฏที่เรพบเห็นได้ในทุกสังคมตลอดมาทุกยุคทุกสมัย [4] ซึ่งการสร้างพลังทางศิลปะ โดยใช้อัตลักษณ์ของท้องถิ่น สร้างนวัตกรรมแห่งศิลปะในการใช้สัญลักษณ์ทางศิลปะกับการสร้างสุขภาวะทางสังคม

ผ้าฝ้ายทอมือเป็นงานหัตถกรรมที่เกิดจากการสร้างสรรค์ของภูมิปัญญาพื้นบ้าน ที่ยังได้รับความนิยมเนื่องจากเป็นงานที่ผลิตขึ้นจากฝีมือมนุษย์มีความประณีตทุกขั้นตอน ตั้งแต่การย้อมด้วยสีธรรมชาติ การทอด้วยเส้นใยธรรมชาติที่สืบทอดกันมายาวนานตามวิธีการแบบโบราณ ซึ่งในปัจจุบันผ้าฝ้ายทอมือนอกจากจะใช้ตัดเย็บเสื้อผ้าเป็นเครื่องแต่งกาย ยังนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เคหะสิ่งทอ และของที่ระลึกนอกจากนี้การออกแบบลวดลายที่เป็นเอกลักษณ์แสดงถึงวิถีชีวิตและวัฒนธรรมประจำท้องถิ่น จึงได้รับความนิยมของผู้บริโภคที่ชื่นชอบหัตถกรรมทุกยุคทุกสมัย และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง [5] แนวทางพัฒนาด้านผลิตภัณฑ์ โดยใช้วิธีการปรับวิธีการผลิตและกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้สินค้าที่มีความน่าสนใจมากขึ้น การพัฒนาลวดลายลักษณะใหม่ ๆ ของผลิตภัณฑ์ผ้าฝ้ายทอมือ ให้ตอบสนองตามความต้องการของผู้บริโภค โดยพัฒนาการออกแบบลวดลายผ้าขึ้นมาใหม่ให้เป็นลายผ้าที่มีความร่วมสมัย มีเอกลักษณ์การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้องตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีความแปลกใหม่สวยงาม ช่วยสร้างงานและเสริมรายได้ให้แก่ชุมชน [6] ซึ่งการออกแบบตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบที่หลากหลายให้ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคยุคเศรษฐกิจสร้างสรรค์

ดังนั้นการศึกษาการออกแบบตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนานสี่หูห้าตา และศึกษาความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อการออกแบบและตัดเย็บตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนานสี่หูห้าตา การออกแบบเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ตุ๊กตาที่สวยงาม มีแนวคิดจากการอนุรักษ์ศิลปะและวัฒนธรรม และการสืบทอดศิลปวัฒนธรรมผ่านทางผลิตภัณฑ์ผู้วิจัยมีแนวทางการออกแบบและตัดเย็บตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือ

ร่วมกับช่างเย็บตุ๊กตาในท้องถิ่น เพื่อให้ได้รูปแบบและอัตลักษณ์จากภูมิปัญญาท้องถิ่นเพิ่มมูลค่าเศรษฐกิจเชิงสร้างสรรค์ ส่งเสริมเศรษฐกิจชุมชนผ่านการผลิตตุ๊กตาสี่หูห้าตาวัสดุจากผ้าฝ้ายทอในท้องถิ่น ด้วยกลยุทธ์ความเชื่อของท้องถิ่นของสัตว์ในตำนานสี่หูห้าตา สร้างสรรค์เป็นของที่ระลึกที่มีเรื่องราวนำไปสู่การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม

2. วิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and development) แบ่งเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 (Research: R1) การศึกษา ค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากเอกสาร ตำรา บทความ งานวิจัยด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ตุ๊กตา ผ้าฝ้ายทอมือ สัตว์ในตำนานสี่หูห้าตา รูปทรง สี สัน รวมถึงเทคนิคในการผลิตที่มุ่งเน้นด้านความเรียบง่าย ประโยชน์ใช้สอย มีความประณีต สวยงาม มีความน่ารัก เน้นความคิดสร้างสรรค์มากกว่าผลการตลาด ซึ่งต้องผ่านกระบวนการศึกษาเกี่ยวกับความเป็นมาลักษณะและรูปแบบของสัตว์ในตำนานสี่หูห้าตา และการใช้เทคโนโลยีการผลิตและการออกแบบ สีน้ารูปแบบใหม่ ที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพเพิ่มขึ้นที่มีรูปแบบที่หลากหลายนำมาเป็นแนวทางในการสร้างสรรค์ ให้การออกแบบตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนานสี่หูห้าตา จำนวน 10 รูปแบบ ออกมาเป็นตุ๊กตาผ้าฝ้าย ทอมือที่สื่อถึงความโดดเด่นและมีอัตลักษณ์

ขั้นตอนที่ 2 (Research: R2) การคัดเลือกการออกแบบตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนานสี่หูห้าตา จากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำมาพัฒนาเป็นตุ๊กตาต้นแบบ ได้แก่ ผู้ออกแบบแพชั่น จำนวน 7 คน โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ตามคุณสมบัติที่กำหนดคือ ประกอบอาชีพทางด้านการออกแบบที่มีประสบการณ์ 10 ปีขึ้นไป

ขั้นตอนที่ 3 (Development: D1) ดำเนินการตัดเย็บต้นแบบผลิตภัณฑ์ตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนานสี่หูห้าตา

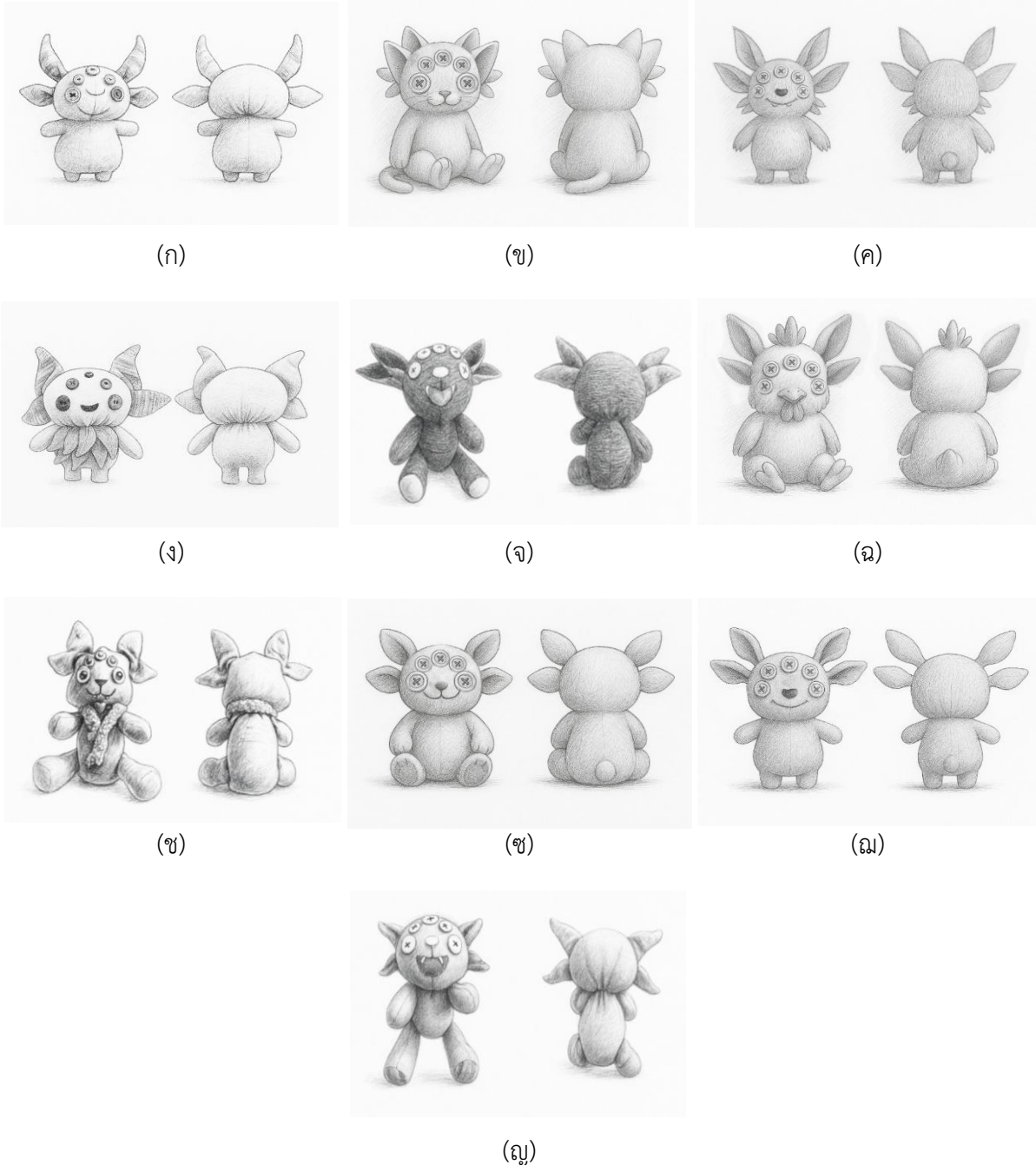
ขั้นตอนที่ 4 (Development: D2) การประเมินและปรับปรุงรูปการออกแบบและตัดเย็บผลิตภัณฑ์ตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือ โดยสำรวจความพึงพอใจ โดยกำหนดกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้บริโภคที่มีความสนใจหรือซื้อของที่ระลึกตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนานสี่หูห้าตา ในจังหวัดเชียงราย จำนวน 100 คน โดยใช้แบบสัมภาษณ์เชิงลึกและแบบสอบถาม จำนวน 100 ชุด กลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะการใช้ชีวิตที่ชอบความโดดเด่นไม่ซ้ำใคร และมีรสนิยมบริโภคของที่ระลึกเป็นสิริมงคลต่อผู้รับ รวมถึงเพื่อการประดับตกแต่งความแปลกใหม่เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย เพื่อรายงานผล และปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์เพื่อเผยแพร่

3. ผลการศึกษาและการอภิปรายผล

จากการศึกษาเรื่อง การออกแบบตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนานสี่หูห้าตา ผู้วิจัยได้มีวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

3.1 ผลการศึกษาการออกแบบตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมีรูปแบบสัตว์ในตำนานสี่หูห้าตา

การออกแบบตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมีรูปแบบสัตว์ในตำนานสี่หูห้าตา มีลักษณะตัวอ้วนกายภาพอย่างหมี มีหู 4 หู มีตา 5 ตา จึงนำรูปแบบสัตว์ในตำนานสี่หูห้าตา มาประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอ มี ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การออกแบบตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมีรูปแบบสัตว์ในตำนานสี่หูห้าตา (ก) แบบร่างที่ 1 (ข) แบบร่างที่ 2 (ค) แบบร่างที่ 3 (ง) แบบร่างที่ 4 (จ) แบบร่างที่ 5 (ฉ) แบบร่างที่ 6 (ช) แบบร่างที่ 7 (ซ) แบบร่างที่ 8 (ฌ) แบบร่างที่ 9 และ (ญ) แบบร่างที่ 10

3.2 ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการออกแบบตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนานสีหู้ห่าตา

จากการศึกษาการออกแบบตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนานสีหู้ห่าตา วิเคราะห์และเลือกแบบ จำนวน 10 แบบ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ จำนวน 7 ท่าน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเห็นของการออกแบบตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนานสีหู้ห่าตา

ลำดับ	แบบร่างที่ 1		แบบร่างที่ 2		แบบร่างที่ 3		แบบร่างที่ 4		แบบร่างที่ 5	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1	✓			✓	✓		✓		✓	
2		✓	✓			✓	✓		✓	
3	✓		✓			✓		✓		✓
4	✓			✓	✓		✓		✓	
5	✓		✓			✓	✓		✓	
6		✓		✓		✓	✓			✓
7	✓			✓		✓	✓			✓
ร้อยละ	71.4		42.8		28.5		85.7		57.1	

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ของการออกแบบตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนานสีหู้ห่าตา แบบร่างที่ได้รับความนิยมสูงสุดสามารถนำไปทำเป็นตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือ ได้แก่ แบบร่างที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 85.7 และแบบที่ได้รับความนิยมน้อยที่สุด ได้แก่ แบบร่างที่ 6 คิดเป็นร้อยละ 14.2 สอดคล้องกับ ญัฐวิทย์ คงศรีชาย และอมรรรัตน์ อนันต์วรพงษ์ [7] ซึ่งได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์งานปั้นตุ๊กตาจิ๋วชาววังด้วยเทคนิคการเคลือบไหม

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเห็นของการออกแบบตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนานสี่หูห้าตา (ต่อ)

ลำดับ	แบบร่างที่ 6		แบบร่างที่ 7		แบบร่างที่ 8		แบบร่างที่ 9		แบบร่างที่ 10	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1		✓	✓		✓		✓		✓	
2		✓		✓		✓		✓		✓
3	✓		✓			✓		✓	✓	
4		✓	✓		✓			✓	✓	
5		✓	✓			✓		✓		✓
6		✓	✓		✓		✓			✓
7		✓		✓		✓		✓	✓	
ร้อยละ	14.2		71.4		42.8		28.5		57.1	

3.3 ผลการศึกษาต้นแบบผลิตภัณฑ์ตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนานสี่หูห้าตา

ต้นแบบผลิตภัณฑ์ตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนานสี่หูห้าตา ดังภาพที่ 2 ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ตัดเย็บจากผ้าฝ้ายทอมือ โดยนำมาตัดเย็บตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนานสี่หูห้าตา แบบร่างที่ 1 แบบร่างที่ 4 แบบร่างที่ 5 แบบร่างที่ 7 และ แบบร่างที่ 10 โดยประเมินความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ จำนวน 7 ท่าน เพื่อทำผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดเชียงราย มีส่วนประกอบผลิตภัณฑ์ต้นแบบดังนี้

1) ตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือแบบที่ 1 ผลิตจากผ้าฝ้ายทอมือสีชมพูและผ้าฝ้ายทอมือลายริ้วโทนสีชมพู รูปแบบลักษณะตัวตุ๊กตาสวนลำตัว แขนและขาเป็นผ้าชิ้นเดียวกัน ประกอบด้วยผ้าฝ้าย 2 ชิ้นเย็บประกบกัน ยัดด้วยใยพอลิเอสเตอร์ ส่วนหัวตุ๊กตารูปแบบทรงกลม ยัดด้วยใยพอลิเอสเตอร์ เย็บประกบกันด้วยผ้าฝ้าย 2 ชิ้น ส่วนหูตุ๊กตารูปแบบวงรีปลายแหลม เย็บประกบด้วยผ้า 2 ชิ้น กลับด้านตะเข็บ พับจีบส่วนโคนทั้ง 2 ข้าง ประกอกับส่วนหัว จำนวน 4 ชิ้น ส่วนตกแต่งตาตุ๊กตา ใช้กระดุมเป็นส่วนประกอบ ส่วนปากตุ๊กตาดูตกแต่งด้วยการเย็บด้วยด้ายไหมประดิษฐ์ เป็นตุ๊กตารูปแบบยืนกางมือ 2 ข้าง

2) ตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือแบบที่ 2 ผลิตจากผ้าฝ้ายทอมือสีส้มและผ้าฝ้ายทอมือลายริ้วโทนสีส้ม รูปแบบลักษณะตัวตุ๊กตาสวนลำตัวและขาเป็นผ้าชิ้นเดียวกัน ประกอบด้วยผ้าฝ้าย 2 ชิ้นเย็บประกบกัน ยัดด้วยใยพอลิเอสเตอร์ ส่วนแขนตุ๊กตาเย็บประกบกันด้วยผ้าฝ้าย 2 ชิ้นทั้ง 2 ข้าง เย็บประกอกับส่วนลำตัว ส่วนหัว

ตุ๊กตารูปแบบทรงกลม ยัดด้วยใยพอลิเอสเตอร์ เย็บประกบกันด้วยผ้าฝ้าย 2 ชั้น ส่วนหูตุ๊กตารูปแบบวงรีปลายแหลมและรูปแบบใบไม้ตัวเอส เย็บประกบกันด้วยผ้า 2 ชั้น กลับด้านตะเข็บ เย็บส่วนโคนประกบกับส่วนหัว จำนวนรูปแบบละ 2 ชิ้น ส่วนตกแต่งตาตุ๊กตา ใช้กระดุมเป็นส่วนประกอบ ส่วนปากและบริเวณตุ๊กตาดกแต่งด้วยผ้าสักหลาด เป็นตุ๊กตารูปแบบยืนกางมือ 2 ข้างแขนชี้ลงด้านล่าง

3) ตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือแบบที่ 3 ผลิตจากผ้าฝ้ายทอมือสีดำและผ้าฝ้ายทอมือลายปั่นโกโทสีดำ รูปแบบลักษณะตัวตุ๊กตาส่วนลำตัว ประกอบด้วยผ้าฝ้าย 2 ชั้นเย็บประกบกัน ยัดด้วยใยพอลิเอสเตอร์ ส่วนแขนตุ๊กตาเย็บประกบกันด้วยผ้าฝ้าย 2 ชั้นทั้ง 2 ข้าง ยัดด้วยใยพอลิเอสเตอร์ ส่วนขาตุ๊กตาเย็บประกบกันด้วยผ้าฝ้าย 2 ชั้นทั้ง 2 ข้าง ยัดด้วยใยพอลิเอสเตอร์ เย็บประกอบส่วนแขนและส่วนขาบางส่วนลำตัว ส่วนหัวตุ๊กตารูปแบบตุ๊กตาหมีประกอบด้วยผ้า 3 ชั้นคือส่วนหัวด้านบน 1 ชั้นและส่วนหัวด้านข้าง 2 ชั้นเย็บประกบกัน ยัดด้วยใยพอลิเอสเตอร์ ส่วนหูตุ๊กตารูปแบบวงรีปลายแหลมขนาดเล็กและขนาดใหญ่ เย็บประกบกันด้วยผ้า 2 ชั้น กลับด้านตะเข็บ พับส่วนโคนหูด้านล่างประกบกับส่วนหัว จำนวนขนาดละ 2 ชิ้น ส่วนตกแต่งตาตุ๊กตา ใช้กระดุมเป็นส่วนประกอบ ส่วนปากและบริเวณคอตุ๊กตาดกแต่งด้วยผ้าสักหลาดรูปใบไม้ เป็นตุ๊กตารูปแบบนั่ง แขนและขาทั้ง 2 ข้างสามารถขยับได้

4) ตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือแบบที่ 4 ผลิตจากผ้าฝ้ายทอมือสีม่วงและผ้าฝ้ายทอมือลายริ้วโทนสีม่วง รูปแบบลักษณะตัวตุ๊กตาส่วนลำตัว ประกอบด้วยผ้าฝ้าย 2 ชั้นเย็บประกบกัน ยัดด้วยใยพอลิเอสเตอร์ ส่วนแขนตุ๊กตาเย็บประกบกันด้วยผ้าฝ้าย 2 ชั้นทั้ง 2 ข้าง ยัดด้วยใยพอลิเอสเตอร์ ส่วนขาตุ๊กตาเย็บประกบกันด้วยผ้าฝ้าย 2 ชั้นทั้ง 2 ข้าง ยัดด้วยใยพอลิเอสเตอร์ เย็บประกอบส่วนแขนและส่วนขาบางส่วนลำตัว ส่วนหัวตุ๊กตารูปแบบทรงหัวเหลี่ยม เย็บประกบกันด้วยผ้าฝ้าย 2 ชั้น ยัดด้วยใยพอลิเอสเตอร์ ส่วนหูตุ๊กตารูปแบบใบไม้สองแฉกหรือกำมปู เย็บประกบกันด้วยผ้า 2 ชั้น กลับด้านตะเข็บ เย็บส่วนโคนหูด้านล่างประกบกับส่วนหัว จำนวนขนาดละ 1 ชิ้น ส่วนตกแต่งตาตุ๊กตา ใช้กระดุมเป็นส่วนประกอบ ส่วนปากตุ๊กตาดกแต่งด้วยด้ายไหมประดิษฐ์ ส่วนคอตกแต่งด้วยไหมพรมขนแกะ เป็นตุ๊กตารูปแบบนั่ง แขนและขาทั้ง 2 ข้างสามารถขยับได้

5) ตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือแบบที่ 5 ผลิตจากผ้าฝ้ายทอมือสีเทาและผ้าฝ้ายทอมือลายริ้วโทนสีเทา รูปแบบลักษณะตัวตุ๊กตาส่วนลำตัว ประกอบด้วยผ้าฝ้าย 2 ชั้นเย็บประกบกัน ยัดด้วยใยพอลิเอสเตอร์ ส่วนแขนตุ๊กตาเย็บประกบกันด้วยผ้าฝ้าย 2 ชั้นทั้ง 2 ข้าง ยัดด้วยใยพอลิเอสเตอร์ ส่วนขาตุ๊กตาเย็บประกบกันด้วยผ้าฝ้าย 2 ชั้นทั้ง 2 ข้าง ยัดด้วยใยพอลิเอสเตอร์ เย็บประกอบส่วนแขนและส่วนขาบางส่วนลำตัว ส่วนหัวตุ๊กตารูปแบบตุ๊กตาหมีประกอบด้วยผ้า 3 ชั้นคือส่วนหัวด้านบน 1 ชั้นและส่วนหัวด้านข้าง 2 ชั้นเย็บประกบกัน ยัดด้วยใยพอลิเอสเตอร์ ส่วนหูตุ๊กตารูปแบบวงรีปลายแหลมขนาดเล็กและขนาดใหญ่ เย็บประกบกันด้วยผ้า 2 ชั้น กลับด้านตะเข็บ พับส่วนโคนหูด้านล่างประกบกับส่วนหัว จำนวนขนาดละ 2 ชิ้น ส่วนตกแต่งตาตุ๊กตา ใช้กระดุมเป็นส่วนประกอบ ส่วนปากและบริเวณคอตุ๊กตาดกแต่งด้วยผ้าสักหลาดรูปใบไม้ เป็นตุ๊กตารูปแบบนั่ง แขนและขาทั้ง 2 ข้างสามารถขยับได้



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)



(จ)

ภาพที่ 2 ต้นแบบผลิตภัณฑ์ตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมีรูปแบบสัตว์ในตำนานสีหูห้าตา (ก) ต้นแบบตุ๊กตาที่ 1 (ข) ต้นแบบตุ๊กตาที่ 2 (ค) ต้นแบบตุ๊กตาที่ 3 (ง) ต้นแบบตุ๊กตาที่ 4 และ (จ) ต้นแบบตุ๊กตาที่ 5

3.4 ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อการออกแบบตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนานสีหูหำตา

การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม และนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์ประมวลผลข้อมูล โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยการแสดงการแจกแจงความถี่ และหาค่าร้อยละ เพื่อนำเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางและบรรยายประกอบ

ขั้นตอนที่ 2 ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อการออกแบบตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนานสีหูหำตาโดยภาพรวม

จากตารางที่ 2 การวิเคราะห์ แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 100 คน พบว่าอายุของผู้ตอบแบบสอบถามมากที่สุด 40 – 49 ปี คิดเป็นร้อยละ 43 รองลงมาอายุ 30 – 39 ปี คิดเป็นร้อยละ 23 รองลงมาอายุ 50 ปี ขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 22 และผู้ตอบแบบสอบถามน้อยที่สุดอายุ 20 – 29 ปี ร้อยละ 12 ตามลำดับ อาชีพของผู้ตอบแบบสอบถามมากที่สุด ธุรกิจส่วนตัว คิดเป็นร้อยละ 36 รองลงมา รับราชการ คิดเป็นร้อยละ 29 รองลงมา พนักงานรัฐวิสาหกิจคิดเป็นร้อยละ 29 และน้อยที่สุดอาชีพ รับจ้างทั่วไป คิดเป็นร้อยละ 8 ตามลำดับ ระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถามมากที่สุด ปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 71 รองลงมา ระดับต่ำกว่าปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 14 รองลงมา ปริญญาโท คิดเป็นร้อยละ 13 และน้อยที่สุด ระดับสูงกว่าปริญญาโท คิดเป็นร้อยละ 2 ตามลำดับ รายได้ของผู้ตอบแบบสอบถามมากที่สุด รายได้ 10,001 – 20,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 61 รองลงมา รายได้ 20,001 – 30,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 19 รองลงมา รายได้สูงกว่า 30,001 บาท คิดเป็นร้อยละ 12 และน้อยที่สุดรายได้ ต่ำกว่า 10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 8 ตามลำดับ

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อการออกแบบตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนานสีหูหำตาโดยภาพรวม พบว่า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.59 เมื่อพิจารณาแต่ละข้อ พบว่า ความละเอียดและประณีตของผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์มีความสวยงามตามแบบร่าง ผลิตภัณฑ์มีความคุ้มค่าในการลงทุนและต่อยอดเชิงพาณิชย์ ผลิตภัณฑ์สามารถดูแลรักษาได้ง่าย รูปแบบผลิตภัณฑ์มีความร่วมสมัย ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยในการใช้งาน รูปแบบและขนาดมีความเหมาะสม วัสดุประกอบมีความเหมาะสม ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงทนทาน และผลิตภัณฑ์ใช้งานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ ค่าเฉลี่ย 4.76 4.73 4.69 4.67 4.52 4.51 4.48 4.44 และ 4.42 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องพินิจ ไกรแก้ว และคณะ [8] ที่ได้กล่าวไว้ว่า การออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างสรรค์เอกลักษณ์ให้กับชุมชน โดยนำเอกลักษณ์และวัฒนธรรมการดำเนินชีวิต มาสร้างสรรค์ผลงานให้เกิดผลิตภัณฑ์เพื่อประโยชน์แก่ชุมชนและสังคม จากผลงานการสร้างสรรค์ออกแบบผลิตภัณฑ์เอกลักษณ์ชุมชน สร้างองค์ความรู้และสร้างรายได้ให้กับชุมชน

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

รายการประเมิน	จำนวน (n=100)	ร้อยละ
1. อายุ		
20 – 29 ปี	12	12.0
30 – 39 ปี	23	23.0
40 – 49 ปี	43	43.0
50 ปี ขึ้นไป	22	22.0
รวม	100	100.0
2. อาชีพ		
รับราชการ	29	29.0
พนักงานรัฐวิสาหกิจ	27	27.0
ธุรกิจส่วนตัว	36	36.0
รับจ้างทั่วไป	8	8.0
อื่นๆ	0	0.0
รวม	100	100.0
3. ระดับการศึกษา		
ต่ำกว่าปริญญาตรี	14	14.0
ปริญญาตรี	71	71.0
ปริญญาโท	13	13.0
สูงกว่าปริญญาโท	2	2.0
รวม	100	100.0
4. รายได้		
ต่ำกว่า 10,000 บาท	8	8.0
10,001 – 20,000 บาท	61	61.0
20,001 – 30,000 บาท	19	19.0
สูงกว่า 30,001 บาท	12	12.0
รวม	100	100.0

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อการออกแบบตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนานสีหูห้าตาโดยภาพรวม

รายการ	ระดับความคิดเห็น		
	ค่าเฉลี่ย	S.D	แปลผล
1. รูปแบบและขนาดมีความเหมาะสม	4.51	0.65	มากที่สุด
2. วัสดุประกอบมีความเหมาะสม	4.48	0.42	มาก
3. ความละเอียดและประณีตของผลิตภัณฑ์	4.76	0.54	มากที่สุด
4. ผลิตภัณฑ์มีความสวยงามตามแบบร่าง	4.73	0.84	มากที่สุด
5. รูปแบบผลิตภัณฑ์มีความร่วมสมัย	4.67	0.56	มากที่สุด
6. ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงทนทาน	4.44	0.64	มาก
7. ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.52	0.34	มากที่สุด
8. ผลิตภัณฑ์สามารถดูแลรักษาได้ง่าย	4.69	0.55	มากที่สุด
9. ผลิตภัณฑ์ใช้งานได้ตรงตามวัตถุประสงค์	4.42	0.57	มาก
10. ผลิตภัณฑ์มีความคุ้มค่าในการลงทุนและต่อยอดเชิงพาณิชย์	4.73	0.62	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.59	0.57	มากที่สุด

4. สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยเรื่อง การออกแบบตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนานสีหูห้าตา พบว่า กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์จำนวน 10 แบบได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ 7 ท่าน ซึ่งคัดเลือกต้นแบบที่มีความเหมาะสมสำหรับการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์จำนวน 5 แบบ ได้แก่ แบบร่างที่ 1, 4, 5, 7 และ 10 โดยแบบร่างที่ 4 ได้รับคะแนนสูงสุด ขณะเดียวกันการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคจำนวน 100 คนในจังหวัดเชียงรายต่อผลิตภัณฑ์ต้นแบบ พบว่ามีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.59) โดยมีค่าเฉลี่ยรายด้านตั้งแต่ 4.42–4.76 ซึ่งด้านที่ได้รับคะแนนสูงสุดคือความละเอียดและความประณีตของผลิตภัณฑ์ (ค่าเฉลี่ย 4.76) รองลงมาคือความสวยงามตามแบบร่าง การดูแลรักษาง่าย ความเป็นผลิตภัณฑ์ร่วมสมัย ความปลอดภัย และความคุ้มค่าตามลำดับ ส่วนด้านที่ได้อันดับต่ำที่สุดคือความสามารถในการใช้งานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ (ค่าเฉลี่ย 4.42) โดยผลการศึกษาสะท้อนว่าตุ๊กตาผ้าฝ้ายทอมือรูปแบบสัตว์ในตำนานสีหูห้าตามีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เชิงสร้างสรรค์ที่สามารถเพิ่มมูลค่าผ้าฝ้ายทอมือท้องถิ่นและส่งเสริมเศรษฐกิจชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งยังมีเอกลักษณ์ทางวัฒนธรรมที่สามารถต่อยอดเป็นของที่ระลึกและผลิตภัณฑ์เชิงวัฒนธรรมได้อย่างเหมาะสม

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยได้รับการสนับสนุนงบประมาณจาก โครงการยกระดับ Soft Power อาชีวศึกษา เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของประเทศ ด้วยการวิจัย นวัตกรรม และทักษะสร้างสรรค์ (Creative Skillup by OVEC x CEA) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568 สำหรับสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนตุ๊กตาทำมือบ้านเจริญเมือง ตำบลเจริญเมือง อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย ที่ได้ร่วมศึกษารูปแบบการผลิต การออกแบบ และส่งเสริมตลาดผลิตภัณฑ์เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ในการผลิตตุ๊กตาทำมืออย่างยั่งยืนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] วินิต์ สุนทรวุฒิกุล. (2554). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ตุ๊กตาไทยเซรามิก. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ. 59 (187), 48-52.
- [2] วราพร อางนันทน์ (2552). รูปแบบและกลยุทธ์การประกอบการตุ๊กตาผ้า ตำบลบ้านสิงห์ อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). เพชรบุรี: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [3] มานิตย์ กันทะสัก และอมลณัฐ กันทะสัก. (2563). The Power of Art: กระบวนการสร้างสรรค์สุขภาวะทางสังคม กรณีศึกษา แมงสั้หู้ห้าตาของเมืองเชียงราย. วารสารพุทธศาสตร์ศึกษา. 11 (1), 252-267.
- [4] ยศ สันตสมบัติ. (2560). มนุษย์กับวัฒนธรรม. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- [5] ภฤดา กาญจนพ่ายพ. (2564). ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีต่อพฤติกรรมการซื้อผลิตภัณฑ์จากผ้าฝ้ายทอมือ ของผู้บริโภคในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย. วารสารปรัชญาปริทรรศน์. 26 (1), 192-201.
- [6] กมลรัตน์ วันไช, กัญญาลักษณ์ คำเงิน, ชลลดา พรสุขสมสกุล และกัสม่า กาซ็อน. (2564). แนวทางพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าทอไทลื้อศรีดอนชัย อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย. วารสารบริหารธุรกิจอุตสาหกรรม. 3 (2), 46-54.
- [7] ณัฐวิทย์ คงศรีชาย และอมรรัตน์ อนันต์วรพงษ์. (2562). การพัฒนาผลิตภัณฑ์งานปั้นตุ๊กตาจิ๋วชาววังด้วยเทคนิคการเคลือบผิว. วารสารราชพฤกษ์. 17 (3), 101-111
- [8] พิณท์ ไกรแก้ว, ธนา น้ำค้าง, ปาริชาติ แซ่เบ๊ และพิมพ์ชนก ชิมกลาง. (2562). การออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างสรรค์เอกลักษณ์ให้กับชุมชนไทยทรงดำ. (รายงานการวิจัย). สุพรรณบุรี: วิทยาลัยช่างศิลป์สุพรรณบุรี สถาบันศิลปวัฒนธรรม.

การจัดลำดับความสำคัญของอุปสรรคที่มีผลต่อการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลในอุตสาหกรรมสิ่งทอ: วิธีการวิเคราะห์ลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP)

Prioritization of Barriers Affecting Digital Transformation in the Textile Industry: An Analytic Hierarchy Process (AHP) Approach

อำนาจ โรจน์ชนา

สาขาวิชาผู้ประกอบการธุรกิจแฟชั่น คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน: อำนาจ โรจน์ชนา e-mail: amnard.r@mail.rmuth.ac.th

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลเป็นยุทธศาสตร์สำคัญที่ช่วยยกระดับความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมสิ่งทอ อย่างไรก็ตาม กระบวนการดำเนินงานดังกล่าวมักเผชิญกับอุปสรรคหลายประการซึ่งทำให้ความก้าวหน้าเป็นไปได้อย่างจำกัด งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อระบุและจัดลำดับความสำคัญของอุปสรรคที่มีผลต่อการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลในภาคอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยสังเคราะห์อุปสรรคจำนวน 9 ประการจากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง และประเมินความสำคัญผ่านผู้เชี่ยวชาญสามท่าน ด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) ผลการวิจัยพบว่า ข้อจำกัดด้านโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยีเป็นอุปสรรคที่มีความสำคัญสูงสุด รองลงมาคือข้อจำกัดด้านงบประมาณและเงินทุน และการขาดการพัฒนาทักษะด้านดิจิทัลของบุคลากร ส่วนอุปสรรคอื่น เช่น การเกิดไซเบอร์ข้อมูล ข้อจำกัดด้านเทคโนโลยี การรับรู้ความเสี่ยง การขาดความร่วมมือระหว่างหน่วยงาน และข้อจำกัดเชิงนโยบาย อยู่ในระดับความสำคัญรองลงมา ผลลัพธ์ดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมสิ่งทอควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน วางแผนงบประมาณ และพัฒนาทักษะบุคลากร เพื่อเพิ่มความพร้อมด้านดิจิทัล และสนับสนุนการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลอย่างยั่งยืนในระยะยาว

คำสำคัญ: กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ อุปสรรค การเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัล อุตสาหกรรมสิ่งทอ

Abstract

Digital transformation (DT) is a key strategy that can enhance the competitive advantage of the textile industry. However, the implementation of the digital transformation often faces barriers that slow its progress. This study aims to identify and prioritize the importance of barriers that affect the success of digital transformation in the textile industry. By synthesizing barriers from the literature review, three experts in this study evaluate their importance using the Analytical Hierarchy Process (AHP). Results of this study indicate that technological infrastructure constraints are the most important, followed by financial constraints and a lack of digital literacy. Other barriers are considered less significant, such as information silos, technology constraints, risk perception, lack of collaboration, and policy constraints. These findings suggest that players in the textile industry should prioritize infrastructure development, budget planning,

and workforce skills development to enhance digital readiness and support sustainable digital transformation in the long term.

Keywords: Analytical hierarchy process, Barriers, Digital transformation, Textile industry

1. บทนำ

จากสถานการณ์การผลิตยุคปัจจุบัน อุตสาหกรรมทั่วโลกกำลังเผชิญหน้ากับการเปลี่ยนทางเทคโนโลยีที่รวดเร็วมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้บริษัทต่าง ๆ จำเป็นต้องปรับตัวให้เข้ากับเทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อความอยู่รอดของบริษัท เช่น เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง หรือ เทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อให้การปรับตัวเข้ากับเทคโนโลยีใหม่ ๆ เป็นไปได้ด้วยดี [1, 2] การเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลเป็นกลยุทธ์ที่ได้รับองค์กรต่าง ๆ ยอมรับว่าสามารถช่วยให้องค์กรประยุกต์เทคโนโลยีเข้ากับธุรกิจได้อย่างราบรื่น การเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัล (Digital Transformation: DT) หมายถึงกระบวนการที่องค์กรต่าง ๆ บูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ากับรูปแบบธุรกิจ การดำเนินงาน และกลไกการสร้างมูลค่าอย่างมีนัยสำคัญ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความสามารถในการแข่งขันขององค์กรให้สูงขึ้น [3] โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อุตสาหกรรมสิ่งทอจะมีลักษณะเด่นคือกระบวนการที่ใช้แรงงานเป็นหลัก ห่วงโซ่อุปทานที่ซับซ้อน และการแข่งขันระดับโลก ส่งผลให้อุตสาหกรรมสิ่งทอกำลังเผชิญกับแรงกดดันที่เพิ่มขึ้นในการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้เพื่อรักษาความยั่งยืนและความสามารถในการแข่งขันเอาไว้ ส่วนใหญ่ การเปลี่ยนผ่านของอุตสาหกรรมนี้จะเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีขั้นสูงมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ปรับปรุงการตรวจสอบย้อนกลับ และส่งเสริมการสร้างนวัตกรรม เช่น อินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง (IoT) ปัญญาประดิษฐ์ (AI) การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ หุ่นยนต์ และการจัดการห่วงโซ่อุปทานดิจิทัล เป็นต้น [1]

อย่างไรก็ตาม การปรับเปลี่ยนข้อมูลสู่ดิจิทัล (Digitalization) เพื่อใช้ในการปฏิบัติงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอยังคงสร้างความท้าทายและมีความซับซ้อนสำหรับผู้ปฏิบัติงานเป็นอย่างมาก แม้ว่าหลายบริษัทจะตระหนักถึงความจำเป็นของการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลในเชิงกลยุทธ์ก็ตาม แต่ระดับความสำเร็จในการนำไปดำเนินการให้สำเร็จนั้นยังคงอยู่ในระดับต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การผลิตสิ่งทอนั้นจะมีลักษณะเฉพาะตัวที่มักเป็นอุปสรรคต่อความก้าวหน้าทางดิจิทัลไว้ ได้แก่ การใช้เครื่องมือแบบดั้งเดิมในการผลิต เครือข่ายซัพพลายเออร์ที่มีความกระจัดกระจาย (Fragmented supplier networks) และการพึ่งพาแรงงานฝีมือเป็นส่วนใหญ่ [1] ยิ่งไปกว่านั้น กระบวนการเปลี่ยนผ่านไม่ได้อาศัยการยกระดับเทคโนโลยีเพียงอย่างเดียว แต่ยังรวมถึง การเปลี่ยนแปลงองค์กร รูปแบบธุรกิจใหม่ และการพัฒนาทักษะใหม่ให้แก่บุคลากร ซึ่งความท้าทายหลากหลายมิตินี้ได้ดึงดูดให้นักวิชาการ เข้ามารวบรวมเพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการริเริ่มโครงการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลในอุตสาหกรรมแบบดั้งเดิม เช่น อุตสาหกรรมสิ่งทอ เป็นต้น [2]

บทความวิชาการในปัจจุบันได้แบ่งประเภทอุปสรรคที่ส่งผลต่อการดำเนินโครงการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลไว้ เช่น อุปสรรคด้านเทคโนโลยีที่ประกอบด้วยโครงสร้างพื้นฐานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่ไม่เพียงพอ ความยากลำบากในการบูรณาการข้อมูล และปัญหาความเข้ากันได้ระหว่างระบบเดิมกับระบบสมัยใหม่ ในขณะที่

ที่ อุปสรรคด้านองค์กรนั้นจะเกี่ยวข้องกับการขาดวิสัยทัศน์เชิงกลยุทธ์ การสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงที่จำกัด และการประสานงานระหว่างหน่วยงานที่ไม่เพียงพอ ส่วนอุปสรรคด้านทรัพยากรมนุษย์นั้น ส่วนใหญ่เกิดจากการขาดทักษะด้านดิจิทัล การต่อต้านของพนักงานต่อการเปลี่ยนแปลง และการฝึกอบรมที่ไม่เพียงพอ สุดท้าย อุปสรรคด้านการเงินและสิ่งแวดล้อมรวมถึงความไม่แน่นอนของผลตอบแทนจากการลงทุนด้านดิจิทัล ต้นทุนเริ่มต้นที่อยู่ในระดับสูง และข้อจำกัดด้านกฎระเบียบต่าง ๆ [2, 4] แม้งานวิจัยเหล่านี้จะให้ข้อมูลเชิงลึกที่มีประโยชน์เป็นอย่างมาก แต่ข้อมูลส่วนใหญ่ยังคงอยู่ในลักษณะข้อมูลเชิงพรรณนา โดยยังขาดการวิเคราะห์เชิงลำดับความสำคัญของอุปสรรคแต่ละประการตามระดับอิทธิพลที่มีต่อผลลัพธ์ของโครงการ

ในทางปฏิบัติ องค์กรไม่สามารถรับมืออุปสรรคทั้งหมดได้ในเวลาเดียวกัน การดำเนินการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นต้องอาศัยการตัดสินใจจากผู้บริหารเพื่อระบุอุปสรรคที่มีผลกระทบมากที่สุด และควรจัดลำดับความสำคัญของอุปสรรคเหล่านั้นไว้ในแผนการแก้ไขปัญหา เพื่อลดผลกระทบต่าง ๆ ที่จะทำให้โครงการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลล้มเหลว [5] โดยอุปสรรคที่มีผลกระทบต่อการดำเนินโครงการการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลมากที่สุดสมควรได้รับการแก้ไขเป็นลำดับแรก อย่างไรก็ตาม วรรณกรรมทางวิชาการเกี่ยวกับการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลในอุตสาหกรรมสิ่งทอยังขาดการจัดลำดับอุปสรรคเหล่านี้อย่างเป็นระบบ เพื่อเติมเต็มช่องว่างดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic hierarchy process: AHP) [6] ซึ่งเป็นเทคนิคการตัดสินใจเชิงพหุเกณฑ์ (Multi-criteria decision-making: MCDM) ที่ได้รับการพัฒนาโดย Saaty [6] โดยวิธีการวิเคราะห์ด้วย AHP จะช่วยสนับสนุนผู้ตัดสินใจให้สามารถแยกปัญหาที่ซับซ้อนออกเป็นโครงสร้างแบบลำดับชั้นของเกณฑ์และเกณฑ์ย่อย ทำการเปรียบเทียบแบบจับคู่ (Pairwise comparisons) และคำนวณค่าน้ำหนักเชิงตัวเลขที่สะท้อนถึงความสำคัญสัมพัทธ์ของแต่ละปัจจัยได้ [7-9] กระบวนการนี้ทำให้ AHP เป็นเครื่องมือเชิงโครงสร้างและถูกนำมาใช้ในการจัดลำดับอุปสรรคที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลโดยอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญ โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อระบุและจัดหมวดหมู่อุปสรรคหลัก รวมถึงประยุกต์ใช้ AHP เพื่อกำหนดความสำคัญสัมพัทธ์ของแต่ละอุปสรรค โดยมีคำถามหลักว่าอุปสรรคใดมีอิทธิพลมากที่สุดต่อโครงการการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลในบริษัทสิ่งทอ ตามผลการจัดลำดับด้วยวิธี AHP ผลการศึกษาคาดว่าจะช่วยขยายองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลผ่านกรอบการวิเคราะห์เชิงปริมาณ และมอบเครื่องมือเชิงปฏิบัติแก่ผู้บริหารในการจัดสรรทรัพยากรไปยังประเด็นสำคัญ รวมถึงสนับสนุนการกำหนดนโยบายเพื่อเสริมสร้างขีดความสามารถทางดิจิทัลในอุตสาหกรรมสิ่งทออีกด้วย โดยสรุป บทนี้ได้กล่าวถึงปัญหาต่าง ๆ ที่นำมาสู่คำถามการวิจัย วัตถุประสงค์ และความสำคัญของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ส่วนบทถัดไปจะพบทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัล อุปสรรคในอุตสาหกรรมสิ่งทอ และการประยุกต์ใช้ AHP ในการจัดลำดับเชิงระบบ ตามลำดับ

2. วิธีการวิจัย

2.1 การระบุอุปสรรคที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลของอุตสาหกรรมสิ่งทอ

การเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัล (Digital transformation) เป็นวิธีการที่สำคัญสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอในการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และการเสริมสร้างความยั่งยืนให้กับองค์กร อย่างไรก็ตาม การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบแสดงให้เห็นว่าเส้นทางสู่การนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้นั้นถูกขัดขวางด้วยอุปสรรคต่าง ๆ ที่มีความเชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ ซึ่งครอบคลุมทั้งมิติทางเศรษฐกิจ กฎระเบียบ เทคโนโลยี และทุนมนุษย์ หนึ่งในอุปสรรคที่ได้รับการรายงานอย่างสม่ำเสมอคือข้อจำกัดทางการเงินและเศรษฐกิจ การลงทุนด้วยระดับเงินลงทุนไม่เพียงพอและสถานการณ์เศรษฐกิจในปัจจุบันเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการนำเทคโนโลยีดิจิทัลที่ล้ำสมัยมาใช้เป็นอย่างมาก ดังที่เห็นได้อย่างชัดเจนในงานวิจัยหลายชิ้น [1, 4, 10] ความยากลำบากในการจัดหาเงินทุนเพื่อการนำเทคโนโลยีขั้นสูงมาใช้นี้ มักถูกกระทบเพิ่มเติมด้วยปัจจัยด้านนโยบายระดับมหภาค โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การขาดสิ่งจูงใจจากภาครัฐ ที่มุ่งเน้นการส่งเสริมการบูรณาการเทคโนโลยีภายในอุตสาหกรรมนี้ [4] หากปราศจากการสนับสนุนทางการเงินที่เข้มแข็งและโครงสร้างนโยบายที่ส่งเสริมการบูรณาการเทคโนโลยีแล้ว ธุรกิจต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง SMEs อาจจะประสบปัญหาในช่วงเริ่มต้นของการนำเทคโนโลยีมาใช้ ตลอดจนการปรับปรุงและบำรุงรักษาระบบดิจิทัลที่มีค่าใช้จ่ายสูงมาก

นอกจากความกังวลทางการเงินแล้ว ความสำเร็จของการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลยังถูกจำกัดด้วยปัญหาด้านโครงสร้างพื้นฐานและสภาพแวดล้อมด้านกฎระเบียบ นักวิจัยหลายท่านชี้ให้เห็นว่า ความท้าทายด้านโครงสร้างพื้นฐานเป็นอุปสรรคสำคัญอีกอย่างหนึ่ง เนื่องจากพื้นฐานทางเทคโนโลยีที่จำเป็นต่อการประยุกต์ใช้แนวคิดอุตสาหกรรม 4.0 ยังไม่เพียงพอต่อการรองรับการเปลี่ยนแปลงในระดับอุตสาหกรรมได้ [1, 10] นอกจากนี้ยังพบว่า ข้อจำกัดทางกฎหมายและนโยบายของรัฐบาลเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ขัดขวางการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยกฎระเบียบที่เข้มงวดและขาดความยืดหยุ่นมักทำให้การนำนวัตกรรมไปใช้จริงเป็นไปอย่างล่าช้า [1, 10] ความไม่แน่นอนและความไม่พร้อมของปัจจัยเหล่านี้จึงส่งผลให้สภาพแวดล้อมทางธุรกิจมีความเสี่ยงสูงต่อการลงทุนเชิงกลยุทธ์ด้านเทคโนโลยี

ในด้านทุนมนุษย์และความร่วมมือ ความสำเร็จของโครงการการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัล (DT) ขึ้นอยู่กับความสามารถในการเอาชนะข้อจำกัดด้านทักษะและความร่วมมือของบุคลากร ปัญหาหลักที่พบในงานวิจัยคือการขาดการลงทุนอย่างต่อเนื่องในด้านทักษะและการพัฒนาทรัพยากรบุคคล ซึ่งส่งผลให้บริษัทมีขีดความสามารถจำกัดในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ [1] ความท้าทายนี้ยังขยายไปสู่มิติภายนอกขององค์กร โดยเฉพาะ การขาดความร่วมมือระหว่างภาคส่วนและระบบนิเวศทางอุตสาหกรรม ที่จำเป็นต่อการพัฒนาและนำนวัตกรรมดิจิทัลที่ซับซ้อนมาใช้ [1] นอกจากนี้ ความไม่เต็มใจของพนักงานในองค์กรต่อการเปลี่ยนแปลงยังสัมพันธ์กับอุปสรรคทางจิตวิทยา ซึ่งสะท้อนให้เห็นในรูปของความเสี่ยงที่รับรู้ได้จากการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลของผู้บริหารระดับสูงและผู้มีอำนาจตัดสินใจ [3] ปัจจัยดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าการยอมรับเทคโนโลยีไม่ได้ถูกจำกัดเพียงจากปัจจัยภายนอกเท่านั้น แต่ยังรวมถึงวัฒนธรรมองค์กรที่มีแนวโน้มต่อต้านความไม่แน่นอนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีอย่างรวดเร็วอีกด้วย

นอกจากนี้ การบูรณาการเทคโนโลยีในองค์กรยังเผชิญกับข้อจำกัดด้านเทคโนโลยีและการจัดการข้อมูล ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญต่อความสำเร็จของโครงการการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัล โดยอุปสรรคทางเทคโนโลยี (Technological barriers) มักเกี่ยวข้องกับความซับซ้อนในการคัดเลือก จัดหา และใช้งานระบบเทคโนโลยีใหม่ให้เหมาะสมกับกระบวนการทางธุรกิจ [10] ขณะเดียวกันองค์กรจำนวนมากยังต้องเผชิญกับปัญหาข้อมูลแยกส่วนหรือข้อมูลแบบไซโล (Information silos) ซึ่งเกิดจากระบบข้อมูลที่ไม่เชื่อมโยงกันระหว่างหน่วยงาน [11] ปัญหานี้ได้จำกัดประสิทธิภาพของการสื่อสารและการแลกเปลี่ยนข้อมูลภายใน ส่งผลให้การดำเนินงานและการตัดสินใจที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลไม่สามารถดำเนินไปได้อย่างเต็มศักยภาพ ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการบรรลุผลลัพธ์ของการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลอย่างแท้จริง โดยอุปสรรคต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลของอุตสาหกรรมสิ่งทอถูกรวบรวมไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อุปสรรคที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลของอุตสาหกรรมสิ่งทอ

อุปสรรค (Barrier)	รายนามักวิจัย
1. เงินทุนไม่เพียงพอ/ความท้าทายทางเศรษฐกิจ	[1], [4], [10]
2. การขาดสิ่งจูงใจจากภาครัฐ	[4]
3. ความท้าทายด้านโครงสร้างพื้นฐาน	[1], [10]
4. อุปสรรคด้านกฎระเบียบ/กรอบนโยบาย	[1], [10]
5. การขาดการลงทุนในทักษะ/ทรัพยากรบุคคล	[1]
6. การขาดความร่วมมือระหว่างภาคส่วน/ระบบนิเวศ	[1]
7. ข้อมูลแยกส่วน/ข้อมูลแบบไซโล	[11]
8. อุปสรรคทางเทคโนโลยี	[10]
9. ความเสี่ยงที่รับรู้จากการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัล	[3]

2.2 การตัดสินใจเชิงพหุเกณฑ์ (Multiple criteria decisions making)

ด้วยความซับซ้อนของการตัดสินใจในอุตสาหกรรมสิ่งทอ เช่น การเลือกซัพพลายเออร์ การคัดเลือกเทคโนโลยีการผลิต และการประเมินมิติของความยั่งยืน ทฤษฎีการตัดสินใจเชิงพหุเกณฑ์ (Multiple-criteria decision making: MCDM) จึงถูกนำมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ของผู้บริหาร [12-13] งานวิจัยหลายชิ้นได้นำวิธีการเช่น AHP TOPSIS VIKOR และเทคนิคไฮบริดอื่น ๆ มาใช้กับปัญหาในงานวิจัยอุตสาหกรรมสิ่งทออื่น ๆ ได้แก่ การเลือกซัพพลายเออร์ในอุตสาหกรรมเสื้อผ้าและการย้อมผ้า [14] การประยุกต์ใช้วิธีการ AHP ในบริบทของการผลิตอัจฉริยะและการย้อมผ้า [11] รวมถึงการประยุกต์ FAHP/Fuzzy-MCDM เพื่อจัดการความไม่แน่นอนในการตัดสินใจจัดซื้อเส้นใยและการประเมินความยั่งยืนของธุรกิจ [15-16] การใช้ MCDM ในบริบทเหล่านี้ช่วยให้สามารถรวมเกณฑ์เชิงเศรษฐกิจ เชิงเทคนิค และเชิง

สิ่งแวดล้อมเข้าด้วยกันได้ ทำให้ผู้ตัดสินใจสามารถจัดลำดับทางเลือกได้อย่างมีเหตุผล ลดอคติจากดุลยพินิจเดียว และให้คำแนะนำเชิงปฏิบัติที่สอดคล้องกับเป้าหมายเชิงกลยุทธ์ของบริษัทสิ่งทอได้ [14] ในเชิงคณิตศาสตร์ ปัญหา MCDM มักถูกแทนด้วยเมทริกซ์ตัวเลขที่แสดงผลการประเมินทางเลือกต่อเกณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นรากฐานสำหรับวิธีการเปรียบเทียบแบบจับคู่ การถ่วงน้ำหนัก และการเรียงอันดับตามค่าคะแนนสุดท้าย [12] วัตถุประสงค์หลักของ MCDM คือการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากทางเลือกทั้งหมด [12] ในทางคณิตศาสตร์ MCDM สามารถแสดงในรูปแบบเมทริกซ์ตามที่แสดงใน (1)

$$\begin{matrix} & C_1 & \cdots & C_n \\ A_1 & [x_{11} & \cdots & x_{1n}] \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_m & [x_{m1} & \cdots & x_{mn}] \end{matrix} \quad (1)$$

2.3 กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic hierarchy process: AHP)

งานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ เพื่อจัดลำดับความสำคัญของอุปสรรคที่มีผลต่อการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ผู้บริหารระดับสูงสามารถวางแผนและดำเนินการแก้ไขอุปสรรคที่มีความสำคัญสูง พร้อมทั้งเตรียมความพร้อมขององค์กรเพื่อรับมือกับอุปสรรคในอนาคตอย่างเหมาะสม กระบวนการวิจัยครั้งนี้จะใช้ผู้เชี่ยวชาญจำนวนสามท่าน [17] ซึ่งมีประสบการณ์เกี่ยวข้องกับการจัดการโครงการการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลในหลากหลายด้าน เช่น การบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นต้น โดยผู้เชี่ยวชาญจะทำการให้คะแนน (Rating) ความสำคัญของอุปสรรคทั้ง 9 ข้อที่ส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลในอุตสาหกรรมสิ่งทอ คะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญเหล่านี้ถูกนำมาใช้ในการคำนวณเพื่อจัดลำดับความสำคัญของอุปสรรค 9 ข้อดังกล่าว การคำนวณทำโดยใช้เทคนิคการเปรียบเทียบแบบจับคู่ (Pairwise comparison) ซึ่งอิงตามทฤษฎีของการวิเคราะห์ลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic hierarchy process: AHP) ของ Saaty โดยอุปสรรคแต่ละข้อจะถูกเปรียบเทียบกับอุปสรรคอื่น ๆ ทีละคู่ สำหรับการเปรียบเทียบอุปสรรคที่มีความสำคัญมากที่สุดจะได้รับคะแนนตามความเข้มของความสัมพันธ์ที่ระบุไว้ในตาราง 2 เพื่อแสดงถึงระดับความสำคัญของอุปสรรคนั้น ๆ [13, 18]

ภายหลังจากการกำหนดค่าความสำคัญเชิงเปรียบเทียบของอุปสรรคแต่ละคู่แล้วจึงทำการสร้างเมทริกซ์การเปรียบเทียบ (Comparative matrix) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณและตรวจสอบความสอดคล้องของการตัดสินใจ โดยเมทริกซ์นี้แทนด้วยสัญลักษณ์ A และใช้สำหรับคำนวณค่าเฉลี่ยของความสอดคล้องแบบสุ่ม (Average random consistency) ดังแสดงในสมการ (2)

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & a_{23} & \cdots & a_{2n} \\ 1/a_{13} & 1/a_{23} & 1 & \cdots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & 1 & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & 1/a_{3n} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

ตัวอย่างเช่น จำนวนครั้งของการเปรียบเทียบระหว่างอุปสรรคสามารถคำนวณได้จากสูตร $N = n(n-1)/2$ โดยที่ n คือจำนวนของอุปสรรคที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ หลังจากการสร้างเมทริกซ์การเปรียบเทียบเสร็จสิ้นแล้ว จะทำการคำนวณค่าน้ำหนักลำดับความสำคัญของอุปสรรคผ่านการหาค่าลักษณะเฉพาะ (Eigenvalues) และค่าเวกเตอร์เฉพาะ (Eigenvectors) ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญในการหาค่าความสำคัญเชิงสัมพัทธ์ของอุปสรรคแต่ละตัวในวิธีการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic hierarchy process: AHP)

$$\lambda_{max} = \sum_{j=1}^n a_{ij} \frac{w_j}{w_i} \quad (3)$$

ตารางที่ 2 มาตรฐานการเปรียบเทียบแบบจับคู่ 1-9 ของ Saaty

ระดับความเข้มของ ความสำคัญ	คำจำกัดความ (Definition)
1	มีความสำคัญเท่ากัน (Equally preferred)
2	มีความสำคัญเท่ากันถึงปานกลาง (Equally to moderately)
3	มีความสำคัญระดับปานกลาง (Moderately preferred)
4	มีความสำคัญปานกลางถึงมาก (Moderately to strongly)
5	มีความสำคัญมาก (Strongly preferred)
6	มีความสำคัญมากถึงมากกว่า (Strongly to very strongly)
7	มีความสำคัญมากกว่า (Very strongly preferred)
8	มีความสำคัญมากกว่าถึงมากที่สุด (Very strongly to extremely)
9	มีความสำคัญมากที่สุด (Extremely preferred)

ค่าเวกเตอร์เฉพาะสามารถคำนวณได้ตามสมการที่ (4)

$$A \times W = \lambda_{max} \times W \quad (4)$$

โดยที่ W คือค่าของเวกเตอร์เฉพาะ (Eigenvector value) ซึ่งแสดงถึงค่าน้ำหนักสัมพัทธ์ (Relative Importance weight) ขององค์ประกอบภายในลำดับชั้นเดียวกัน ส่วน λ_{max} คือค่าลักษณะเฉพาะสูงสุด (Maximum eigenvalue) ของเมทริกซ์การเปรียบเทียบคู่ เมื่อได้ค่าลักษณะเฉพาะสูงสุดแล้ว จำเป็นต้องทำการตรวจสอบความสอดคล้อง (Consistency check) เพื่อประเมินว่าการเปรียบเทียบคู่ใดอาจมีความไม่

สอดคล้องกันจนส่งผลให้ผลลัพธ์คลาดเคลื่อน ในวิธีการเปรียบเทียบแบบคู่ (Pairwise comparison method) จะใช้ ดัชนีความสอดคล้อง (Consistency index: CI) เพื่อวัดระดับความไม่สอดคล้อง และใช้ อัตราความสอดคล้อง (Consistency ratio: CR) เพื่อประเมินระดับความถูกต้องของโครงสร้างเมทริกซ์ ดังนั้น ค่า CI และ CR สามารถคำนวณได้จากสมการ (5)

$$CI = \frac{\lambda_{max} - 1}{n - 1}, CR = \frac{CI}{RI} \quad (5)$$

เมื่อ RI คือดัชนีความสอดคล้องแบบสุ่ม (Random consistency index) ซึ่งดัชนี RI ได้มาจากการตรวจสอบขนาดของเมทริกซ์ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ดัชนีความสอดคล้องแบบสุ่ม

ขนาดของเมทริกซ์	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

อัตราความสอดคล้อง (Consistency ratio: CR) ใช้สำหรับตรวจสอบข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการเปรียบเทียบแบบคู่ (Pairwise comparison) ว่าอยู่ในระดับที่ยอมรับได้หรือไม่ สำหรับเมทริกซ์ที่มีขนาด $n \geq 5$ [17] หากค่า CR มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.1 ถือว่าระดับความสอดคล้องของเมทริกซ์อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่หากค่า CR มีค่ามากกว่า 0.1 จำเป็นต้องทบทวนและปรับค่าน้ำหนักของเกณฑ์การตัดสินใจใหม่ จนกว่าค่า CR จะอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ในกรณีที่มีผู้ตัดสินใจหลายท่าน (Multiple decision makers) การรวมผลของเมทริกซ์จากผู้ตัดสินใจแต่ละท่านจะใช้ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric mean) เพื่อให้ได้เมทริกซ์รวม (Aggregate matrix) โดยสมมติให้เมทริกซ์ A^d แทนเมทริกซ์ A ของผู้ตัดสินใจท่านที่ d [17]

$$A^d = \begin{bmatrix} 1 & a_{12}^d & \cdots & a_{1n}^d \\ a_{21}^d & 1 & \cdots & a_{2n}^d \\ \vdots & \vdots & 1 & \vdots \\ a_{n1}^d & a_{n2}^d & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

ลำดับต่อมาหาเมทริกซ์ค่าเฉลี่ย $\bar{A}$ ของเมทริกซ์ A^d เมื่อ $d = \{1, 2, 3, \dots, K\}$

$$\bar{A} = \begin{bmatrix} 1 & \bar{a}_{12} & \cdots & \bar{a}_{1n} \\ \bar{a}_{21} & 1 & \cdots & \bar{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & 1 & \vdots \\ \bar{a}_{n1} & \bar{a}_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

เมื่อ $\bar{a}_{ij}$ = ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของเซต $\{a_{ij}^1, a_{ij}^2, \dots, a_{ij}^K\}$ ตามสมการ (8)

$$\bar{a}_{ij} = \sqrt[K]{a_{ij}^1 \cdot a_{ij}^2 \cdot a_{ij}^3 \cdot \dots \cdot a_{ij}^K} \quad (8)$$

เมื่อ K = จำนวนผู้ตัดสินใจ

ดังนั้นเมทริกซ์ค่าเฉลี่ย $\bar{A}$ ถูกนำมาใช้เพื่อหาเมทริกซ์ถ่วงน้ำหนัก (W) รวมถึงการตรวจสอบค่าความสอดคล้อง โดยการคำนวณอัตราความสอดคล้อง (CR)

3. ผลการศึกษาและการอภิปรายผล

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการจัดลำดับอุปสรรคที่ส่งผลกระทบต่อโครงการการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัล (Digital Transformation) ด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ เพื่อระบุว่าอุปสรรคใดส่งผลกระทบต่อโครงการการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลมากที่สุดในอุตสาหกรรมสิ่งทอ

ผลการให้คะแนนของผู้ตัดสินแต่ละท่านจะถูกนำมาหาอัตราความสอดคล้อง (CR) ตามสมการที่ 5 โดยอัตราความสอดคล้องของกรรมการแต่ละท่านคือ 0.097 0.085 และ 0.075 ตามลำดับ ซึ่งค่า CR ของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมีค่าน้อยกว่า 0.1 อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ หลังจากการทดสอบอัตราความสอดคล้องเสร็จสิ้น ผลคะแนนของผู้ตัดสินทั้ง 3 ท่านจะถูกนำมารวมผลด้วยค่าเฉลี่ยเรขาคณิตเพื่อสร้างเมทริกซ์รวม (Aggregate Matrix) ตามสมการที่ 6 ถึง 8 ซึ่งเมทริกซ์รวมของการศึกษาครั้งนี้แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการคำนวณการเปรียบเทียบแบบคู่

Pairwise	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	Total	Eigen (%)
B1	0.17529	0.15494	0.27803	0.12351	0.17549	0.12041	0.1961	0.09921	0.28027	1.60325	17.8
B2	0.08427	0.07449	0.07367	0.08135	0.09324	0.07304	0.05484	0.08868	0.0383	0.66188	7.4
B3	0.10391	0.16665	0.16482	0.12914	0.20807	0.31989	0.17412	0.21374	0.14514	1.62548	18.1
B4	0.09163	0.05912	0.08241	0.06457	0.06141	0.04539	0.0353	0.07874	0.05591	0.57449	6.4
B5	0.13913	0.11127	0.11034	0.14644	0.13929	0.10763	0.17697	0.15964	0.14651	1.23723	13.7
B6	0.09871	0.06915	0.03494	0.09645	0.08775	0.06781	0.06036	0.0741	0.08351	0.67277	7.5
B7	0.09805	0.14897	0.10383	0.20063	0.08633	0.12321	0.10969	0.13465	0.06628	1.07164	11.9
B8	0.16495	0.07841	0.07199	0.07655	0.08146	0.08543	0.07605	0.09336	0.11364	0.84186	9.4
B9	0.04405	0.137	0.07998	0.08135	0.06696	0.05719	0.11656	0.05786	0.07044	0.7114	7.9

จากการคำนวณการเปรียบเทียบแบบคู่ตามสมการที่ 2 ถึง 4 ทำให้ได้ผลการเปรียบเทียบคู่ดังแสดงในตารางที่ 4 ซึ่งผลลัพธ์ของการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า อุปสรรคที่มีความสำคัญมากที่สุดคือความท้าทายด้านโครงสร้างพื้นฐาน (B3) ที่มีค่าร้อยละ 18.1 ส่วนอุปสรรคด้านเงินทุนไม่เพียงพอ/ความท้าทายทางเศรษฐกิจ (B1) มีความสำคัญเป็นอันดับสองและมีค่าร้อยละ 17.8 ในขณะที่อุปสรรคลำดับที่สามคือการขาดการลงทุนใน

ทักษะ/ทรัพยากรบุคคล (B5) มีค่าร้อยละ 13.7 ลำดับที่ 4 คือข้อมูลแบบแยกส่วนหรือข้อมูลแบบไซโล (B7) มีค่าร้อยละ 11.9 ส่วนอุปสรรคที่มีความสำคัญรองลงมาได้แก่ อุปสรรคทางเทคโนโลยี (B8) ความเสี่ยงที่รับรู้จากการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัล (B9) การขาดความร่วมมือระหว่างภาคส่วน/ระบบนิเวศ (B6) การขาดสิ่งจูงใจจากภาครัฐ (B2) และอุปสรรคด้านกฎระเบียบ/นโยบาย (B4) มีค่าร้อยละ 9.4, 7.9, 7.5, 7.4 และ 6.4 ตามลำดับ

จากผลลัพธ์ที่ได้จากมุมมองของผู้เชี่ยวชาญนั้น องค์กรควรให้ความสำคัญกับการวางแผนแก้ไขอุปสรรคด้านความท้าทายด้านโครงสร้างพื้นฐานเป็นอันดับแรก บางองค์กรยังคงให้ระบบเก่าที่ล้าหลังอยู่ ทำให้การบูรณาการเทคโนโลยีใหม่เข้ากับเทคโนโลยีเก่าเป็นไปได้ยาก และทำให้องค์กรไม่สามารถใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีใหม่ได้อย่างเต็มที่ [1, 10] ต่อมาเป็นอุปสรรคด้านเงินทุนไม่เพียงพอหรือภาวะเศรษฐกิจไม่เอื้ออำนวยขัดขวางการดำเนินโครงการการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลโดยตรง อาจจะส่งผลให้โครงการถูกระงับหรือเลื่อนออกไปได้ [1, 4, 10] ส่วนการขาดการลงทุนในทักษะด้านดิจิทัลและพัฒนาทรัพยากรบุคคลส่งผลให้พนักงานขาดความรู้ความเข้าใจในเทคโนโลยีใหม่ที่องค์กรตัดสินใจนำเข้ามาใช้งาน พนักงานที่ขาดทักษะและความรู้ดังกล่าวจะรู้สึกไม่คุ้นเคยและมีแนวโน้มที่จะต่อต้านการใช้เทคโนโลยีใหม่ได้ [1] ในขณะที่อุปสรรคเกี่ยวกับข้อมูลแบบไซโลจะกระทบต่อการนำข้อมูลขนาดใหญ่มาใช้ประโยชน์ รวมถึงขัดขวางการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้ในการตัดสินใจเชิงธุรกิจ [11] ส่วนอุปสรรคที่มีความสำคัญลำดับรองลงมา ได้แก่ อุปสรรคทางเทคโนโลยี [10] ความเสี่ยงที่รับรู้การเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัล [3] การขาดความร่วมมือระหว่างภาคส่วนต่าง ๆ [1] การขาดสิ่งจูงใจจากภาครัฐ [1] และอุปสรรคด้านกฎระเบียบและนโยบาย [1, 10] อุปสรรคดังกล่าวส่งผลต่อการดำเนินการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลขององค์กรในระดับปานกลางถึงต่ำ องค์กรสามารถวางแผนการแก้ไขหรือเตรียมความพร้อมให้องค์กรในการรับมืออุปสรรคเหล่านี้ในลำดับถัดไปได้ เมื่อองค์กรสามารถจัดหรือแก้ไขอุปสรรคที่มีความสำคัญลำดับต้นๆ แล้ว จะช่วยให้องค์กรลดแรงกดดันในการดำเนินการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลได้อย่างมาก และเพิ่มความสำเร็จในการดำเนินการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลให้สูงขึ้นอีกด้วย [5]

4. สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าอุปสรรคต่อการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลในอุตสาหกรรมสิ่งทอมีความสำคัญแตกต่างกันไป โดยการประเมินด้วยกระบวนการ AHP ทำให้สามารถจัดลำดับความสำคัญของอุปสรรคทั้ง 9 ประการอย่างเป็นระบบ อุปสรรคที่มีน้ำหนักความสำคัญสูงสุด คือ ข้อจำกัดด้านโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยี เนื่องจากระบบที่มีอยู่เดิมจำนวนมากไม่รองรับการบูรณาการเทคโนโลยีใหม่ รองลงมาคือ ข้อจำกัดด้านเงินทุนและงบประมาณ ซึ่งส่งผลต่อความยั่งยืนของการดำเนินโครงการในระยะยาว และ การขาดทักษะและการพัฒนาบุคลากรด้านดิจิทัล ที่ส่งผลโดยตรงต่อการนำเทคโนโลยีไปใช้จริงในองค์กร ขณะเดียวกันอุปสรรคในระดับกระบวนการ เช่น การเกิดไซโลข้อมูลและข้อจำกัดด้านเทคโนโลยี ทำให้การเชื่อมโยงข้อมูลและการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ไม่เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนอุปสรรคอื่น ได้แก่ ความเสี่ยงที่ได้รับการรับรู้ การขาดความร่วมมือระหว่างหน่วยงาน และข้อจำกัดของนโยบายภาครัฐ แม้มีน้ำหนักความสำคัญรองลงมา แต่ยังคงเป็นปัจจัยที่ควรได้รับการจัดการอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น การขับเคลื่อนการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลจำเป็นต้อง

เริ่มจากการวางแผนโครงสร้างพื้นฐาน การจัดสรรงบประมาณอย่างเหมาะสม และการพัฒนาทักษะบุคลากรอย่างต่อเนื่อง เพื่อยกระดับความพร้อมด้านดิจิทัล และเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมสิ่งทอในระยะยาว

เอกสารอ้างอิง

- [1] Glogar, M., Petrak, S., & Naglič, M. M. (2025). Digital technologies in the sustainable design and development of textiles and clothing: A Literature Review. *Sustainability*, 17(4), 1371.
- [2] Majumdar, A., Garg, H., & Jain, R. (2021). Managing the barriers of Industry 4.0 adoption and implementation in textile and clothing industry: Interpretive structural model and triple helix framework. *Computers in Industry*, 125, 103372.
- [3] Tsai, W. Y., & Su, C. J. (2022). Digital transformation of business model innovation. *Frontiers in Psychology*, 13, 1017750.
- [4] Alam, M. F. B., Hosen, M. I., Mridha, J. H., Chowdhury, S. E., & Rahman, M. A. (2023). Assessing the barriers of integrating technological innovations in textiles sector: Implications towards sustainable production. *Green Technologies and Sustainability*, 1(3), 100039.
- [5] Mielli, F., & Bulanda, N. (2019). Digital Transformation: Why Projects Fail, Potential Best Practices and Successful Initiatives. 2019 IEEE-IAS/PCA Cement Industry Technical Conference.
- [6] Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. New York: McGraw-Hill.
- [7] Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83–98.
- [8] Sasi, J. C., & Digalwar, A. K. (2015). Application of AHP and TOPSIS method for supplier selection between India & China in textile industry. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 2(4), 1730–1738.
- [9] Subramanian, N., & Ramanathan, R. (2012). A review of applications of Analytic Hierarchy Process in operations management. *International Journal of Production Economics*, 138(2), 215–241.
- [10] Öz Ceviz, N., & Sarıkaş, A. (2021). Digital transformation in the textile industry. *International Social Mentality and Researcher Thinkers Journal*, 7(54), 3700–3709.

- [11] Ku, C. C., Chien, C. F., & Ma, K. T. (2020). Digital transformation to empower smart production for Industry 3.5 and an empirical study for textile dyeing. *Computers & Industrial Engineering*, 142, 106297.
- [12] Hwang, C. L., & Masud, A. S. M. (2012). Multiple objective decision making—methods and applications: a state-of-the-art survey (Vol. 164). Springer Science & Business Media.
- [13] Velasquez, M., & Hester, P. T. (2013). An analysis of multi-criteria decision making methods. *International Journal of Operations Research*, 10(2), 56–66.
- [14] Rahman, M. M., Bari, A. M., Ali, S. M., & Taghipour, A. (2022). Sustainable supplier selection in the textile dyeing industry: An integrated multi-criteria decision analytics approach. *Resources, Conservation & Recycling Advances*, 15, 200117.
- [15] Amindoust, A., & Saghafinia, S. (2017). Textile supplier selection in sustainable supply chain using modular fuzzy inference system model. *The Journal of the Textile Institute*, 108 (7), 1250–1258.
- [16] Lahdhiri, M., Babay, A., & Jmali, M. (2022). Multi-criteria decision making using hybrid methods for supplier selection in the clothing industry. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 2(151), 23-34.
- [17] Taweasangrunroj, A., Ratanabanchuenb, R., & Sinthupinyoc, S. (2019). Decision-making process of Thai government agent for selection of technological startup companies in pitching of concept ideas. *Asian Journal of Information and Communications*, 11(2), 25-38.
- [18] Vaidya, O. S., & Kumar, S. (2006). Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of Operational Research*, 169(1), 1–29.

การย้อมและสมบัติการต้านแบคทีเรียบนผ้าฝ้ายด้วยสีจากใบสะเดา โดยใช้ไคโตซานเป็นสารช่วยติดสี

Dyeing and Antibacterial Property on Cotton Fabric with Neem Leaf Dyes By Using Chitosan as a Fixing agent

พิชิตพล เจริญทรัพย์นันท์*, เสาวภาคย์ คนน้อย, ศศิกันต์ พรหมวิเชียร

สาขาวิชาเทคโนโลยีเคมีสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน: พิชิตพล เจริญทรัพย์นันท์ Email: Phichitphol.j@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมีการใช้สารธรรมชาติเพื่อผลิตวัสดุสิ่งทอที่มีมูลค่าเพิ่มและยั่งยืน สารสกัดจากพืชบางชนิดสามารถย้อมและให้สมบัติใหม่แก่เส้นใยสิ่งทอได้พร้อมๆ กัน ดังนั้นจึงมีความสนใจศึกษาการย้อมและการต้านแบคทีเรียบนผ้าฝ้ายด้วยสีจากใบสะเดาโดยใช้ไคโตซานเป็นสารช่วยติดสี ศึกษาเวลาในการเก็บรักษาน้ำสี ปริมาณไคโตซาน อุณหภูมิ และเวลาในการย้อม ประเมินผลจากการติดสี (K/S) สมบัติความคงทนของสี ความกระด้างของผ้า และสมบัติการต้านแบคทีเรีย พบว่าภาวะที่เหมาะสมในการย้อมสีจากใบสะเดา คือ ต้มสกัดสีโดยใช้อัตราส่วนใบสะเดาต่อน้ำ 1:2 ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที จากนั้นกรองแยกกากใบสะเดาออก ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เก็บรักษาน้ำสีในตู้เย็นได้เป็นเวลา 3 วัน ตกแต่งผ้าฝ้ายด้วยไคโตซานร้อยละ 0.3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร โดยวิธีจุ่มอัด อบแห้ง และผึ่งนึ่งสาร ใช้อัตราส่วนน้ำหนักผ้าต่อปริมาตรสารละลายไคโตซาน 1:50 จากนั้นทำการย้อมสีจากใบสะเดาบนผ้าฝ้ายทั้งที่ผ่านและไม่ผ่านการตกแต่งด้วยไคโตซาน โดยใช้อัตราส่วนน้ำหนักผ้าต่อปริมาตรน้ำสี 1:50 ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที เมื่อนำมาทดสอบสมบัติความคงทนของสี พบว่าความคงทนของสีต่อการซักอยู่ในระดับดีถึงดีมาก ความคงทนของสีต่อการขัดถูทั้งภาวะแห้งและภาวะเปียกอยู่ในระดับดีถึงดีมาก ไม่มีผลต่อความกระด้างของผ้า และสามารถต้านแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* (Gram positive organism) ได้ร้อยละ 97.8 แต่ไม่สามารถต้านแบคทีเรีย *Klebsiella pneumoniae* (Gram negative organism)

คำสำคัญ: ใบสะเดา สมบัติต้านแบคทีเรีย ไคโตซาน

Abstract

Currently, there is interested in natural substances to produce value-added and sustainable textile materials. Some substance was extracts from plant can simultaneously dye and provide new properties to textile fibers. Therefore, the study of dyeing and antibacterial property on cotton fabrics with neem leaf dyes by using chitosan as a fixing agent. Storage time of dye liquor, chitosan content, temperature and dyeing time were studied. Color value (K/S), color fastness, stiffness and antibacterial properties were evaluated. The result was found that the optimum conditions for dyeing with neem leaf dyes were extracted from neem leaf with a ratio of neem leaf to water 1:2 at 100°C for 60 minutes. Then filter out of neem leaf and cooling at room temperature. The dyes liquor can be stored in refrigerator for 3 days. Cotton fabrics are treated with chitosan 0.3 %W/V by pad- dry-cure process. Ratio of fabric weight to chitosan 1:50. Then, made dyeing on treated and untreated cotton fabric with neem leaf dyes. The ratio of fabric weight to dye

solution 1:50 at 100°C for 90 minutes was used. The result of color fastness testing was found that color fastness to washing was good to very good. Color fastness to rubbing in both dry and wet conditions was good to very good and not effective to stiffness. Antibacterial for *Staphylococcus aureus* bacteria (Gram positive bacteria) was 97.8 % but not effective for *Klebsiella pneumoniae* bacteria (Gram negative bacteria).

Keywords: Neem leaf, Antibacterial property, Chitosan

1. บทนำ

สะเดามีถิ่นกำเนิดในประเทศพม่าและอินเดีย สามารถเจริญงอกงามในท้องถิ่นที่มีอากาศร้อนชื้น ตามป่าเบญจพรรณและป่าแดง สะเดานอกจากนำมาใช้ทำอาหารและสมุนไพรแล้ว ยังเป็นหนึ่งในพืชที่มีความสำคัญและนำมาใช้เป็นสีย้อมธรรมชาติมากที่สุด สารสกัดจากใบสะเดาด้วยเอทานอลมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตและต่อต้านเชื้อแบคทีเรียได้หลายชนิด และยังสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้อีกด้วย[1,2,3]

ไคโตซาน หรือ 2-amino-2 deoxy-(β -D-glucopyranan) เป็นพอลิเมอร์ที่สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ มีความเป็นพิษต่ำ มีความเข้ากันได้ทางชีวภาพ ลักษณะเป็นแผ่นสีขาวหรือสีครีม ไม่มีกลิ่นเตรียมได้จากปฏิกิริยาการขจัดหมู่อะเซทิลออกจากไคตินกินร้อยละ 50 โดยการใช้ด่างเข้มข้นหรือเอนไซม์ เมื่อละลายในสารละลายกรดแล้วหมู่เอมีนได้รับโปรตอนเกิดเป็นประจุบวก ($-NH_3^+$) ทำให้เกิดแรงดึงดูดทางประจุกับส่วนที่เป็นประจุลบของสีย้อมได้[4,5]

การตกแต่งด้านแบคทีเรียเป็นหนึ่งในตกแต่งสิ่งทอที่กำลังได้รับความนิยมมากในขณะนี้ โดยกลุ่มสารประกอบออกไซด์ของโลหะที่มีขนาดอนุภาคระดับนาโน เช่น ไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) ซิลเวอร์ออกไซด์ (AgO) และสังกะสีออกไซด์ (ZnO) ซึ่งสามารถย่อยสลายอนุภาคสารอินทรีย์ที่เกาะติดที่เสื้อผ้าหรือพื้นผิวต่าง ๆ รวมถึงกำจัดกลิ่นไม่พึงประสงค์ (กลิ่นอับ) แบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว พบทั่วไปในธรรมชาติ แบคทีเรียจำแนกออกเป็น แบคทีเรียแกรมบวก (Gram positive bacteria) ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นอับและแบคทีเรียแกรมลบ (Gram negative bacteria) ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคต่าง ๆ แบคทีเรียมีขนาด 0.5-10 ไมครอน และมีรูปร่างต่าง ๆ กัน[6]

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่ผ่านมา พบว่ายังไม่มีการศึกษาการย้อมและตกแต่งด้านแบคทีเรียบนผ้าฝ้ายด้วยสีจากใบสะเดาโดยใช้ไคโตซานเป็นสารช่วยติดสี แต่มีข้อมูลงานวิจัยที่ระบุว่าสะเดาเป็นหนึ่งในไม้ต้นที่มีความสำคัญและนำมาใช้เป็นสีย้อมธรรมชาติมากที่สุด เช่น การศึกษาความหลากหลายชนิดของไม้ต้นและการใช้ประโยชน์ด้านการให้สีย้อมธรรมชาติในป่าชุมชนจังหวัดสุรินทร์[5] และข้อมูลเกี่ยวกับสารสกัดจากใบสะเดาที่มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา เช่น การศึกษาฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคในสัตว์และต้านเชื้อราของสารสกัดจากใบสะเดา[6] เป็นต้น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการย้อมและสมบัติการต้านแบคทีเรียบนผ้าฝ้ายด้วยสีจากใบสะเดาโดยใช้ไคโตซานเป็นสารช่วยติดสี เพื่อช่วยปรับปรุงสมบัติการต้านแบคทีเรียบนผ้าฝ้าย รวมทั้งยังช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมและทำให้เกิดความยั่งยืน

2. วิธีการทดลอง

เตรียมน้ำสีจากใบสะเดาไทยสด โดยเลือกเฉพาะใบแก่และนำมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ดังรูปที่ 1 ต้มสกัดน้ำสีโดยใช้อัตราส่วนใบสะเดาต่อน้ำ 1:2 ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที เมื่อครบเวลาดังตั้งไว้ให้เย็น กรองแยกกากใบด้วยผ้าสกีนเบอร์ 60 ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง นำน้ำสีไปเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 25°C) เป็นเวลา 0, 3, 6 และ 12 วัน นำออกจากตู้เย็นตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที นำน้ำสีด้านบนที่ไม่มีตะกอนมาใช้ในการทดลอง



รูปที่ 1 ใบสะเดาไทยสดหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ

เตรียมสารละลายไคโตซาน(ไคโตซานจากเปลือกกุ้ง, LAB SYSTEM CO.,LTD.)ร้อยละ 0.1, 0.2 และ 0.3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร โดยละลายไคโตซานผงในสารละลายกรดแอสติกร้อยละ 5 โดยปริมาตรต่อปริมาตร ด้วยเครื่องปั่นความเร็วสูงจนละลายเป็นเนื้อเดียวกัน นำสารละลายไคโตซานที่เตรียมได้มาตกแต่งบนผ้าฝ้ายทอลายขัด (ร้าน ช.ยิ่งเจริญ) น้ำหนัก 66 กรัมต่อตารางเมตร โดยใช้อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักผ้าต่อปริมาตรสารละลายไคโตซาน 1:50 นำผ้าจุ่มสารละลายไคโตซานแล้วบีบอัดด้วยเครื่องจุ่มอัดสารเคมี (VPM-1A) ที่ 80 %wpu นำผ้าที่ผ่านการจุ่มอัดไปอบแห้งด้วยเครื่องอบ (LABTEC) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที จากนั้นผึ่งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที ย้อมผ้าฝ้ายทั้งที่ผ่านและไม่ผ่านการตกแต่งด้วยไคโตซานด้วยสีจากใบสะเดาไทยสด อัตราส่วนน้ำหนักผ้าต่อปริมาตรน้ำสี 1:50 ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที จากนั้นนำผ้าที่ย้อมสีล้างด้วยน้ำ แล้วล้างด้วยน้ำสบู่ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ประเมินผลโดยการวัดค่าการติดสี (K/S) ด้วยเครื่องวัดความแตกต่างของสี (Spectraflash SF 600+) จากนั้นศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการย้อมคือ อุณหภูมิ 40 60 80 และ 100 องศาเซลเซียส และเวลา 30 60 และ 90 นาที โดยย้อมทั้งผ้าที่ผ่านและไม่ผ่านการตกแต่งด้วยไคโตซาน สุดท้ายทดสอบความกระด้างของผ้าตามมาตรฐาน ASTM D 1388-6 (reapproved 2022) ด้วยเครื่อง

ทดสอบความกระด้างของผ้า (stiffness Tester) ทดสอบความคงทนของสีต่อการซักตามมาตรฐาน ISO 105-C01:1989 โดยใช้เครื่องทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก (Gyrowash) ทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถูตามมาตรฐาน ISO 105-X12:2016 ด้วยเครื่องทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถู (Crock Meter Tybe Rubbing Tester) และทดสอบการต้านแบคทีเรียตามมาตรฐาน AATCC TM 100-2019

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาการย้อมและและสมบัติการต้านแบคทีเรียบนผ้าฝ้ายโดยใช้ไคโตซานเป็นสารช่วยติดสี พบว่า เมื่อต้มสกัดสีจากใบสะเดาไทยสดโดยใช้อัตราส่วนใบสะเดาต่อน้ำ 1:2 ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ลักษณะของน้ำสีที่สกัดได้จากใบสะเดาไทยสดเป็นสีน้ำตาลแดง ขุ่น มีตะกอน ดังรูปที่ 2 มีกลิ่นใบสะเดารุนแรง มีค่า pH 7.5 (เป็นกลาง) ซึ่งตัวแปรที่ทำการศึกษาประกอบด้วยปริมาณไคโตซาน อุณหภูมิ และเวลา ที่เหมาะสม ผลที่ได้เป็นดังนี้

การวัดค่าการติดสี (K/S)

จากผลการศึกษาการย้อมและสมบัติการต้านแบคทีเรียบนผ้าฝ้ายโดยใช้ไคโตซานเป็นสารช่วยติดสี โดยเก็บรักษาในตู้เย็น พบว่าน้ำสีเปลี่ยนจากสีน้ำตาลแดงเป็นสีน้ำตาลเหลืองดังรูปที่ 3 แต่เมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที น้ำสีเปลี่ยนกลับเป็นสีน้ำตาลแดงเหมือนเดิม กลิ่นใบสะเดาลดลง ค่า pH ไม่เปลี่ยนแปลง และเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็นเป็นเวลา 0-3 วัน ค่าการติดสีเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเพิ่มเวลาในการเก็บรักษา จาก 3-12 วัน ค่าการติดสีลดลงและคงที่ดังรูปที่ 4 และไม่มีผลต่อเฉดสีเนื่องจากค่าสี (CIE L*a*b*) ใกล้เคียงกันดังตารางที่ 1 ดังนั้นเวลาในการเก็บรักษาน้ำสีที่เหมาะสมคือ เก็บรักษาในตู้เย็นเป็นเวลา 3 วัน การใช้ปริมาณไคโตซานที่แตกต่างกันในการตกแต่งผ้าฝ้ายพบว่า ผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยสารละลายไคโตซานให้ค่าการติดสี (K/S) ต่ำกว่าผ้าฝ้ายที่ไม่ได้ผ่านการตกแต่ง และเมื่อเพิ่มปริมาณไคโตซานตั้งแต่ร้อยละ 0.1-0.3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ทำให้ค่าการติดสีเพิ่มขึ้นดังรูปที่ 5 และไม่มีผลต่อเฉดสีเนื่องจากค่าสี (CIE L*a*b*) ใกล้เคียงกันดังตารางที่ 2 ปริมาณไคโตซานที่เหมาะสมที่สุดคือร้อยละ 0.3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

ผลการศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการย้อมและสมบัติการต้านแบคทีเรียบนผ้าฝ้ายด้วยสีจากใบสะเดาโดยใช้ไคโตซานเป็นสารช่วยติดสีพบว่า เมื่อเพิ่มอุณหภูมิการย้อมจาก 40-100 องศาเซลเซียส ทำให้ค่าการติดสี (K/S) เพิ่มขึ้นดังรูปที่ 6 เมื่อเพิ่มเวลาในการย้อมจาก 30-90 นาที ค่าการติดสี (K/S) ก็เพิ่มขึ้นเช่นกันดังรูปที่ 7 ไม่มีผลต่อเฉดสีเนื่องจากค่าสี (CIE L*a*b*) ใกล้เคียงกันดังตารางที่ 3 และ 4



รูปที่ 2 ลักษณะน้ำสีที่สกัดได้จากใบสะเดา

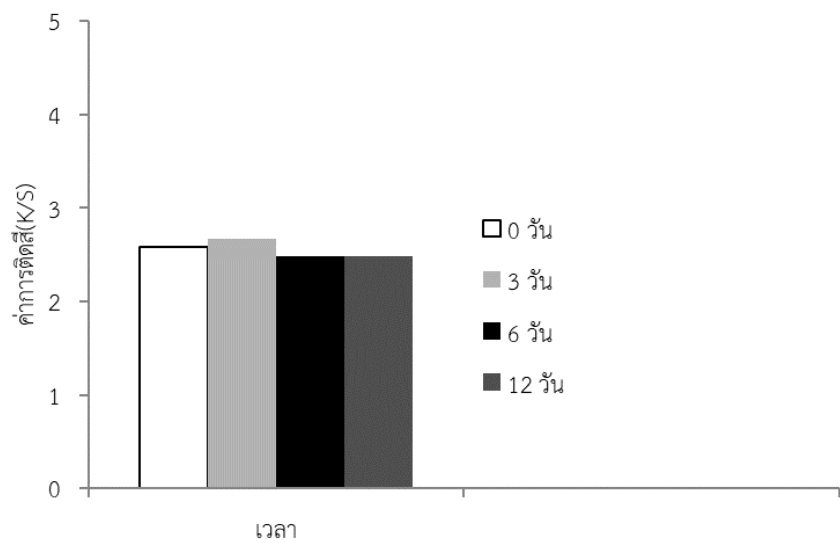


รูปที่ 3 ลักษณะน้ำสีที่สกัดได้จากใบสะเดาเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น

ดังนั้นอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการย้อมและให้สมบัติการต้านแบคทีเรียบนผ้าฝ้ายโดยใช้ไคโตซานเป็นสารช่วยติดสีคือ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที

ความกระด้างของผ้า

จากการทดสอบความกระด้างของผ้าพบว่า ไคโตซานที่ตกแต่งบนผ้าฝ้ายไม่มีผลต่อความกระด้างของผ้า เนื่องจากมีระยะการโค้งงอเท่ากันทั้งผ้าที่ตกแต่งและไม่ได้ตกแต่งด้วยไคโตซาน และเมื่อเพิ่มปริมาณไคโตซานจากร้อยละ 0.1-0.3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร พบว่าไม่มีผลต่อความกระด้างของผ้าเช่นกัน เนื่องจากระยะการโค้งงอของผ้าไม่เปลี่ยนแปลง ดังตารางที่ 5



รูปที่ 4 ค่าการติดสี (K/S) ของการหาเวลาในการเก็บรักษาน้ำสี

ตารางที่ 1 ค่าสี (CIE L*a*b*) ของการหาเวลาในการเก็บรักษาน้ำสี

เวลาในการเก็บรักษาน้ำสี (วัน)	ค่าสี (CIE L*a*b*)		
	L*	a*	b*
0	66.24	8.92	11.59
3	66.49	9.51	12.13
6	66.20	9.68	11.60
12	65.21	9.83	10.34

ตารางที่ 2 ค่าสี (CIE L*a*b*) ของการหาปริมาณโคโตซานที่ใช้ในการตกแต่งผ้าฝ้าย

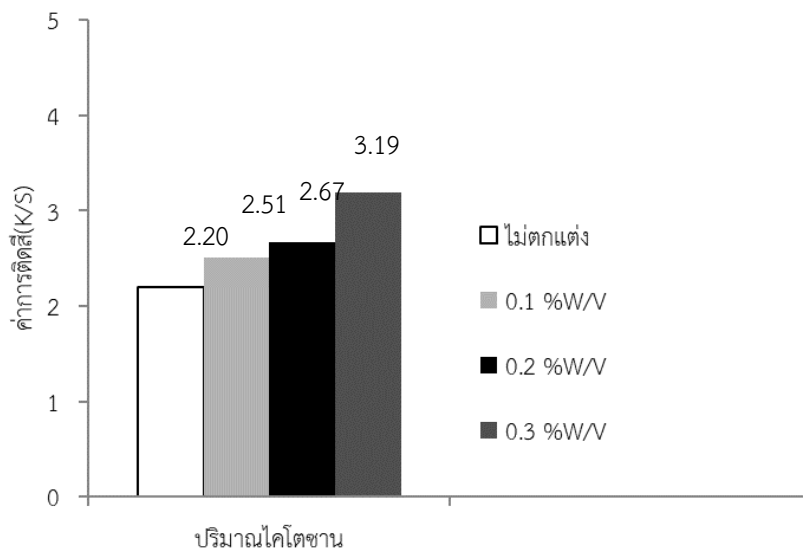
ปริมาณโคโตซาน (%W/V)	ค่าสี (CIE L*a*b*)		
	L*	a*	b*
0.0	69.17	8.86	12.35
0.1	65.49	9.45	11.78
0.2	66.49	9.51	12.13
0.3	63.15	10.17	12.97

ตารางที่ 3 ค่าสี (CIE L*a*b*) ของการหาอุณหภูมิในการย้อมผ้าฝ้ายด้วยสีจากใบสะเดา

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ค่าสี (CIE L*a*b*)		
	L*	a*	b*
40	80.09	4.70	9.28
60	77.36	4.87	10.05
80	70.26	8.50	10.55
100	66.49	9.51	12.13

ตารางที่ 4 ค่าสี (CIE L*a*b*) ของการหาเวลาในการย้อมผ้าฝ้ายด้วยสีจากใบสะเดา

เวลา (นาที)	ค่าสี (CIE L*a*b*)		
	L*	a*	b*
30	66.22	10.05	10.58
60	65.21	9.83	10.34
90	62.92	10.23	11.93



รูปที่ 5 ค่าการติดสี (K/S) ของการหาปริมาณโซดาชานที่ใช้ในการตกแต่งผ้าฝ้าย

ความคงทนของสี

จากการศึกษาการย้อมและสมบัติการต้านแบคทีเรียบนผ้าฝ้าย โดยใช้โซดาชานเป็นสารช่วยติดสีเมื่อนำมาทดสอบความคงทนของสีต่อการซักและความคงทนของสีต่อการขัดถูพบว่า ความคงทนของสีต่อการซักมีการเปลี่ยนสีอยู่ในระดับดี-ดีมาก ค่าการติดเบื่อนสีบนเส้นใยอะซิเตต ฝ้าย ไนลอน พอลิเอสเตอร์ และ

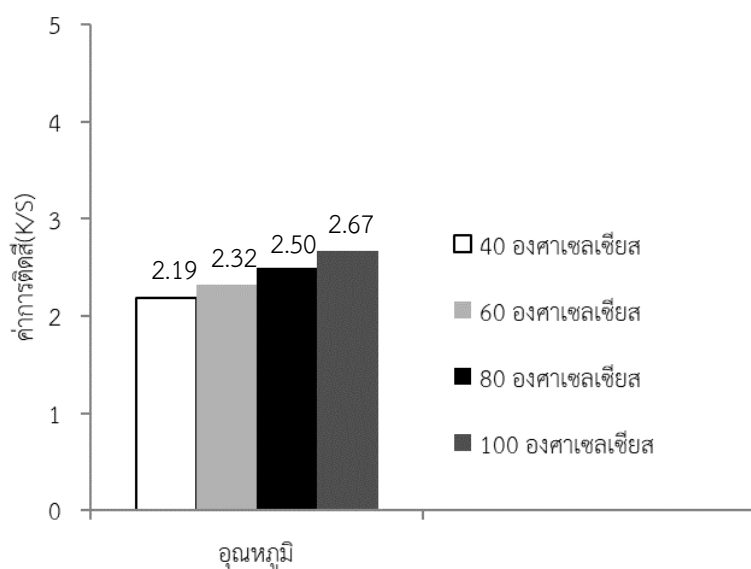
อะคริลิก อยู่ในระดับดีมาก แต่ค่าการติดเปื้อนสีบนเส้นใยขนสัตว์ อยู่ในระดับดี-ดีมาก ดังตารางที่ 6 และความคงทนของสีต่อการซักอยู่ในระดับดี-ดีมากทั้งภาวะแห้งและภาวะเปียก ดังตารางที่ 7

การต้านแบคทีเรีย

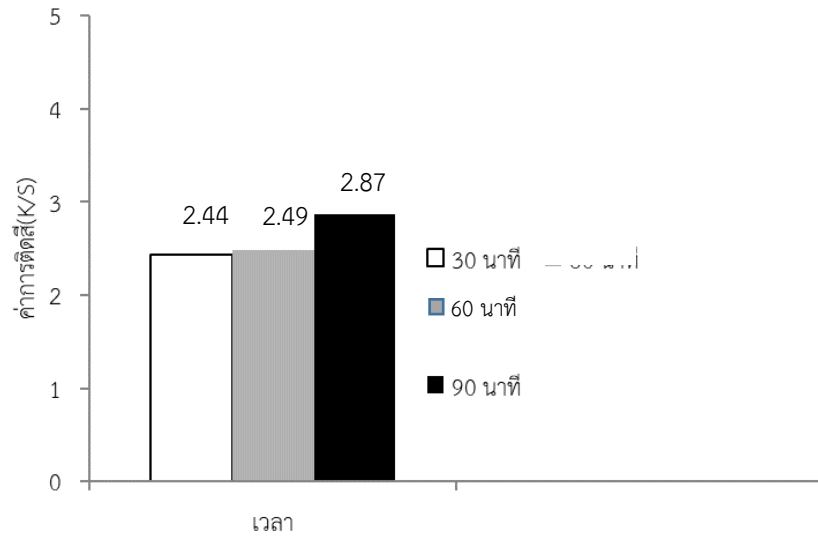
จากผลการทดสอบการต้านแบคทีเรีย พบว่าผ้าฝ้ายที่ผ่านการย้อมสีจากใบสะเดาโดยใช้โคโตซานเป็นสารช่วยติดสี มีการลดลงของแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมบวก (Gram positive bacteria) ร้อยละ 97.8 และแบคทีเรีย *Klebsiella pneumoniae* ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมลบ (Gram negative bacteria) ร้อยละ 0.0 แสดงว่าผ้าฝ้ายย้อมสีใบสะเดา มีสมบัติต้านแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* แต่ไม่มีสมบัติต้านแบคทีเรีย *Klebsiella pneumoniae* ดังตารางที่ 8

4. สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการย้อมและสมบัติการต้านแบคทีเรียบนผ้าฝ้ายด้วยสีจากใบสะเดาโดยใช้โคโตซานเป็นสารช่วยติดสีพบว่า ภาวะที่เหมาะสมในการย้อมสีจากใบสะเดา คือ ต้มสกัดสีจากใบสะเดาโดยใช้อัตราส่วนใบสะเดาต่อน้ำ 1:2 ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที จากนั้นนำมากรองแยกกากใบด้วยผ้าสกกรีนเบอร์ 60 (60 mesh) ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เก็บรักษาในตู้เย็นได้เป็นเวลา 3 วัน แล้วนำออกมาตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที ก่อนนำไปใช้ย้อมผ้าฝ้ายที่ตกแต่งด้วยโคโตซาน ร้อยละ 0.3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร อัตราส่วนน้ำหนักผ้าต่อปริมาตรสารละลายโคโตซาน 1:50 ด้วยวิธีการจุ่มอัดอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที ผึ่งสารที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นนำไปย้อมสีจากใบสะเดา โดยใช้อัตราส่วนน้ำหนักผ้าต่อน้ำสี 1:50 ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที เมื่อทดสอบสมบัติความคงทนของสี พบว่า ความคงทนของสีต่อการซัก มีค่าการเปลี่ยนสีและค่าการติดเปื้อนสี อยู่ในระดับดีถึงดีมาก ความคงทนของสีต่อการขัดถู ทั้งภาวะแห้งและภาวะเปียกอยู่ในระดับดีถึงดีมาก และสามารถต้านแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมบวก (Gram positive bacteria) ได้ถึงร้อยละ 97.8 แต่ไม่สามารถที่จะต้านแบคทีเรีย *Klebsiella pneumoniae* ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมลบ (Gram negative bacteria)



รูปที่ 6 ค่าการติดสี (K/S) ของการหาอุณหภูมิในการย้อมผ้าฝ้ายด้วยสีจากใบสะเดา



รูปที่ 7 ค่าการติดสี (K/S) ของการหาเวลาในการย้อมผ้าฝ้ายด้วยสีจากใบสะเดา

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ โดยได้รับความอนุเคราะห์ให้ใช้เครื่องมือ/อุปกรณ์ รวมทั้งห้องปฏิบัติการย้อมและการทดสอบสิ่งทอ จากสาขาวิชาเทคโนโลยีเคมีสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบความกระด้างของผ้า

ครั้งที่	ระยะการไค้งอของผ้า (เซนติเมตร)							
	ปริมาณไคโตซาน(%W/V)							
	ไม่ตกแต่ง		0.1		0.2		0.3	
	ด้าย ยืน	ด้าย พุ่ง	ด้าย ยืน	ด้าย พุ่ง	ด้าย ยืน	ด้าย พุ่ง	ด้าย ยืน	ด้าย พุ่ง
1	2.7	2.0	2.9	2.0	2.7	2.1	2.9	2.1
2	2.8	2.1	2.7	2.0	2.9	2.0	2.8	2.0
3	2.9	2.0	2.8	2.1	2.7	2.0	2.8	2.0
4	2.7	2.1	2.9	2.0	2.8	2.1	2.7	2.0
5	2.8	2.0	2.6	2.1	2.8	2.0	2.7	2.1
เฉลี่ย	2.78	2.04	2.78	2.04	2.78	2.04	2.78	2.04
ค่าเบี่ยงเบน	0.083	0.054	0.130	0.054	0.083	0.054	0.083	0.054

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก

ผ้าตัวอย่าง	ค่าการเปลี่ยนสี	ค่าการติดเปื้อนสี					
		อะซิเตด	ฝ้าย	ไนลอน	พอลิเอสเตอร์	อะคริลิก	ขนสัตว์
ฝ้ายอมสีใบสะเดาโดยใช้ปริมาณโคโคซาน 0.3 %W/V	4-5	5	5	5	5	5	4-5

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถู

ผ้าตัวอย่าง	ค่าการติดเปื้อนสี	
	ภาวะแห้ง	ภาวะเปียก
ฝ้ายอมสีใบสะเดาโดยใช้ปริมาณโคโคซาน 0.3 %W/V	4-5	4-5

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบการต้านแบคทีเรีย

ผ้าตัวอย่าง	การลดลงของแบคทีเรีย(%)	
	Staphylococcus aureus (Gram positive organism)	Klebsiella pneumoniae (Gram negative organism)
ผ้าฝ้ายฟอกขาว	22.2	0.0
ฝ้ายอมสีใบสะเดาโดยใช้ปริมาณโคโคซาน 0.3 %W/V	97.8	0.0

เอกสารอ้างอิง

- [1] DISTHAI. Neem, benefit and research data. [Internet]. 2017. Available from: <https://www.disthai.com/17056969/สะเดา?fbclid=IwAR2m4sXyc2OOuGRUI2cQArUc-a1XsrlMAue-u6ZO0AZBbSsOpQPPSzUaY> (inThai)
- [2] Sritram S, Wongsuksaweang V, Pansanthia P. Diversity of tree species and utilization of natural dyeing: A case study of community forest in Surin Province. Agriculture and Technology Journal. 2020 Aug 29;1(2):17-32
- [3] Chatchawanchonteera A, Thiratanaboon G, Nasri T, Uopasai S, Direksin K, Bududom Pet al. A study of antimicrobial activity of Azadirachta indica vat siamenris valetton leaf extract against pathogenic bacteria and yeasts. KKU Veterinary Journal. 2020;30(2):55-61

- [4] Apiwatanasewe W. Development of lakes from chitin. Master of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Technology, Faculty of Pharmacy, Chiang Mai University. 2006:3-5
- [5] Boontha S. Chitosan and trimethyl chitosan and their application in pharmaceuticals. Postdoctoral of Pharmacy, Faculty of Pharmacy, University of Phayao. 2017:1-2
- [6] Department of Textile Technology, Thailand Textile Institute. Document of protective textile: antibacterial fabric the most population now. (in Thai)

การย้อมสีผ้าไนลอนด้วยสารให้สีจากกากกาแฟ Nylon fabrics dyeing with colorants from coffee grounds

จิรภัทร จิรคุณานนท์ และ นงนุช ศศิธร*

สาขาวิชาเทคโนโลยีเคมีสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน: นงนุช ศศิธร Email: Nongnut.s@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการนำสารให้สีสกัดจากกากกาแฟมาประยุกต์ใช้ในการย้อมสีเส้นใยไนลอน โดยการสกัดสารให้สีจากกากกาแฟ ใช้อัตราส่วนระหว่างกากกาแฟต่อน้ำที่ 1 กรัม ต่อ 10 มิลลิลิตร ด้วยวิธีการต้มเดือดเป็นเวลา 60 นาที และนำสารละลายสีที่ได้ย้อมบนผ้าไนลอนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ผลการศึกษาพบว่า สารละลายสีที่สกัดได้สามารถย้อมติดสีได้ดีในภาวะการย้อมที่เป็นกรด โดยมีค่าร้อยละของการย้อมติดสีอยู่ที่ร้อยละ 64.86 นอกจากนี้ได้ทำการศึกษาผลของสารมอร์แดนต์ (Mordants) ต่อลักษณะสีและสมบัติความคงทนของสีของผ้าที่ได้ โดยใช้กระบวนการมอร์แดนต์หลังการย้อม (Post-mordanting) ด้วยอะลูมิเนียมโพแทสเซียมซัลเฟตและเฟอร์รัสซัลเฟต และทำการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักล้างและความคงทนของสีต่อการขัดถูตามมาตรฐานการทดสอบ AATCC พบว่า กระบวนการมอร์แดนต์หลังการย้อมมีผลต่อลักษณะสีของผ้า โดยการใช้เฟอร์รัสซัลเฟตมีผลต่อการเปลี่ยนสีของผ้าสูงกว่าการใช้อะลูมิเนียมโพแทสเซียมซัลเฟต สำหรับความคงทนของสีต่อการซักล้างและความคงทนของสีต่อการขัดถู ทั้งที่ไม่ผ่านการทำมอร์แดนต์และหลังทำมอร์แดนต์ค่าความคงทนอยู่ในระดับดี มีค่าอยู่ในระดับดี

คำสำคัญ: กากกาแฟ การย้อมสีสิ่งทอ เส้นใยไนลอน

Abstract

This research investigates the application of natural dye extracted from spent coffee grounds for dyeing nylon fibers. The extraction process utilized a ratio of 1 g of coffee grounds to 10 mL of water (1:10), boiled for 60 minutes. The obtained dye solution was applied to nylon fabric at 100 °C for 60 minutes. The results indicated that the extracted dye exhibited good affinity for nylon under acidic conditions, achieving a dye exhaustion rate of 64.86 %. Additionally, the effects of post-mordanting with aluminum potassium sulfate and ferrous sulfate on color characteristics and colorfastness properties were evaluated. According to AATCC standard testing for colorfastness to washing and crocking, it was found that post-mordanting influenced the final color of the fabric; specifically, ferrous sulfate caused a greater color shift compared to aluminum potassium sulfate. Regarding performance, both non-mordanted and post-mordanted samples demonstrated good colorfastness to washing and crocking.

Keywords: Coffee grounds, Textile dyeing, Nylon fibers

1. บทนำ

ปัจจุบันธุรกิจร้านกาแฟในประเทศไทยยังคงได้รับความสนใจจากผู้ประกอบการและมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง สะท้อนจากรายงานของกรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์ ที่ระบุว่าอัตราการบริโภคกาแฟมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในปี ค.ศ. 2023 ตลาดกาแฟไทยมีมูลค่ารวม 34,470.3 ล้านบาท ขยายตัวร้อยละ 7.34 เมื่อเทียบกับปี ค.ศ. 2022 และคาดการณ์ว่าจะยังเติบโตต่อเนื่องในปี ค.ศ. 2025 เนื่องจากวัฒนธรรมการดื่มกาแฟได้กลายเป็นส่วนหนึ่งในวิถีชีวิตประจำวันของผู้บริโภค [1] ซึ่งผลจากธุรกิจดังกล่าวเป็นปัจจัยหนึ่งที่ก่อให้เกิดขยะจากกากกาแฟที่เหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก จากการศึกษาพบว่า ขยะจากกากกาแฟมีปริมาณขยะฝังกลบมากกว่าหลักล้านตัน ซึ่งถ้ามีการนำมาใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ ได้จะสามารถช่วยลดจำนวนขยะเหล่านี้ [2] โดยในวิธีหนึ่งที่มีการนำกากกาแฟมาใช้ให้เกิดประโยชน์ คือการนำมาใช้ในการย้อมสีสิ่งทอ ซึ่งเป็นการนำสารให้สีที่สามารถสกัดได้จากวัสดุธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ในงานด้านสิ่งทอที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีความต้องการที่จะลดปริมาณการใช้สีสังเคราะห์ที่ได้จากกระบวนการทางเคมี ซึ่งสีสังเคราะห์หลายชนิดส่งผลต่อลักษณะของน้ำทิ้งจากกระบวนการย้อม และอาจมีสารเคมีปนเปื้อนตกค้างในน้ำทิ้ง ถึงแม้จะมีการบำบัดแล้วก็ตาม ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดมลภาวะทางน้ำที่มีผลต่อผู้ปฏิบัติงานและชุมชน

การย้อมสีจากธรรมชาติมีความนิยมย้อมบนเส้นใยธรรมชาติเป็นหลักเนื่องจากใช้กระบวนการที่ไม่ซับซ้อน การใช้สีธรรมชาติย้อมบนเส้นใยสังเคราะห์มีทำบ้างเล็กน้อย แต่ไม่เป็นที่นิยมเช่น การย้อมสีธรรมชาติบนเส้นใยพอลิเอสเตอร์ เนื่องจากต้องใช้เทคนิคพิเศษหรือใช้สารเคมี เพื่อทำให้เส้นใยสามารถดูดซับสีย้อมได้ [3-5] จากการศึกษาในเบื้องต้นพบว่า การใช้กากกาแฟในการย้อมก็เช่นกัน งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับด้วยกากกาแฟนิยมทำการศึกษาเกี่ยวกับเส้นใยธรรมชาติ [6-9] ด้วยเหตุนี้ คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการนำกากกาแฟ ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งที่มีปริมาณมากจากธุรกิจร้านกาแฟ มาประยุกต์ใช้ย้อมสีบน "เส้นใยไนลอน" เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าและเป็นทางเลือกในการใช้ประโยชน์จากของเสียตามหลักเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) เหตุผลที่เลือกศึกษาเส้นใยไนลอนเนื่องจากเป็นเส้นใยสังเคราะห์ที่มีหมู่ฟังก์ชันทางเคมีคล้ายคลึงกับเส้นใยโปรตีน จึงสามารถใช้กระบวนการย้อมด้วยสีย้อมธรรมชาติได้ดี อีกทั้งยังเป็นเส้นใยที่มีบทบาทสำคัญและถูกนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่หลากหลาย โดยกำหนดแนวทางในการศึกษาตั้งแต่การสกัดสารให้สีจากกากกาแฟให้มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน การหาภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการย้อม การศึกษาสมบัติการติดสีของสารให้สีสกัดจากกากกาแฟบนเส้นใยไนลอน สมบัติความคงทนของสี และการปรับปรุงความคงทนของสีต่อการใช้งาน

2. วิธีการทดลอง

2.1 การเตรียมน้ำสีจากกากกาแฟ

ในการเตรียมน้ำสีสกัดสำหรับการทดลอง ใช้กากกาแฟพันธุ์อาราบิก้าที่ผ่านกระบวนการขงด้วยเครื่องเอสเปรสโซ (Espresso Machine) นำมาอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้น้ำหนักคงที่ จากนั้นนำกากกาแฟมาแช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปต้มเดือดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลา ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง และทำการกรองเพื่อแยกกากออก โดยกระบวนการสกัดนี้ใช้อัตราส่วนกากกาแฟต่อน้ำที่ 100 กรัม ต่อ 1,000 มิลลิลิตร (1:10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร)

2.2 การย้อมสีผ้าไนลอนด้วยน้ำสีจากกากกาแฟ

ผ้าที่ใช้ในการศึกษาเป็นผ้าไนลอนถักแนวยืน (Warp-knitted nylon fabric) ทำการย้อมด้วยสารสกัดสีจากกากกาแฟ โดยกำหนดอัตราส่วนน้ำย้อมต่อวัสดุสิ่งทอ (Liquor ratio) เท่ากับ 1:50 (ผ้า 1

กรัม ต่อน้ำสีสกัด 50 มิลลิลิตร) ด้วยเครื่องย้อมระบบอินฟราเรด (IR Starlet DL-6000, Daelim Starlet Co., Ltd.) ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ภาวะ ได้แก่ ภาวะที่ 1 น้ำสีสกัดที่ไม่ผ่านการปรับค่า pH และภาวะที่ 2 ภาวะกรด (pH 3) โดยปรับสภาพน้ำย้อมด้วยกรดอะซิติก (CH₃COOH, J.T. Braker Company) สำหรับการศึกษาผลของเวลาที่มีต่อลักษณะการติดสี เลือกใช้ภาวะการย้อมที่ 2 (pH 3) โดยแปรผันเวลาในการย้อมที่ 15, 30, 45 และ 60 นาที ตามลำดับ ภายหลังเสร็จสิ้นกระบวนการย้อม นำชิ้นงานทดสอบออกจากสารละลายและทำความสะอาดเพื่อกำจัดสีส่วนเกินด้วยสารละลายสบู่เทียม ((Sopinol xp-18, บริษัท สดาร์เทคเคมีคอล อินดัสเทรียล จำกัด) ความเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นล้างด้วยน้ำสะอาดและปล่อยให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำผ้าที่ได้ไปศึกษาลักษณะสี โดยการวัดค่าของสีในระบบ CIE และค่าความเข้มสี (K/S) ตามสมการของ Kubelka-Munk [10] ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Color Quest XE, บริษัท คัลเลอ โกลบอล จำกัด) ภาวะในการวัดไม่รวมความมันเงา (Specular exclude) ทิศทางของมุมมอง 10 องศา ภายใต้อาณัติแสงมาตรฐาน D65

2.3 การคำนวณอัตราการย้อมติดสีและค่าร้อยละของการย้อมสี

การศึกษาอัตราการติดสีของผ้าที่ย้อมด้วยน้ำสีจากกากกาแฟ ดำเนินการโดยเก็บตัวอย่างสารละลายสีย้อม 2 ระยะ ได้แก่ สารละลายสีย้อมก่อนเริ่มกระบวนการ และสารละลายสีย้อมที่เหลือภายหลังเสร็จสิ้นกระบวนการ นำมาเจือจางด้วยน้ำกลั่น 50 เท่า จากนั้นนำวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสง ณ ความยาวคลื่นที่มีการดูดกลืนแสงสูงสุด (λ_{max}) โดยใช้อัลตราไวโอเลตและวิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-VIS Spectrophotometer HALO DB-20, Dynamica Scientific Ltd.) จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาคำนวณค่าร้อยละของอัตราการย้อมติดสี ดังแสดงในสมการที่ (1) สำหรับค่าร้อยละของการย้อมสี คำนวณโดยอาศัยค่าความเข้มสีของผ้าที่ผ่านการย้อมและกำจัดสีส่วนเกินแล้ว ดังแสดงในสมการที่ (2)

$$\text{Exhaustion rate (\%)} = \frac{A_i - A_t}{A_i} \times 100 \quad (1)$$

โดยที่ A_i คือ ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำสีย้อมก่อนการย้อม และ A_t คือ ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำสีย้อมหลังการย้อม

$$\text{Dye fixation (\%)} = \frac{K/S_A}{K/S_B} \times 100 \quad (2)$$

โดยที่ K/S_A คือ ค่าความเข้มสีของผ้าหลังผ่านการซักล้าง และ K/S_B คือ ค่าความเข้มสีของผ้าก่อนผ่านการซักล้าง

2.4 การศึกษาผลการทำมอร์แดนท์ต่อลักษณะสีของผ้า

เพื่อศึกษาผลของสารมอร์แดนท์ (Mordants) ที่มีต่อลักษณะสีของผ้าในลอนที่ย้อมด้วยสารสกัดจากกากกาแฟ ได้เลือกใช้สารมอร์แดนท์ 2 ชนิด ได้แก่ อะลูมิเนียมโพแทสเซียมซัลเฟต (AlK(SO₄)₂·12 H₂O) และเฟอร์รัสซัลเฟต (FeSO₄·7 H₂O (Ajax Finechem Pty Ltd.) โดยใช้วิธีการมอร์แดนท์ภายหลังการย้อม (Post-mordanting) ขั้นตอนการทดลองดำเนินโดยนำผ้าที่ผ่านการย้อมสี มาแช่ในสารละลายมอร์แดนท์

ที่มีความเข้มข้น 10 กรัมต่อลิตร เป็นเวลา 15 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลา นำผ้าตัวอย่างไปล้างทำความสะอาด และตากให้แห้ง จากนั้นนำไปตรวจวัดค่าสีในระบบ CIE ดังวิธีการที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น

2.5 การทดสอบความคงทนของสี

ทำการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักล้างตามมาตรฐาน AATCC Test Method 61-2003 (Colorfastness to Laundering, Home and Commercial: Accelerated) ภาวะการทดสอบ 1A และทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถูตามมาตรฐาน AATCC Test Method 8-2005 (Colorfastness to Crocking: AATCC Crockmeter Method)

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 ผลการย้อมสีผ้าไนลอนด้วยน้ำสีจากกากกาแฟ

ตารางที่ 1 ค่าของสีและลักษณะสีของผ้าไนลอนที่ย้อมด้วยน้ำสีจากกากกาแฟ

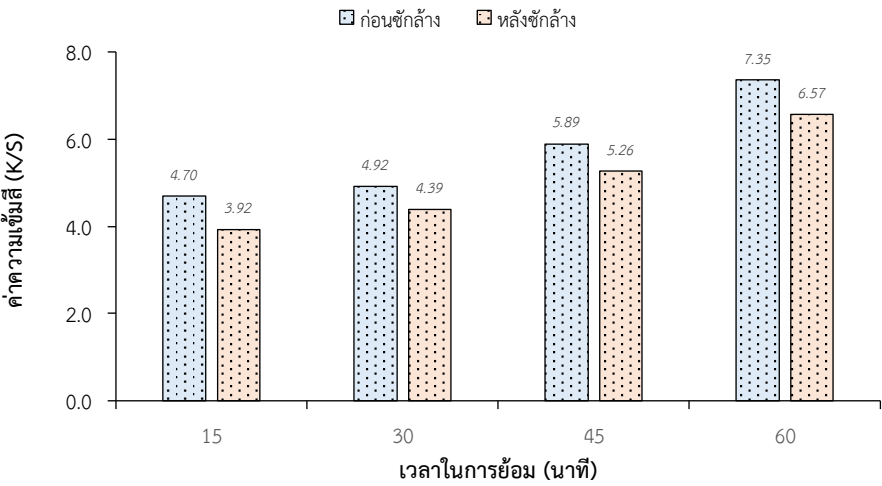
ภาวะการย้อม		ค่าของสี						ลักษณะสี
		L*	a*	b*	C*	h*	K/S	
1	ก่อนซักล้าง	56.92	9.82	25.32	27.16	68.80	5.00	
	หลังซักล้าง	63.42	11.77	25.34	27.94	65.09	3.88	
2	ก่อนซักล้าง	47.88	8.82	21.73	23.45	67.90	7.35	
	หลังซักล้าง	53.45	10.99	26.61	28.79	67.56	6.57	

ลักษณะสีของผ้าไนลอนที่ผ่านการย้อม จากข้อมูลค่าสีในระบบ CIELAB ที่แสดงในตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างภาวะการย้อมทั้ง 2 ภาวะภายหลังผ่านกระบวนการซัก พบว่าผ้าตัวอย่างมีเฉดสีที่ใกล้เคียงกัน โดยมีค่า a^* และ b^* ไม่แตกต่างกันมากนัก อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาค่ามุมของสี (h^* หรือ Hue angle) พบว่าผ้าที่ย้อมในภาวะที่ 2 (pH 3) มีค่า h^* เพิ่มขึ้นจาก 65.09 เป็น 67.56 เมื่อเทียบกับภาวะที่ 1 ซึ่งการเพิ่มขึ้นของค่า h^* นี้บ่งชี้ว่าสีของผ้ามีความโน้มเอียงไปทางสีเหลืองมากขึ้น เนื่องจากค่ามุมดังกล่าวมีทิศทางเข้าใกล้พิภัก 90 องศา ซึ่งเป็นตำแหน่งของแกนสีเหลืองในปริภูมิสี CIE (CIE Color Space) [11]

เมื่อพิจารณาค่าความเข้มสีภายหลังกระบวนการซัก พบว่าผ้าที่ย้อมในภาวะที่ 1 มีค่าความเข้มสีลดลงจาก 5.00 เป็น 3.88 คิดเป็นการลดลงร้อยละ 22.40 ในขณะที่ผ้าที่ย้อมในภาวะที่ 2 (ปรับสภาวะกรด) มีค่าลดลงจาก 7.35 เป็น 6.57 คิดเป็นการลดลงร้อยละ 10.61 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการย้อมในภาวะกรดมีอัตราการลดลงของความเข้มสีที่ต่ำกว่า ชี้ให้เห็นว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสารละลายสีย้อมจากกากกาแฟมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อประสิทธิภาพการย้อมติดสีบนเส้นใยไนลอน การปรับสภาพน้ำย้อมให้มีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น (pH 3) ส่งเสริมให้เส้นใยไนลอนสามารถดูดซับและยึดเกาะกับโมเลกุลสีได้ดียิ่งขึ้น ส่งผลให้ค่าความเข้มสีของผ้าที่ได้สูงกว่าการย้อมในภาวะปกติอย่างชัดเจน [12]

ตารางที่ 2 ค่าของสีและลักษณะสีของผ้าไนลอนที่ย้อมด้วยน้ำสีจากกากกาแฟที่เวลาต่างกัน

เวลาในการย้อม (นาทื)	ค่าของสี						ลักษณะสี
	L*	a*	b*	C*	h*	K/S	
15	63.14	9.98	27.39	29.15	69.99	3.92	
30	60.85	10.11	26.89	28.72	69.40	4.39	
45	57.37	9.52	25.33	27.06	69.41	5.26	
60	53.45	10.99	26.61	28.79	67.56	6.57	



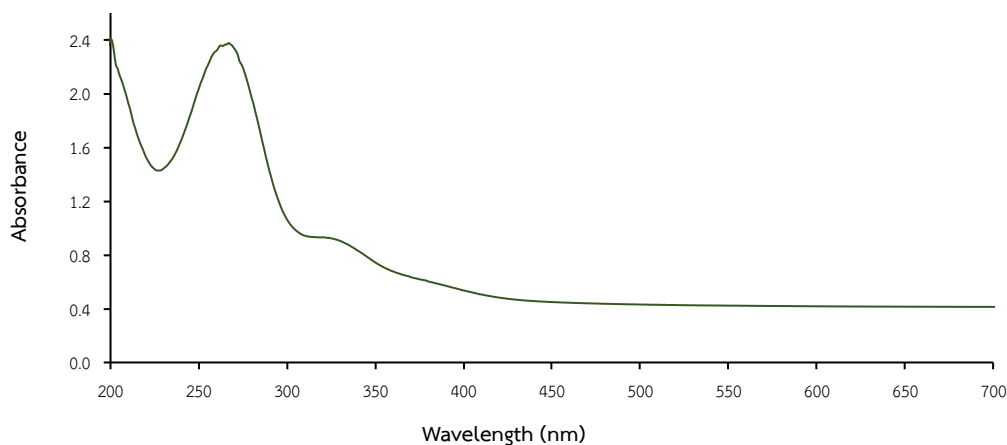
ภาพที่ 1 ค่าความเข้มสีของผ้าไนลอนที่ย้อมด้วยน้ำสีจากกากกาแฟที่เวลาต่างกัน

ในการศึกษาผลของระยะเวลาในการย้อม ได้กำหนดอุณหภูมิการย้อมคงที่ไว้ที่ 100 องศาเซลเซียส โดยพิจารณาจากสมบัติทางความร้อนของเส้นใยไนลอนซึ่งเป็นพอลิเมอร์ประเภทเทอร์โมพลาสติก ที่มีอุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว (Glass Transition Temperature: Tg) อยู่ในช่วง 40-50 องศาเซลเซียส [13] การใช้อุณหภูมิสูงในการย้อมจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้พลังงานความร้อนกระตุ้นให้สายโซ่โมเลกุลในโครงสร้างส่วนอสัณฐาน (Amorphous region) เกิดการเคลื่อนไหวและคลายตัว (Segmental mobility) ส่งผลให้โครงสร้างเส้นใยเปิดออกและเอื้อให้โมเลกุลของสีย้อมสามารถแพร่ เข้าสู่ภายในเส้นใยได้สะดวกขึ้น [12, 14] จากผลการทดลองในตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาในการย้อมมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณการติดสี กล่าวคือ การเพิ่มระยะเวลาในการย้อมส่งผลให้ค่าความเข้มสีมีค่าสูงขึ้น เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบภายหลังกระบวนการชักล้าง พบว่าค่าความเข้มสีมีการลดลงเพียงเล็กน้อย ในขณะที่แต่สีของผ้ายังคงมีลักษณะเหมือนเดิม ซึ่งเห็นได้จากค่ามุมของสี (h*) ของผ้าตัวอย่างที่มีค่าใกล้เคียงกันในทุก

ช่วงเวลาการทดลอง ทั้งนี้ค่ามุมของสีเป็นพารามิเตอร์ที่ระบุตำแหน่งของเฉดสีบนปริภูมิสี CIE ซึ่งการที่ค่าดังกล่าวมีความใกล้เคียงกัน บ่งชี้ได้ว่าผ้าตัวอย่างมีเฉดสีเดียวกัน หรือจัดอยู่ในกลุ่มสีเดียวกัน [11]

3.2 ผลอัตราการย้อมติดสีและค่าร้อยละของการย้อมสี

ภาพที่ 2 แสดงลักษณะสเปกตรัมการดูดกลืนแสง (Absorption spectrum) ของน้ำสีสกัดจากกากกาแฟ จากการตรวจสอบพบว่าค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด (λ_{max}) ปรากฏอยู่ในย่านรังสีอัลตราไวโอเล็ต (UV Region) ในการศึกษาจึงได้เลือกกำหนดความยาวคลื่นสำหรับการตรวจวัดที่ 400 นาโนเมตร เนื่องจากเป็นความยาวคลื่นที่อยู่ในช่วงแสงที่ตามองเห็น (Visible spectrum)

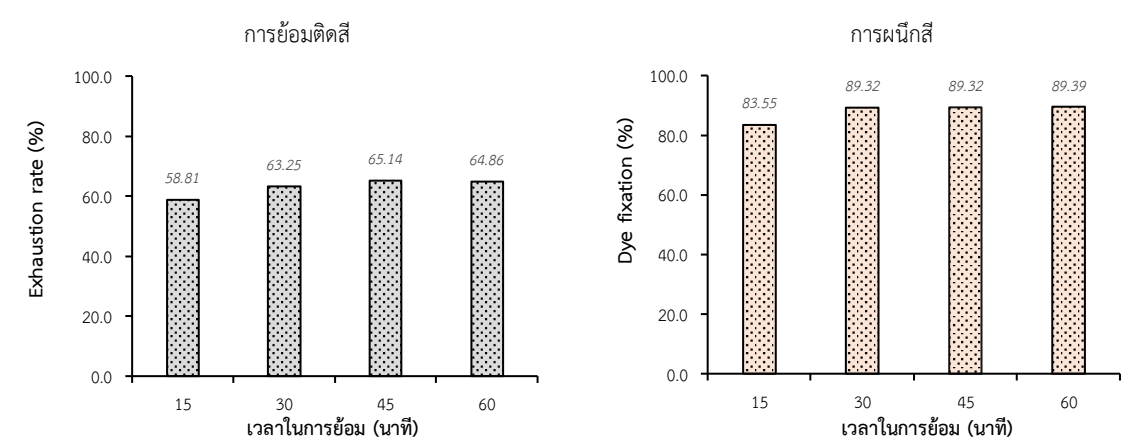


ภาพที่ 2 สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของน้ำสีจากกากกาแฟ (pH 3)

ค่าร้อยละของอัตราการย้อมติดสีของน้ำสีจากกากกาแฟที่ย้อมบนผ้าไนลอนแสดงในตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า ภาวะความเป็นกรดมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมประสิทธิภาพการย้อมติดของเส้นใยไนลอน โดยการย้อมในภาวะที่ 2 (ภาวะกรด) มีค่าร้อยละการดูดซับสีย้อมสูงถึงร้อยละ 64.86 ในขณะที่การย้อมในภาวะที่ 1 (ไม่ปรับ pH) มีค่าเพียงร้อยละ 22.31 ผลการทดลองดังกล่าวยังสอดคล้องกับค่าร้อยละการย้อมสีที่แสดงในภาพที่ 4 ซึ่งพบว่าผ้าที่ย้อมในภาวะที่ 2 มีประสิทธิภาพการย้อมสีที่สูงกว่าภาวะที่ 1 (ร้อยละ 89.39 และร้อยละ 77.60 ตามลำดับ) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การปรับสภาพน้ำย้อมให้เป็นกรดเป็นภาวะที่เหมาะสมสำหรับการย้อมสีสกัดจากกากกาแฟบนเส้นใยไนลอน เนื่องจากหมู่ฟังก์ชันอะมิโนในโครงสร้างเส้นใยสามารถรับโปรตอนและเกิดพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลสีได้ดีขึ้น [12, 14] สำหรับผลของระยะเวลาในการย้อมและประสิทธิภาพการดูดซับสี ดังแสดงในภาพที่ 3 พบว่าการเพิ่มระยะเวลาในการย้อมส่งผลให้ร้อยละการดูดซับสีมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาในช่วงเวลา 45 ถึง 60 นาที พบว่าอัตราการดูดซับสีย้อมเริ่มคงที่และมีค่าลดลงเล็กน้อย ซึ่งคาดว่ากระบวนการย้อมได้เข้าสู่จุดสมดุลของการดูดซับสีย้อมในช่วงเวลาดังกล่าว

ตารางที่ 3 ค่าร้อยละของการย้อมติดสีผ้าไนลอนที่ย้อมด้วยของน้ำสีสกัดจากกากกาแฟ

ภาวะการย้อม	ค่าการดูดกลืนคลื่นแสงสี (Absorbance)		ร้อยละของการย้อมติดสี (Exhaustion rate, %)
	ก่อนการย้อม	หลังการย้อม	
1	0.2290	0.1779	22.31
2	0.2163	0.0760	64.86



ภาพที่ 3 ค่าร้อยละของอัตราการย้อมติดสีและการฟีนิกสีของผ้าไนลอนที่ย้อมด้วยของน้ำสีสกัดจากกากกาแฟ (ภาวะที่ 2)

3.3 ผลการทำมอร์แดนท์ต่อลักษณะของผ้า

ข้อมูลค่าสีและลักษณะปรากฏของผ้าไนลอนภายหลังกระบวนการมอร์แดนท์ ดังแสดงในตารางที่ 4 ชี้ให้เห็นว่ากระบวนการมอร์แดนท์และชนิดของสารช่วยติดสีมีอิทธิพลต่อเฉดสีของผ้าที่ได้แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาค่าความสว่าง (L*) และค่ามุมของสี (h*) พบว่าการใช้สารช่วยติดสีอะลูมิเนียมโพแทสเซียมซัลเฟตส่งผลให้ผ้ามีลักษณะสีใกล้เคียงกับผ้าที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการมอร์ ทั้งในภาวะการย้อมที่ 1 และ 2 กล่าวคือสารมอร์แดนท์ชนิดนี้มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของเฉดสีเดิมค่อนข้างน้อย ในทางตรงกันข้ามการใช้สารช่วยติดสีเฟอร์รัสซัลเฟต ส่งผลให้ลักษณะสีของผ้าเปลี่ยนแปลงไป โดยผ้ามีสีที่ทึบเข้มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับค่าความสว่างที่ลดต่ำลง ซึ่งปรากฏการณ์นี้เกิดจากการที่ไอออนของโลหะเหล็กเกิดสารประกอบเชิงซ้อน (Complex formation) กับโมเลกุลของสีย้อมธรรมชาติ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของการดูดกลืนแสงและส่งผลให้สีมีความเข้มทึบมากขึ้น [3, 4]

ตารางที่ 4 ค่าสีของผ้าไนลอนที่ย้อมด้วยน้ำสีจากกากกาแฟหลังการทำมอร์แดนต์

ภาวะการย้อม	สารมอร์แดนต์	ค่าของสี						ลักษณะสี
		L*	a*	b*	C*	h*	K/S	
1	-	63.4 2	11.7 7	25.3 4	27.9 4	65.0 9	3.88	
	AlK(SO4)2·12 H2O	62.5 1	11.0 3	23.4 2	25.8 9	64.8	4.11	
	FeSO4·7 H2O	57.6 8	7.00	18.4 7	19.7 5	69.2 6	4.25	
2	-	53.4 5	10.9 9	26.6 1	28.7 9	67.5 6	6.57	
	AlK(SO4)2·12 H2O	55.4 6	9.67	23.7 2	25.6 1	67.8 1	5.30	
	FeSO4·7 H2O	49.6 0	4.12	17.2 2	17.7 1	76.5 6	5.81	

3.4 ผลการทดสอบความคงทนของสี

3.4.1 ความคงทนของสีต่อการซักล้าง

ผลการประเมินสมบัติความคงทนของสีต่อการซักของผ้าไนลอนที่ย้อมด้วยสารสกัดจากกากกาแฟ โดยอ้างอิงวิธีการทดสอบตามมาตรฐาน AATCC ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 5 จากการพิจารณาค่าการเปลี่ยนแปลงของสี (Color Change) พบว่าผ้าตัวอย่างมีระดับความคงทนอยู่ในเกณฑ์ดี โดยพบว่ากระบวนการมอร์แดนต์ภายหลังการย้อม (Post-mordanting) มีบทบาทในการช่วยปรับปรุงความคงทนของสีต่อการซักให้ดีขึ้น สำหรับการติดเปื้อนสี (Color Staining) พบว่าอยู่ในเกณฑ์ดี อย่างไรก็ตามผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการใช้มอร์แดนต์ส่งผลต่อการปรับปรุงสมบัติด้านการติดเปื้อนเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับกรณีที่ไม่ได้ผ่านการมอร์แดนต์

ตารางที่ 5 ความคงทนของสีต่อการซักล้างของผ้าที่ผ่านการย้อมด้วยน้ำสีจากกากกาแฟ

ภาวะการย้อม	สารมอร์แดนต์	ระดับความคงทนของสี						
		ค่าการเปลี่ยนแปลงสี	ค่าการติดเปื้อนสี					
			อะซิเตท	ฝ้าย	ไนลอน	พอลิเอสเตอร์	อะคริลิก	ขนสัตว์
1	-	4	5	5	5	5	5	4-5
	AlK(SO ₄) ₂ ·12 H ₂ O	4-5	5	5	5	5	5	5
	FeSO ₄ ·7 H ₂ O	4-5	5	5	5	5	5	4-5
2	-	4	5	5	5	5	5	4-5
	AlK(SO ₄) ₂ ·12 H ₂ O	4-5	5	5	5	5	5	5
	FeSO ₄ ·7 H ₂ O	4-5	5	5	5	5	5	4-5

3.4.2 ความคงทนของสีต่อการขัดถู

ผลการประเมินความคงทนของสีต่อการขัดถู (Crocking) ของผ้าไนลอนที่ย้อมด้วยสารสกัดจากกากกาแฟ โดยอ้างอิงมาตรฐานการทดสอบ AATCC ดังแสดงในตารางที่ 6 จากการทดสอบพบว่า ผ้าตัวอย่างมีค่าความคงทนของสีอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ทั้งใน ภาวะการขัดถูแห้งและภาวะการขัดถูเปียก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสีย้อมมีการแทรกซึมและยึดเกาะกับเส้นใยได้ดี ไม่หลุดลอกออกมาได้ง่ายเมื่อเกิดการเสียดสี อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของสารมอร์แดนต์ พบว่ากระบวนการมอร์แดนต์ภายหลังการย้อมส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความคงทนของสีต่อการขัดถูเพียงเล็กน้อย

ตารางที่ 6 ความคงทนของสีต่อการขัดถูของผ้าไนลอนที่ผ่านการย้อมด้วยน้ำสีจากกากกาแฟ

ภาวะการย้อม	สารมอร์แดนต์	ระดับความคงทนของสี (ค่าการติดเปื้อนสี)	
		ภาวะแห้ง	ภาวะเปียก
1	-	5	4-5
	AlK(SO ₄) ₂ ·12 H ₂ O	5	4-5
	FeSO ₄ ·7 H ₂ O	5	4-5
2	-	4-5	4
	AlK(SO ₄) ₂ ·12 H ₂ O	5	4-5
	FeSO ₄ ·7 H ₂ O	5	4-5

4. สรุป

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินศักยภาพการนำกากกาแฟเหลือทิ้งมาประยุกต์ใช้เป็นสีย้อมธรรมชาติสำหรับผ้าในลอน โดยศึกษาปัจจัยด้านภาวะการย้อม ผลของสารมอร์แดนต์ และความคงทนของสี ผลการทดลองพบว่า น้ำสีสกัดจากกากกาแฟสามารถย้อมติดสีเส้นใยในลอนได้ดีในภาวะที่เป็นกรด โดยมีค่าร้อยละการดูดซับสี เท่ากับ 64.86 และค่าร้อยละการฟีนิกสีเท่ากับ 89.39 เมื่อศึกษาผลของสารมอร์แดนต์โดยใช้วิธีการมอร์แดนต์ภายหลังการย้อม พบว่าชนิดของสารมอร์แดนต์ส่งผลต่อเฉดสีที่แตกต่างกัน กล่าวคือ การใช้อะลูมิเนียมโพแทสเซียมซัลเฟตให้เฉดสีที่มีความสว่าง สดใส และใกล้เคียงกับผ้าที่ไม่ได้ผ่านการมอร์แดนต์ ในขณะที่การใช้เฟอร์รัสซัลเฟตส่งผลให้เฉดสีมีความเข้มและทึบลง นอกจากนี้สารมอร์แดนต์ทั้งสองชนิดยังช่วยปรับปรุงสมบัติความคงทนของสีให้อยู่ในเกณฑ์ดี ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่ากากกาแฟซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการย้อมสีสิ่งทอได้ดี

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงบประมาณจากกองทุนเพื่อการวิจัยภายใต้โครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] เทรนด์ร้านกาแฟปี 2025 ปรับตัวอย่างไรให้อยู่รอด? [Internet]. <https://www.boncafe.co.th/th/library> [Accessed: {PT DateAccessed}]14 May 2025{/DateAccessed PT}]
- [2] ชูบชีวิตขยะกากกาแฟ! สตาร์ทอัพไอเดียเจ๋ง สกัดน้ำมันจาก “กากกาแฟ” ทดแทนการใช้น้ำมันปาล์ม [Internet]. <https://www.marketingoops.com/news/biz-news/startup-making-purify-oil-from-used-coffee-grounds/> [Accessed: {PT DateAccessed}]10 October 2022{/DateAccessed PT}]
- [3] Verma, S., & Gupta, G. (2017). Natural dyes and its applications: A brief review. *International Journal of Research and Analytical Reviews*, 4(4), 57-60.
- [4] Vankar, P. S., & Shukla, D. (2019). *New trends in natural dyes for textiles*. Woodhead Publishing.
- [5] Vankar, P. S., & Shukla, D. (2023). *Natural dyes for sustainable textiles*. Elsevier.
- [6] จันทรทิพย์ เศรษฐยานนท์ (2561) “การพัฒนาสีย้อมและสารตกแต่งสำเร็จสำหรับสิ่งทอด้วยสารสกัดจากกากกาแฟ” [Online]. Available: http://164.115.28.46/thaiexen/search_detail/result/4979
- [7] อรุณ จันทรคำ. (2557) การพัฒนาสีย้อมธรรมชาติแบบผงจากกากกาแฟสด. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี:อุบลราชธานี.
- [8] Hong, K. H. (2018). Effects of tannin mordanting on coloring and functionalities of wool fabrics dyed with spent coffee grounds. *Fashion and Textiles*, 5(1), 1-11.
- [9] Elabid, A. E., Mahajoub, I. E., & Ahmed, M. A. (2021). Mechanisms and Functional Properties of Colored Coffee Compounds Dyed Cotton Fabrics.

[10] Roderick McDonald, Colour Physics for Industry Second Edition, Society of Dyers and Colourists. 1997.

[11] M. Clark, Handbook of textile and industrial dyeing Volume 1: Principles, processes and types of dyes. Woodhead Publishing Limited, 2011.

[12] Broadbent, A. D. (2001). Basic principles of textile coloration. Society of Dyers & Colourists.

[13] Odian, G. (2004). Principles of polymerization. Fourth edition. A John Wiley & Sons, Inc., publication

[14] Chakraborty, J. N. (Ed.). (2015). Fundamentals and practices in colouration of textiles. Second edition. CRC Press.



FIBER FABRIC & FASHION RESEARCH JOURNAL

วารสารวิจัยเส้นใย ผ้า และแฟชั่น

คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มทร. พระนคร

เลขที่ 517 ถนนนครสวรรค์ แขวงสวนจิตรลดา เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

โทรศัพท์ 02 665 3555 โทรสาร 02 6653545 มือถือ 08 6992 3305 08 7484 3723

www.itfd.rmutp.ac.th