



JiTR

Journal of Innovative
Technology Research

วารสารวิจัยเทคโนโลยีนวัตกรรม Journal of Innovative Technology Research

ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2563 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

ISSN 2586-8500 (Print)
ISSN 2586-8632 (Online)

สารบัญ

01	การยืดอายุการเก็บรักษากลิ่นหอมของด้วยใช้เทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิล.....1-11
	จินนาภา วิทยาประภากร* วิษณุ ทองเล็ก และ นภัสนันท์ ไชยเลิศ
02	การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในมะไฟจีน.....12-21
	ดร.ณัฏฐ์ แซ่เซิน, ชลลดา รินคำ, เจนจิรา ลานแก้ว, วิรัตน์ วิสุมิตธาตา และ สุภาวดี ศรีรัมย์*
03	การพัฒนาผลิตภัณฑ์หัตถกรรมจักสานเชิงสร้างสรรค์ที่มีเอกลักษณ์ชุมชน.....22-38
	กลุ่มจักสานบ้านป่าจั่ว ตำบลทาเหนือ อำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่
	อรนุตฤกษ์ สุธาคำ* และ ตรีชฎา สมพงษ์
04	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลำไยกวนเพื่อเป็นอาหารสุขภาพ.....39-49
	อัมฤทัย สีก่อม, ยุติ กล้าพิทักษ์, วรพรรณ สุนันตะ, กมลวรรณ มโนวรรณ และนิอร โฉมศรี*
05	การพัฒนา น้ำพริกพื้นบ้านเพื่อเป็นอาหารสุขภาพ.....50-59
	พญศักดิ์ มะโนชัย, กมลวรรณ มโนวรรณ และนิอร โฉมศรี*
06	การออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์ขนมไทย.....60-69
	อุลิสรา จันตาเวียง
07	การพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่จากถั่วดาวอินคา.....70-79
	อุลิสรา จันตาเวียง
08	การเปียกผิวของกระดาษสาโดยเทคนิคพลาสมาความดันต่ำ.....80-88
	อัมพิกา ราชคม* และ หฤทัย ล่องกุลบุตร
09	การพัฒนากระบวนการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่ สำหรับงานโครงสร้าง.....62-68
	มานิตา ดุมกลาง* สมชาย บุญพิทักษ์ และสนธยา ทองอรุณศรี

Content

01	Extending Shelf Life of Gold Banana by Micro/Nano Bubbles Technology.....	1-11
	Chinanat Withayaprapakorn* Vishnu Thonglek and Naphatsanan Chailert	
02	Determination of Phenolic Compounds and Antioxidant Activity in Wampee.....	12-21
	(Clausena lansium (Lour.) Skeels)	
	Darun Sae-chan, Chollada Rinkham, Jenjira Lankaew, Virun Visutthithada and Supawadee Sriyam*	
03	Product Development Innovative Weaving with a Unique Community.....	22-38
	Bann Pa Ngaew Weaving Group, Tha nuea, Mae On District, Chiang Mai	
	Oranoot Sutakom* and Treechada Somfong	
04	Development of Preserved Longan Product as Health Food.....	39-49
	Ammarit Seeklom, Yuwadee Klapitak Worawan Sunanata, Kamonwan Manowan and Ni-ornChomsri*	
05	Development of Traditional Chili Paste for Health Food.....	50-59
	Phayungsak Manochai, Kamonwan Manowan and Ni-orn Chomsri*	
06	Design and Development Packaging Product of Thai.....	60-69
	Usitara Juntawiang	
07	Development of Soap Product of Sacha Inchi.....	70-79
	Usitara Juntawiang	
08	Surface wettability of Mulberry paper by low pressure plasma technique.....	80-88
	Ampika Rachakom* and Haruthai Longkullabutra	
09	Development process to improve the durability.....	62-68
	of bamboo in structure members	
	Manita Dumklang* Somchay Bunpitak and Sontaya Tongaroonsri	

กองบรรณาธิการ

ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ศีลศิริ	สง่าจิต	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
บรรณาธิการ : รองศาสตราจารย์ ดร.พานิช	อินตะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
รองบรรณาธิการ : ดร.สุรพล	ใจวงศ์ษา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยบรรณาธิการ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพพร	พัชรประภิติ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

กองบรรณาธิการ :

ศาสตราจารย์ ดร.ผดุงศักดิ์	รัตนเดโช	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.สนอง	เอกสิทธิ์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศาสตราจารย์ ดร.นคร	ทิพย์วงศ์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ศาสตราจารย์ ดร.พญ.อรพรรณ	โพชนกุล	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.ประยุทธ์	อัครเอกผาลิน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี	ศิริปรัชญานันท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร.เศรษฐ์	สัมภัตตะกุล	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รองศาสตราจารย์ ดร.พิระพงศ์	พิชิตกุล	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
รองศาสตราจารย์ ดร.วรภัทร	ลัดคนทินวงศ์	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี	ชัยเจริญ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.ตระกูลพันธ์	พัชรเมธา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จารุณี	ชามาตย์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ดร.ฉันทวัฒน์	สมใจทวีพร	สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

ฝ่ายจัดทำ :

ดร.ตะวัน	วาทกิจ	สถาบันวิจัยและพัฒนา
นางสาวณิคมล	โพธิ์แก้ว	สถาบันวิจัยและพัฒนา
นางสาวสรศักดิ์ศิริกุล	พยอมแย้ม	สถาบันวิจัยและพัฒนา
นางพลอยภิญญา	สุภาพรเหมินทร์	สถาบันวิจัยและพัฒนา
นางสาวสุพิชฌาย์	ถาวรลิมปะพงศ์	สถาบันวิจัยและพัฒนา
นางสาวสุธาสิณี	ผู้ยู่สุข	สถาบันถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน

Editorial Board

Advisor: Assoc.Prof.Seensiri	Sangajit	RMUTL
Editor: Assoc.Prof.Panich	Intra	RMUTL
Associate Editor: Dr.Suraphon	Chaiwongsar	RMUTL
Assistant Editor: Assist.Dr.Nopporn	Pacharaprakiti	RMUTL

Editorial Board:

Prof.Phadungsak	Rattanakecho	TU
Prof.Sanong	Ekgasit	CU
Prof.Nakorn	Tippayawong	CMU
Prof.Orapan	Poachanukoon	TU
Prof.Prayoot	Akkaraekthalin	KMUTNB
Assoc.Prof.Montri	Siripruchyanun	KMUTNB
Assoc.Prof.Sate	Sampattakul	CMU
Assoc.Prof.Perapong	Tekasakul	PSU
Assoc.Prof.Voraphat	Luckantvong	TU
Assoc.Prof.Sumalee	Chaijaroen	KKU
Assoc.Prof.Tragoonphan	Pacharametha	RMUTL
Asst.Prof.Charuni	Samat	KKU
Ph.D.Tunyawat	Somjaitaweeporn	PIM

Coordinators:

Dr.Tawan	Watakit	RMUTL
Miss Nichkamol	Phokaew	RMUTL
Miss Sansirikul	Payomyaem	RMUTL
Mrs. Ploypinya	Supapornhemin	RMUTL
Miss Supitcha	Thawornlimpaong	RMUTL
Miss Sutasinee	Puyusuk	RMUTL

ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทความ วารสารวิจัยเทคโนโลยีนวัตกรรม

ปีที่ 4, ฉบับที่ 2, กรกฎาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2563

ISSN: 2586-8500 (Print), ISSN: 2586-8632 (Online)

รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย	นิมมล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร.ตระกูลพันธ์	พัชรเมธา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระ	รักความสุข	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระศักดิ์	อรุณานนท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
รองศาสตราจารย์ ดร.นวลฉวี	เวชประสิทธิ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รองศาสตราจารย์ ดร.วรภัทร	ลัคนทินวงศ์	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลณัฐ	พลวัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติพงษ์	เกียรติวิภาค	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติศักดิ์	อารียะเครือ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิระยุทธ	จิตอ่อนน้อม	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธเนศ	ไชยชนะ	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุศราภรณ์	มหาโยธี	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปราโมทย์	สิทธิจักร	มหาวิทยาลัยพิษณุโลก
ดร.ขวัญชีวา	ไตรพิริยะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
ดร.วรลักษณ์	ปัญญาธิพงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ดร.สินเดิม	ติโต	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

บทบรรณาธิการ

วารสารวิจัยเทคโนโลยีนวัตกรรม (Journal Of Technology Innovative Research: JITR) ฉบับนี้ ปีที่ 4 ฉบับ 2 (กรกฎาคม-ธันวาคม 2563) เพื่อให้แก่นักวิจัย นักวิชาการ คณาจารย์ และนักศึกษา ได้เผยแพร่บทความทางวิชาการ หรือ บทความวิจัย

วารสารฉบับนี้ ประกอบด้วยผลงานวิจัย ทั้งหมด 9 เรื่อง ที่ได้คัดเลือกจากบทความที่เข้าร่วมนำเสนอจากประชุมวิชาการวิจัยและนวัตกรรมสร้างสรรค์ ครั้งที่ 5 ประจำปี 2561 ที่จัดขึ้นเพื่อสนับสนุนให้นักวิจัย ได้มีโอกาสแสดงศักยภาพของตนเองในการเข้าร่วมนำเสนอผลงานเผยแพร่ผลงานวิจัยของอาจารย์และนักศึกษา มทร.ล้านนา ตลอดจนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ พัฒนา ในระดับชาติและยกระดับผลงานวิจัยสู่ระดับสากล ซึ่งประกอบด้วยงานวิจัยด้านวิศวกรรมพลังงานและเทคโนโลยี งานวิจัยด้านบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์ งานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี งานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์กายภาพและสุขภาพ งานวิจัยด้านเทคโนโลยีเกษตรและอาหาร งานวิจัยด้าน ศิลปกรรมและสถาปัตยกรรมศาสตร์ และงานวิจัยรับใช้สังคม สอดคล้องกับนโยบายสนับสนุนยกระดับผลงานวิจัยสู่ระดับสากล สร้างเครือข่ายความร่วมมือทางวิชาการ พัฒนางานวิจัยสู่การเป็น Digital Thailand 4.0 ซึ่งจะเป็นการพัฒนาผลงานทางวิชาการ และบูรณาการงานวิจัยร่วมกันทั้งระดับสาขา คณะ และมหาวิทยาลัยทั่วประเทศ

กองบรรณาธิการขอขอบคุณท่านผู้เขียนที่ให้ความสนใจ และไว้วางใจวารสารของเราเป็นอย่างดีตลอดมา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าบทความที่ได้ตีพิมพ์มีประโยชน์ต่อผู้อ่านทุกท่าน กองบรรณาธิการขอขอบคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้ให้ความกรุณาอ่านและแนะนำการปรับแก้บทความวิจัยให้มีคุณภาพทางวิชาการยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ หากผู้อ่านมีข้อเสนอแนะในการปรับปรุงวารสารนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น กองบรรณาธิการขอน้อมรับไว้ด้วยความยินดี

รองศาสตราจารย์ ดร. พานิช อินต๊ะ
บรรณาธิการ วารสารวิจัยเทคโนโลยีนวัตกรรม

การยืดอายุการเก็บรักษากลิ้วหอมทองด้วยใช้เทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิล

ชินานาฏ วิทยาประภากร^{1*}, วิษณุ ทองเล็ก² และ นภัสนันท์ ไชยเลิศ³

¹ สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา,

² คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา,

³ หน่วยวิจัยวัสดุชีวภาพและสารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา,
128 ถ.ห้วยแก้ว ต. ข้างเมือก อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50300

รับบทความ 30 ตุลาคม 2561 ตอรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 1 กรกฎาคม 2563

© 2020 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษากลิ้วหอมทองโดยอาศัยเทคโนโลยีฟองอากาศขนาดเล็กหรือเทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิล (Micro/Nano Bubbles technology, MNBs) โดยทำการศึกษาในกระบวนการแช่ล้างกลี้วหอมทอง 5 ประเภท ได้แก่ 1) น้ำประปา(TW) 2) น้ำแอร์ไมโครนาโนบับเบิล (Air MNBs) 3) น้ำแอร์นาโนบับเบิล (Air NBs) 4) น้ำโอโซนไมโครนาโนบับเบิล (O3 MNBs) และ 5) น้ำโอโซนนาโนบับเบิล (O3 NBs) โดยกำหนดระยะเวลาการแช่ล้างนาน 20 นาที จากผลการทดลองพบว่าการใช้น้ำที่มีฟองอากาศขนาดเล็กที่ผลิตจากเทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิลสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษากลิ้วหอมทองได้ โดยช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำหนักและชะลอการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของกลี้วอย่างเห็นได้ชัด รวมทั้งช่วยลดปริมาณเชื้อราอันเป็นสาเหตุของโรคช้ำหวีเน่าได้ โดยพบว่าเมื่อใช้เทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิลร่วมกับแก๊สโอโซนทำให้ประสิทธิภาพของการลดปริมาณเชื้อราที่ขั้วกลี้วสูงขึ้น ซึ่งจากผลการทดลองสามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิลจัดเป็นวิธีที่ปลอดภัยและปลอดภัยการใช้สารเคมีโดยสิ้นเชิง

คำสำคัญ: กลี้วหอม ,เทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิล, โรคช้ำหวีเน่า, การยืดอายุการเก็บรักษา

*ผู้ติดต่อ: chinanatw@hotmail.com, โทร. 0 5392 1444 ต่อ 2830

Extending Shelf Life of Gold Banana by Micro/Nano Bubbles Technology

Chinanat Withayaprapakorn ^{1,*} Vishnu Thonglek ² and Naphatsanan Chailert³

¹ Faculty of Science and Agricultural Technology in Science, Rajamangala University of Technology Lanna

² Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna, Chiangmai

³ Biomaterials and Natural Products Research Unit, Rajamangala University of Technology Lanna

128 Huay Kaew Road, T. Changpuak Muang Chiang Mai 50300

Received: 30 October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 1 July 2020

© 2020 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

Abstract

This research aims to extend the shelf life of gold bananas by the Micro/Nano Bubbles technology (MNBs). The 5 types of water were used to soak gold banana for 20 minutes 1) Tap Water (TW) 2) Air Micro/Nano Bubbles water (Air MNBs) 3) Air Nano Bubbles water (Air NBs) 4) Ozone Micro/Nano Bubbles water (O3 MNBs) and 5) Ozone Micro/Nano Bubbles water (O3 NBs). The results showed that the use of water by MNBs technology can extend shelf life of gold banana. By preventing weight loss and slowing the firmness of bananas, obviously. Moreover, it could reduce the amount of fungus causing the Crown Rot disease of gold banana. We also found that when using the MNBs technology with ozone gas, the amount of fungus is reduced effectively. These results can be used as a guideline for further work on gold banana washing process using MNBs as a safe and chemical-free technology.

1. บทนำ

กล้วยหอมทองจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญตามโครงการส่งเสริมการเกษตรอุตสาหกรรมต้นแบบ เกษตรปลอดภัย เกษตรอุตสาหกรรม เกษตรซื้อขายล่วงหน้า เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตให้กับพี่น้องเกษตรกรไทยได้อย่างยั่งยืน ภายใต้ความร่วมมือของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา และสภาอุตสาหกรรมจังหวัดตาก ในโครงการ TAK Model อ้างอิงจากข้อมูลการอบรมของ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ในวันที่ 25 กันยายน 2560 ซึ่งได้กล่าวถึงการผลิตและการตลาดกล้วยหอมทอง ศักยภาพในการส่งออก โดยเฉพาะตลาดญี่ปุ่นที่มีความต้องการสูง โดยปีพ.ศ. 2559 ไทยมีเนื้อที่เก็บเกี่ยวทั้งหมด 37,020 ไร่ ผลผลิต 117,427 ตัน ผลผลิตต่อไร่ 3,172 กิโลกรัม ต้นทุนการผลิต 4,823 บาท/ตัน ราคาที่เกษตรกรขายได้ 12,777 บาท/ตัน ผลตอบแทนสุทธิ 7,954 บาท/ตัน มีจำนวนใช้ในประเทศ 113,703 ตัน ส่งออกกล้วยหอมสด ปริมาณ 3,725 ตัน มูลค่า 81.40 ล้านบาท ราคาส่งออก 21,855 บาท/ตัน คู่ค้าที่สำคัญ คือ ญี่ปุ่น จีน ลาว และคู่แข่งที่สำคัญ คือ ฟิลิปปินส์ เอกวาดอร์ เบลีซ และคอสตาริกา ญี่ปุ่นได้ให้โควตากล้วยหอมทองจากไทยปีละ 8,000 ตัน แต่ส่งออกได้เพียงปีละ 4,000 ตันเท่านั้น ตลาดต่างประเทศยังมีความต้องการผลผลิตกล้วยหอมทองสดในปริมาณมาก ทั้งนี้ในการผลิตและส่งออกพบปัญหาทั้งด้านคุณภาพผลผลิตตามเกณฑ์มาตรฐาน การกระจายการผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาด ผลผลิตต่อพื้นที่ต่ำ ปัจจัยการผลิตทั้งปุ๋ยและสารเคมีในการกำจัดวัชพืช ค่าแรงงานที่สูงขึ้น ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น อายุการวางจำหน่ายที่สั้น ดังนั้นควรเร่งส่งเสริมและจัดการกับปัญหาเหล่านี้ เพื่อให้การผลิตกล้วยหอมทองเพียงพอต่อผู้บริโภคในประเทศและมีคุณภาพตามเกณฑ์การส่งออกได้ [1]

ด้วยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาได้เล็งเห็นถึงปัญหาที่พบในผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชุมชนของไม่สามารถเข้าสู่ช่องทางการตลาดในปัจจุบันได้ จึงได้จัดทำโครงการเกษตรอุตสาหกรรมเพื่อการส่งออก สำหรับเกษตรกรพื้นที่ภาคเหนือ ประกอบด้วยพืชหลักสำคัญ 5 อย่าง ได้แก่ กล้วยหอมทอง มะม่วงน้ำดอกไม้ กระเจี๊ยบ

เขียว สับปะรด MD2 และชิง เพื่อสนับสนุนเกษตรกรตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ตลอดจนเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีงานวิจัยจากนักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญของ มทร. ล้านนาสู่เกษตรกร ให้เกิด SMART FARMER และเพื่อยกระดับพืชเศรษฐกิจเพื่อการส่งออกที่มีคุณภาพ โดยในวันที่ 18 มกราคม พ.ศ. 2561 ได้มีการเปิดโครงการดังกล่าว จึงมีการเสวนาซักถามและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันระหว่างนักวิจัยของมหาวิทยาลัยกับเกษตรกรผู้ผลิตกล้วยหอมทองจากภาคเหนือตอนบน ได้แก่ จังหวัดตากและ จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อทราบถึงปัญหาและความต้องการ นำไปสู่การหาแนวทางพัฒนาส่งเสริมและแก้ปัญหาร่วมกัน พบว่านอกจากปัญหาด้านขนาด ลักษณะผล สีของกล้วยหอมทองแล้ว ยังพบปัญหาการเกิดเชื้อราที่ขั้วกล้วยที่เป็นอุปสรรคของการเก็บรักษากล้วยหอมทองสู่ตลาดผู้บริโภค

ปัญหาการเกิดเชื้อราที่ขั้วกล้วย เกิดจากการติดมาจากแปลงปลูกและระหว่างการขนส่ง เชื้อรายังก่อให้เกิดโรคแอนแทรคโนส ซึ่งก่อให้เกิดจุดดำที่ผิวกล้วยที่บริเวณขั้วของกล้วยหอมนั้นมีความชื้นสูงเนื่องจากน้ำยางที่ซึมออกมาจากบาดแผลอันเนื่องจากการตัดแต่งทำให้เกิดการเจริญของเชื้อราที่ขั้วได้ ปัจจุบันมีการใช้สารเคมีในการยับยั้ง อาทิเช่น โพแทสเซียมซอร์เบต (potassium sorbate), กรดออกซาลิก (oxalic acid) และ salicylic acid แต่ยังข้อกังวลถึงผลกระทบต่อผู้บริโภคที่อาจเกิดขึ้น ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี จึงได้สนใจกระบวนการล้างทำความสะอาดกล้วยหอมทองซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญที่ต้องคำนึงถึงเพราะสามารถกำจัดยางกล้วย สิ่งแปลกปลอม เศษฝุ่นละออง และเชื้อราที่ติดมาจากกระบวนการผลิตในแปลงเพาะปลูกรวมทั้งสารเคมีตกค้างและเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนได้

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิลในกระบวนการยืดอายุกล้วยหอมทอง โดยใช้กระบวนการแช่ล้างกล้วยหอมทองด้วยน้ำไมโครนาโนบับเบิลเพื่อลดการเกิดเชื้อราที่ขั้วกล้วยหอมทองและยืดอายุกล้วยหอมทองเพื่อส่งออก กรณีศึกษา กลุ่ม วิสาหกิจกล้วยหอมเมืองแกน อำเภอมะนัง จังหวัดเชียงใหม่

2.วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความเป็นไปได้และประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิลในกระบวนการยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมทอง

3. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีฟองอากาศขนาดเล็กไมโครและนาโนมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย เช่น การบำบัดน้ำเสีย การเกษตร ด้านสุขภาพ กระบวนการผลิตอาหารและเครื่องดื่มที่ต้องการทำให้เกิดโฟม เป็นต้น ไมโครนาโนบับเบิล (Micro/Nano Bubbles, MNBs) เป็นมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 10 ถึง 200 นาโนเมตร คุณสมบัติเด่นคือมีพื้นที่ผิวจำเพาะสูง และมีความคงตัวอยู่ได้นานในตัวกลางที่เป็นของเหลว ซึ่งสามารถเพิ่มความสามารถในการละลายของแก๊สในของเหลว Eriksson และ Ljunggren, 1999 [2] รายงานการใช้ฟองแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ขนาดไมโครและนาโนสามารถช่วยจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในต้นหอม ซึ่งฟองแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่นิยมใช้เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์และยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้ออโคไลได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kobayashi และคณะ 2009a; Kobayashi, 2009b [3-4] ในระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา มีรายงานวิจัยที่มีการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดเล็กระดับไมโครและนาโนเมตรประยุกต์ใช้ในการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีสะอาด ปลอดภัยจากการใช้สารเคมี จึงทำให้นักวิจัยและหน่วยงานต่างๆ สนใจที่จะนำเทคโนโลยีฟองอากาศขนาดเล็กนี้มาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย[5-17]

4.วิธีการวิจัย

4.1. การเตรียมน้ำตัวอย่าง

เครื่องกำเนิดฟองแก๊สขนาดเล็กไมโครนาโนบับเบิล รุ่น KVM10 ออกแบบและผลิตโดยนักวิจัยศูนย์ความเป็นเลิศทางวิชาการด้านการประยุกต์ใช้ไฟฟ้าแรงสูงพลาสมาและไมโคร/นาโนบับเบิลเพื่อการเกษตรและการประมงชั้นสูง มทร.ล้านนา ใช้อัตราการ

ไหลของน้ำ 1.7 ลิตรต่อนาที การไหลของฟองอากาศ 0.5 ลิตรต่อนาที กำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ อัตราการไหลของอากาศ 0.5 ลิตรต่อนาที ขนาดของไมโครบับเบิลที่เกิดขึ้นมีขนาด 40-50 ไมโครเมตร ความเข้มข้นของไมโครบับเบิลมีค่า 60,000 บับเบิล ต่อมิลลิลิตร และขนาดของนาโนบับเบิลที่เกิดขึ้นมีขนาด 200-1,000 นาโนเมตร ความเข้มข้นของนาโนบับเบิลมีค่า 108-1,011 บับเบิลต่อมิลลิลิตร

สำหรับการผลิตน้ำไอโซนไมโครนาโนบับเบิลและไอโซนนาโนบับเบิล ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าฟองอากาศขนาดเล็ก (RMUTL-KVM15) และเป็นแก๊สออกซิเจนเชิงพาณิชย์ (O₂, บริสุทธิ์ 99.5%, บริษัท แพรเซ็กซ์ (ประเทศไทย) จำกัด)

4.2. การเตรียมและศึกษาเชื้อราบนข้าวหิวกล้วยหอมทอง

เก็บตัวอย่างกล้วยหอมทองดิบมีความแก่ประมาณร้อยละ 80 หลังการตัด 1 วันจากเกษตรกรกลุ่มวิสาหกิจกล้วยหอมเมืองแกน

4.2.1 กล้วยหอมทองดิบ

ใช้ Loop เฉาะไฟแลวรอให้เย็นแล้วแตะบนกล้วยหอมทองดิบข้าวหิวยังไม่เน่า B1 ขีดบนจานเลี้ยงเชื้อที่มีอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง

4.2.2 กล้วยหอมทองหลังการบ่ม

นำกล้วยหอมทองดิบมาบ่ม ณ อุณหภูมิห้องในกล่องให้ความชื้น เป็นเวลา 7 วัน หลังการบ่มนำมาแยกเชื้อที่ข้าวหิวด้วยวิธี tissue transplanting โดยการตัดเนื้อเยื่อข้าวหิวที่เป็นโรคบริเวณรอยต่อระหว่างเนื้อเยื่อปกติและเนื้อเยื่อที่แสดงอาการเน่า ขนาด 5x5 มิลลิเมตร แะในสารละลายคลอโรกซ์เข้มข้นร้อยละ 10 นาน 5 นาที นำมาวางในจานเลี้ยงเชื้อที่มีอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง 7 วัน จำแนกชนิดของเชื้อราศึกษารูปร่างลักษณะของเชื้อและบันทึกภาพสำหรับนำไปใช้ในการศึกษาชนิดของเชื้อที่พบในกล้วยหอมตัวอย่าง

4.3. การศึกษาประสิทธิภาพเทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิลในการยืดอายุกล้วยหอมทองดิบ

นำตัวอย่างกล้วยหอมทองดิบที่เตรียมไว้มาผ่านการล้างด้วยน้ำตัวอย่างทั้ง 5 ชนิด ด้วยอัตราส่วนกล้วยหอมทองน้ำหนัก 50 กรัมต่อน้ำตัวอย่าง 200 มิลลิลิตร แช่เป็นเวลา 20 นาที ตามวิธีการของ กรมวิชาการเกษตร. [18] ซึ่งแบ่งเป็น 5 ตัวอย่าง ละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 1 ถัง บรรจุถุง โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD ได้แก่

ตัวอย่างที่ 1 น้ำประปา(ชุดควบคุม) (TW)

ตัวอย่างที่ 2 น้ำแอร์ไมโครนาโนบับเบิล (Air MNBs)

ตัวอย่างที่ 3 น้ำแอร์นาโนบับเบิล (Air NBs)

ตัวอย่างที่ 4 น้ำโอโซนไมโครนาโนบับเบิล (O₃ MNBs)

ตัวอย่างที่ 5 น้ำโอโซนนาโนบับเบิล (O₃ NBs)

หลังจากแช่ทิ้งไว้ 20 นาที จึงนำตัวอย่างกล้วยหอมทองดิบมาวิเคราะห์หาเชื้อราที่คงอยู่ด้วยวิธีการขีดเชื้อในจานเพาะเชื้อ (Streak-Plate Technique)

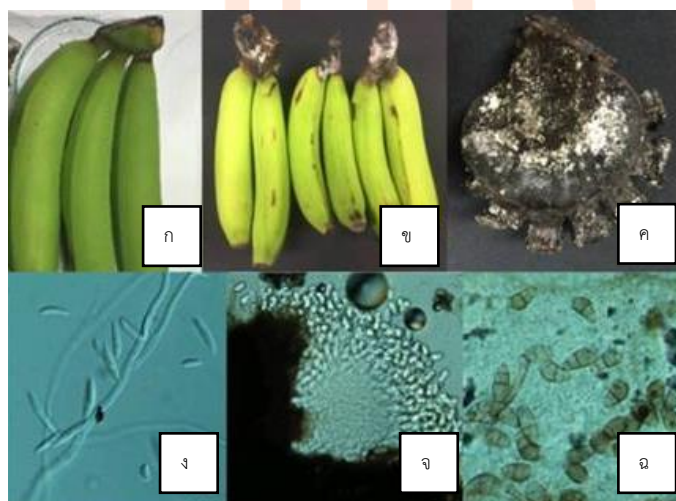
4.4 การศึกษาการยืดอายุของกล้วยหอมทองหลังใช้เทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิล

นำตัวอย่างกล้วยหอมทองที่ผ่านกระบวนการแช่ล้างไปศึกษาอายุการเก็บรักษาของกล้วยหอม โดยศึกษาที่อุณหภูมิ 14°C ระยะเวลา 30 วัน เนื่องจากอุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญในการยืดอายุการเก็บรักษากล้วย โดยทั่วไปคือ 12-14°C [19] จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวโดยการวัดค่าการสูญเสียน้ำหนัก ค่าความแน่นเนื้อ

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการศึกษาเชื้อราบนกล้วยหอมทอง

จากผลการศึกษากล้วยหอมทองก่อนเข้าสู่กระบวนการแช่ล้าง ได้ผลดังนี้



รูปที่ 1 แสดงการเกิดเชื้อบนขั้วกล้วยหอม

- (ก) พบเชื้อราหลายจำแนกบริเวณแผลที่ขั้ว
- (ข) อาการเริ่มแรกของโรคขั้วหวีเน่าบนกล้วยดิบ
- (ค) เมื่อบ่มหวีกล้วยในกล่องความชื้นกล้วยเริ่มสุกพบว่าโรคเริ่มรุนแรงพบเส้นใยสีขาวของเชื้อราปากคลุมบริเวณขั้วหวี
- (ง) พบเชื้อราหลายจำแนกบริเวณแผลที่ขั้ว
- (จ) ลักษณะของเชื้อรา *Curvularia* sp.
- (ฉ) ลักษณะของเชื้อรา *Fusarium* sp.
- (ช) ลักษณะของเชื้อรา *Lasiodiplodia* sp.

กล้วยหอมทองดิบพบเชื้อหัวกล้วยแสดงอาการเริ่มเน่าดำแต่ยังไม่พบเส้นใยสีขาวชัดเจนมากนัก พบเชื้อ *Fusarium* sp.เกิดขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 1 (ก)

กล้วยหอมทองหลังจากบ่ม ณ อุณหภูมิห้องในกล่องให้ความชื้น เป็นเวลา 7 วัน พบว่าหัวกล้วยแสดงอาการเน่าดำ มีเส้นใยสีขาวของเชื้อราขึ้นปกคลุม โดยพบเชื้อรา 3 ชนิด ได้แก่ *Fusarium* sp.และ *Lasiodiplodia* sp และ *Curvularia* sp. ดังแสดงในรูปที่ 1 (ข-ฉ)

5.2. ผลการศึกษาประสิทธิภาพเทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิลในการยืดอายุกล้วยหอมทองดิบ

จากการนำตัวอย่างทั้ง 5 ชนิดแช่ล้างกล้วยหอมทองดิบที่ควบคุมน้ำหนักขนาดและปริมาณน้ำที่แช่ล้าง นาน 20 นาที พบว่าการแช่ล้างกล้วยหอมทองในน้ำที่มีฟองอากาศขนาดเล็กจากเทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิลสามารถลดการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อราบนหัวกล้วยหอมได้อย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำประปา โดยพบว่าน้ำ O_3 MNBs และน้ำ O_3 NBs มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเชื้อราใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับน้ำ air MNBs และ น้ำ air NBs แสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิลสามารถลดการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อราบนหัวกล้วยหอมได้ ในขณะที่พบว่ามีขนาดของฟองอากาศทั้งระดับไมโครและนาโนเมตรไม่มีผลต่อการลดการเจริญเติบโตของเชื้อราแต่อย่างใด แสดงในรูปที่ 2

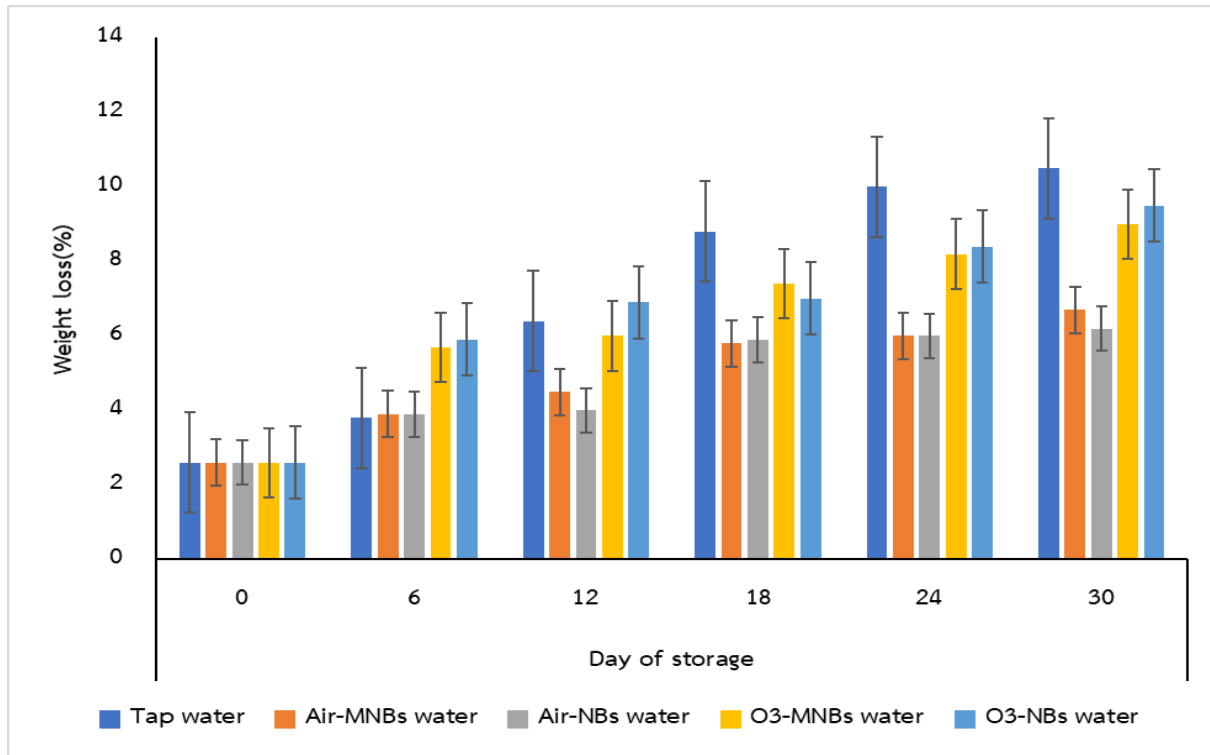
ผลการศึกษาการเจริญของเชื้อราบนหัวกล้วยหอมทองเมื่อทิ้งไว้ 7 วันหลังจากการแช่ล้าง 20 นาที ดัง

แสดงในกราฟรูปที่ 2 พบว่า กล้วยหอมทองที่แช่ล้างในน้ำ O_3 MNBs น้ำ O_3 NBs มีปริมาณการเจริญเติบโตของเชื้อราน้อยที่สุดร้อยละ 11 และ 11.3 ตามลำดับ รองลงมาคือ กล้วยหอมทองที่ล้างโดยใช้น้ำ air MNBs และน้ำ air NBs ร้อยละ 58 เท่ากัน ในขณะที่น้ำประปาพบการเจริญเติบโตของเชื้อรามากที่สุดเท่ากับร้อยละ 95

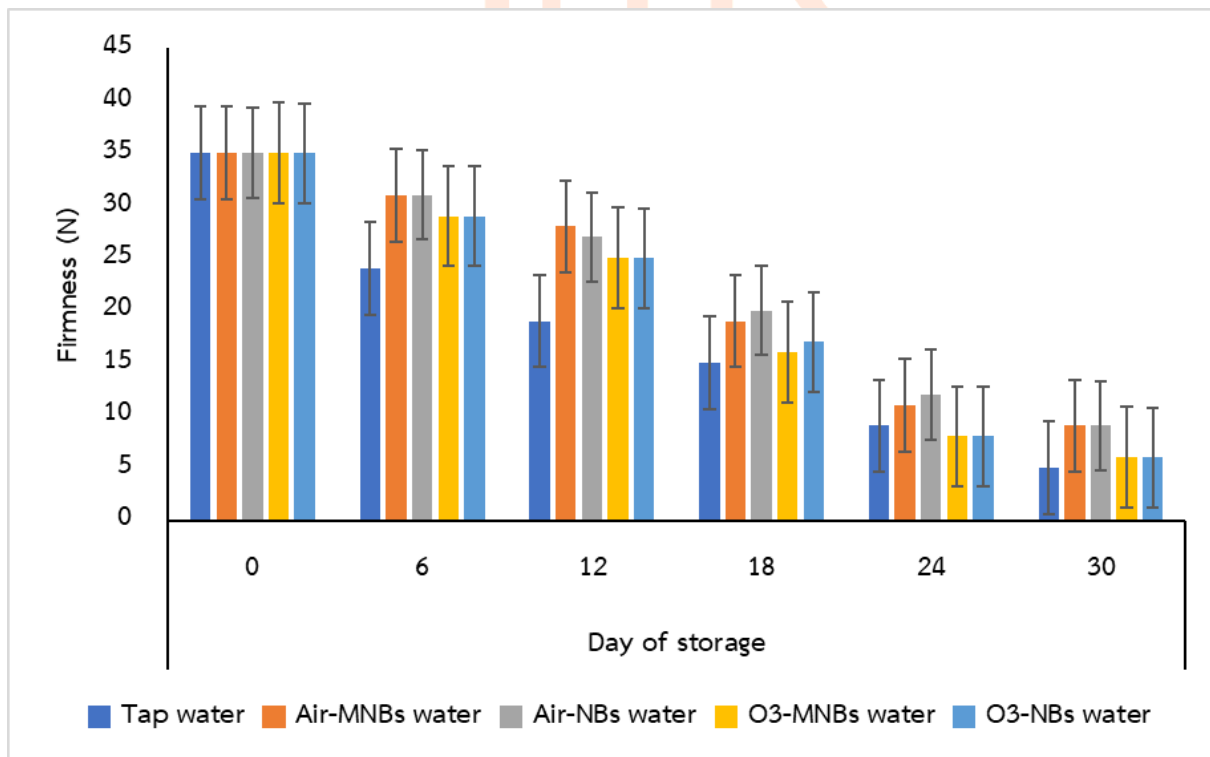
5.3 ผลการศึกษาการยืดอายุของกล้วยหอมทองหลังใช้เทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิล

หลังจากนำตัวอย่างกล้วยหอมทองที่ถูกล้างไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ $14^\circ C$ เป็นระยะเวลา 30 วัน จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวโดยการวัดค่าการสูญเสียน้ำหนัก ค่าความแน่นเนื้อ พบว่า

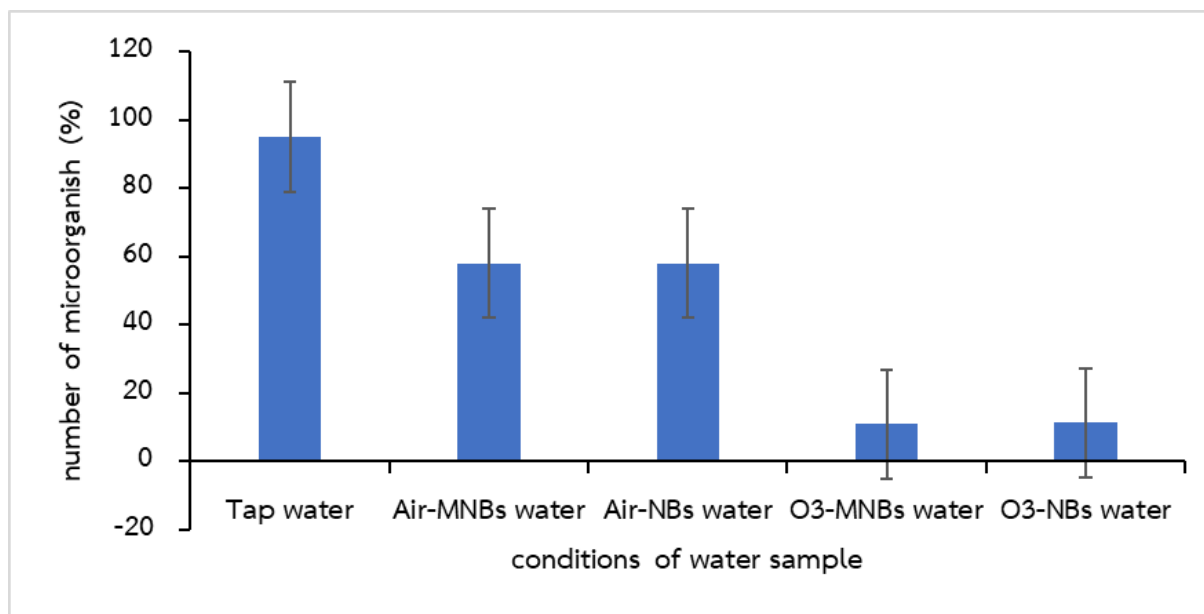
น้ำ air MNBs และ น้ำ air NBs สามารถยืดอายุการเก็บกล้วยหอมได้มากที่สุด พิจารณาจากค่าการสูญเสียน้ำหนักลดน้อยลงอย่างมีนัยสำคัญ คือ ร้อยละ 6.2 และ 6.7 ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 3 เมื่อเทียบกับการแช่ล้างในน้ำ O_3 MNBs และ น้ำ O_3 NBs มีค่าการสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 9 และ 9.5 ส่วนน้ำประปามีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดร้อยละ 10.5 ณ วันที่ 30 ของการเก็บรักษา นอกจากนี้จากการสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสีผิวกล้วย พบว่าการแช่ล้างกล้วยหอมทองในน้ำตัวอย่างไมโครนาโนบับเบิลสามารถชะลอการสุกของกล้วยหอมทองได้



รูปที่ 2 กราฟแสดงการเจริญของเชื้อราบนข้าวกล้องหอมทอง



รูปที่ 3 กราฟแสดงค่าการสูญเสียน้ำหนักของกล้วยหอมทอง ณ อุณหภูมิ 14 °C ระยะเวลา 30 วัน



รูปที่ 4 กราฟแสดงค่าความแน่นเนื้อของกล้วยหอมทอง ณ อุณหภูมิ 14 °C ระยะเวลา 30 วัน

ผลการศึกษการยืดอายุกล้วยหอมทองจากค่าความแน่นเนื้อแสดงในรูปที่ 4 พบว่าในวันที่ 30 กล้วยหอมทองที่แช่ล้างในน้ำ O_3 MNBs น้ำ O_3 NBs นาน 20 นาทีและนำมาเก็บบ่ม 14 °C เป็นเวลานาน 7 วัน มีค่าความแน่นเนื้อค่อนข้างต่ำ เท่ากับ 6.57 และ 6.66 ตามลำดับ รองลงมาคือกล้วยหอมทองที่ล้างโดยใช้น้ำประปามีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 5.67 ในขณะที่น้ำ air MNBs และน้ำ air NBs มีค่าความแน่นเนื้อมากที่สุดเท่ากับ 9.54 และ 9.60

6. อภิปรายผลการวิจัย

การแช่ล้างทำความสะอาดกล้วยหอมทองในน้ำที่ผ่านกระบวนการทำให้เป็นฟองอากาศขนาดเล็กด้วยเทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิลที่ผลิตจากเครื่องกำเนิดฟองอากาศขนาดเล็ก มทร.ล้านนา ด้วยระยะเวลา 20 นาที มีประสิทธิภาพสามารถลดปริมาณของเชื้อราที่ขึ้นที่กล้วยหอมทองได้ โดยอาศัยกลไกของฟองอากาศขนาดเล็กไมโครและนาโนในการเข้าทำลายเชื้อราบนผิวกล้วยหอมทอง การเกิดไฮดรอกไซด์ไอออน รวมทั้งเมื่อเกิดการยุบตัวของฟองก่อให้เกิดความร้อนที่สูงขึ้นส่งผลต่อการสภาวะการที่ไม่มีการถ่ายเทความร้อนเข้าและออกจากระบบและ

กระบวนการสลายตัวทางความร้อนภายในของเชื้อราทำให้เชื้อราเกิดการเสถียรภาพ (Kimura และ Ando, 2002) [20].

จากการศึกษาพบว่าน้ำไอโซนไมโครนาโนบับเบิลและน้ำไอโซนนาโนบับเบิล สามารถลดการเจริญของเส้นใยเชื้อราซึ่งเป็นสาเหตุโรคช้ำหวีเน่าได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับ น้ำประปา น้ำแอร์ไมโครนาโนบับเบิล และน้ำแอร์นาโนบับเบิล

นอกจากการใช้เทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิลสามารถลดการเจริญของเชื้อราได้แล้วยังมีส่วนช่วยรักษาคุณภาพของกล้วยหอมในระหว่างการเก็บรักษา ดังแสดงในผลการทดลองในรูปที่ 3 และ รูปที่ 4 พบว่าค่าการสูญเสียน้ำหนักและค่าความแน่นเนื้อของกล้วยหอมมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับการล้างโดยน้ำประปาเนื่องมาจากการใช้เทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิลช่วยสมานการเกิดบาดแผลที่ผิวกล้วยหอมทำให้แผลที่ผิวกล้วยหอมหายได้เร็วส่งผลต่ออัตราการหายใจของกล้วยที่ลดลงทำให้รักษาคุณภาพของกล้วยหอม สอดคล้องกับงานของจริงแท้ ศิริพานิชและคณะ [21]. นอกจากนี้ยังช่วยลดปริมาณแก๊สออกซิเจนและเพิ่มปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำล้างซึ่งเป็นการยับยั้งการทำงาน

ของเอทิลีนที่กล้วยหอมส่งผลต่อการสุกของกล้วยที่น้อยลง ดังผลการศึกษาของเกริก ปิ่นหนึ่งเพชรและคณะ [22].

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้เทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิลเป็นวิธีที่ปลอดภัยในการลดปริมาณเชื้อราหรืออาจใช้ร่วมกับการใช้แก๊สโอโซน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดการใช้สารเคมีในกระบวนการและสามารถช่วยรักษาคุณภาพและช่วยยืดอายุการเก็บรักษาและระยะเวลาในการวางจำหน่ายของกล้วยหอมทองได้

7. สรุป

การใช้เทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิลมีประสิทธิภาพในการลดเชื้อราที่ขั้วกล้วยและส่งผลต่อการยืดอายุการเก็บกล้วยหอม ส่วนการแช่กล้วยหอมทองด้วยน้ำแอโรไมโครนาโนบับเบิลและน้ำแอโรนาโนบับเบิลสามารถยืดอายุการเก็บกล้วยหอมได้ดีที่สุด โดยมีค่าความแน่นเนื้อและค่าความสูญเสียน้ำหนักในระดับที่ดีรองลงมาคือ น้ำประปา ส่วนการแช่โดยใช้น้ำโอโซนไมโครนาโนบับเบิลและน้ำโอโซนนาโนบับเบิล มีประสิทธิภาพในการยืดอายุการเก็บกล้วยหอมได้น้อย แต่มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเชื้อราที่สูงกว่าน้ำแช่ล้างประเภทอื่นๆ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์สนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภายใต้โครงการจัดการศึกษาเชิงบูรณาการระหว่างการเรียนรู้ในสถานศึกษากับการนำวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมไปพัฒนาและยกระดับผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ชุมชนในพื้นที่ภาคเหนือ 6 จังหวัด ประเภททุนพัฒนาเกษตรอุตสาหกรรม (Agro-Industry: AG) กลุ่มทุนเกษตรอุตสาหกรรมปลายทาง : AG3 และขอขอบคุณวิสาหกิจชุมชนกล้วยเมืองแกนที่ให้การสนับสนุนวัตถุดิบในการทดลอง

ขอขอบคุณความอนุเคราะห์จากศูนย์ความเป็นเลิศทางวิชาการด้านการประยุกต์ใช้ ไฟฟ้าแรงสูงพลาสมาและไมโคร/นาโนบับเบิล เพื่อการเกษตรและการประมง

ชั้นสูง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร หลักสูตรวิศวกรรมสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่ให้ความสะดวกในการใช้อุปกรณ์และห้องปฏิบัติการในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] <https://www.kasetkaoklai.com/home/2017/09/ต้นกล้วยไทยบุกตลาดโลก ค้นคว้าวันที่ 19 มีนาคม 2561>
- [2] Eriksson, J.C. and Ljunggren, S., 1999, On the Mechanically Unstable Free Energy Minimum of a Gas Bubble which is Submerged in Water and Adheres to a Hydrophobic Wall, Colloid and Surface A: Physicochemical and Engineering Aspects, 159: 159–163.
- [3] Kobayashi, F., Ikeura, H., Tamaki, M. and Hayata, Y., 2009a, Application of CO₂ Micro- and Nano-Bubbles at Lower Pressure and Room Temperature to Inactivate Microorganisms in Cut Wakegi (*Allium wakegi* Araki), Acta Horticulturae, 875: 417-424.
- [4] Kobayashi, F., Hayata, Y., Ikeura, Y., Tamaki, M., Muto, N. and Osajima, Y., 2009b, Inactivation of *Escherichia coli* by CO₂ Microbubbles at a Lower Pressure and Near Room Temperature, American Society of Agricultural Engineers, 52: 1621-1626.
- [5] Kimura, T. and Ando, T., 2002, Physical Control of Chemical Reaction by Ultrasonic Waves, Ultrasonic Technology, 14: 7–8.
- [6] Martinez, M.V. and Whitaker, R.J., 1995, The Biochemistry and Control of Enzymatic Browning, Trends in Food Science and Technology, 6: 195-200

- [7] C. Wilasini, C.Chanokpim and T.Kanokporn "Opportunity and Value Development for Thai Bananas," *International Conference on Economics and Business*, IPEDR vol. 9, 2011.
- [8] M. Warapa, K. Pitirat, and T. Sasitorn "Using Sanitizer and Fine bubble Technologies to Enhance Food Safety," *Food security and safety*, 2015.
- [9] N. Pongprasert, N. Tatmala, and V. Srilaong "The Application of Air Micro-and Nano-bubbles in Combination with Sodium Hypochlorite to Inactivate Total Bacteria and Improve the Quality of Fresh – cut Lettuce," *Agricultural Sci J.*, 42(2)(Suppl.) , pp. 61-64, 2012.
- [10] K. Pitirat, T. Sasitorn, and C. Wanee "Effect Micro Bubbles in Washing Process for Microbial Reduction on Fresh Vegetables," *Food Science & Technology* , 2015.
- [11] P.J. Cullen, B.K. Tiwari and C.P.O'Donnell "Modelling approaches to ozone processing of liquid foods," *Trends in Food Science & Technology*, 20(2009) , 125-136 , 2009.
- [12] B.G. Yershov, P.V. MoroZov and A.V.Gordeev "Kinetic Regularities of Ozone Decomposition in Water," *Journal of Water Chemistry and Technology*, vol. 31, No. 6, 381-388 , 2009
- [13] H. Sae, A. Shinichi and T. Masayoshi "Effects of ozone nano-bubble water on periodontopathic bacteria and oral cells-in vitro studies," *Science and Technology of Advanced Materials*, 2014
- [14] F. Akiko., A. Shinichi and M. Yoshihiro "Comparative Analysis of Effects of Ozone Nano-Bubble Water (NBW₃) with Established Antimicrobials Bactericidal Efficacy and Cellular Response An In vitro Study," *J Oral Tissue English*, 10(3):131-141, 2013
- [15] N. Chaitara., S. Acharya. and S. Sitthisuntorn "Reduction of Carbendazim in Chinese Chives and Re-absorption from Washing Solution Using Methods of Department of Agriculture," *Journal of Science and Technology*, 2016
- [16] T. Sukanya., V. Srisamai. and D. Nongyao "Comparison of the International Standards Organization Reference Method and Lactose Peptone, 2003
- [17] Broth for the Detection of Coliform Bacteria and Escherichia coli in Water from the Animal Farms," *Journal of Science and Technology*, 2014
- [18] ห้องสมุดความรู้การเกษตร. การล้างผัก. [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร; [เข้าถึงเมื่อ 12 ตุลาคม 2561]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.doae.go.th/library/>.
- [19] Marriot, J., 1980, Bananas Physiology and Biochemistry of Storage and Ripening for Optimum Quality, CRC Critical Review of Food Science and Nutrition, 13: 41-88.
- [20] Kimura, T. and Ando, T., 2002, Physical Control of Chemical Reaction by Ultrasonic Waves, Ultrasonic Technology, 14: 7-8.
- [21] จริ่งแท้ ศิริพานิช. 2537. วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวทางพืชสวน ตอนที่ 1 สรีรวิทยาของผลผลิตหลังเก็บเกี่ยวเอกสารประกอบการอบรม เรื่อง วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวทางพืช. หน้า 86

- [22] เกริก ปันแห่งเพชร. 2533. สรีรวิทยาเบื้องต้น (ตอนที่ 1). ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 77
- [23] สุเทพ นิยมญาติ, 2553.ผลของโอโซนต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของส้มโอตัดแต่งพร้อม บริโภค ในระหว่างการเก็บรักษา. ปริญญาวิทยา ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัย ศิลปากร
- [24] ดวงธิดา ชุมทอง และคณะ, 2549. ผลของการใช้ โอโซนในการควบคุมโรงหลังการเก็บเกี่ยวของ เงาะ พุเรียน.หน่วยวิจัยไม้ผลเขตร้อน สำนักวิชา เทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์



การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในมะไฟจีน

ดร.ณัฏฐ์ แซ่เซิน¹ ชลลดา รินคำ¹ เจนจิรา ลานแก้ว² วิรัตน์ วิสุมิธธาดา² และ สุภาวดี ศรีแย้ม^{1*}

¹ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน

² สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน

59 หมู่ 13 ตำบลฝายแก้ว อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน 55000

รับบทความ 30 ตุลาคม 2561 ดอกรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 1 กรกฎาคม 2563

© 2020 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

บทคัดย่อ

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของมะไฟจีน (*Clausena lansium* (Lour.) Skeels) โดยทำการแยกและสกัดสารในตัวอย่างของมะไฟจีน ด้วยตัวทำละลายเอทานอลและน้ำ นำมาศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยวิธี Folin-ciocalteu และศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity, 2,2'-azino-bis,3-ethylbenz thiazoline-6-sulphonic acid (ABTS) radical cation decolorization assay และ ferric ion reducing antioxidant power (FRAP) assay จากผลการศึกษา พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดจากเปลือกมะไฟจีนที่สกัดด้วยน้ำมีปริมาณมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 61.954 ± 0.896 mg gallic acid equivalent (GAE) / g extract นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH, ABTS และ FRAP พบว่า สารสกัดจากเปลือกมะไฟจีนที่สกัดด้วยน้ำให้ค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สูงสุดเช่นกัน เมื่อเทียบกับสารสกัดจากตัวอย่างส่วนอื่นของมะไฟจีน มีค่าเท่ากับ 23.738 ± 0.090 , 284.788 ± 21.990 และ 157.508 ± 10.634 mg trolox equivalent (TE) / g extract ตามลำดับ จากผลการศึกษานี้พบว่าเปลือกมะไฟจีนซึ่งเป็นส่วนเหลือทิ้งในกระบวนการแปรรูปอาหาร สามารถตรวจวิเคราะห์พบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและสารต้านอนุมูลอิสระ นอกจากนี้เปลือกมะไฟจีนยังมีสารสำคัญและอาจนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอื่นต่อไปได้

คำสำคัญ: มะไฟจีน, สารประกอบฟีนอลิก, สารต้านอนุมูลอิสระ

Determination of Phenolic Compounds and Antioxidant Activity in Wampee (*Clausena lansium* (Lour.) Skeels)

Darun Sae-chan¹ Chollada Rinkham¹ Jenjira Lankaew²
Virun Visutthithada² and Supawadee Sriyam^{1*}

¹ Department of Agro-Industry, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna

² Department of Science, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna

59 Moo 13 Faikaew Sub-district, Phupiang District, Nan Province, 55000

Received: 30 October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 1 July 2020

© 2020 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved

Abstract

The objective of this study is to determine the amount of total phenolic compounds and its antioxidant activity from wampee (*Clausena lansium* (Lour.) Skeels). The compounds were isolated and extracted by using ethanol and water. Total phenolic contents were then determined by using Folin-ciocalteu method. The antioxidant activities of the extracts were investigated by 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity, 2,2'-azino-bis(3-ethylbenz thiazoline-6-sulphonic acid (ABTS) radical cation decolorization assay and ferric ion reducing antioxidant power (FRAP) assay. The result showed that the water extract from wampee peel had the highest amount of total phenolic compounds at 61.954 ± 0.896 mg gallic acid equivalent (GAE) / g extract. The determination of antioxidant activities by DPPH, ABTS and FRAP found that the highest activities from wampee peel extracts using water were 23.738 ± 0.090 , 284.788 ± 21.990 and 157.508 ± 10.634 mg trolox equivalent (TE) / g extract, respectively. The findings suggested that the waste products of wampee seeds could be analysed the phenolic compounds and natural antioxidants. Moreover, the active compounds in wampee seeds might be useful for other industrial applications.

Keywords: Wampee, Phenolic compounds, Antioxidant

1. บทนำ

มะไฟจีน (*Clausena lansium* (Lour.) Skeels) มีชื่อสามัญว่า Wampee เป็นพืชที่อยู่วงศ์เดียวกับส้ม ไม่ได้อยู่ในวงศ์เดียวกับมะไฟ จัดเป็นผลไม้ที่มีอยู่เฉพาะท้องถิ่นโดยเฉพาะในจังหวัดน่าน โดยสันนิษฐานว่าคนจีนเป็นผู้นำมาปลูกในประเทศไทยที่จังหวัดน่านเมื่อประมาณ 100 ปีที่ผ่านมา ทำให้จังหวัดน่านเป็นแหล่งปลูกมะไฟจีนแหล่งใหญ่แห่งเดียวในประเทศไทย (แสงแก้ว, 2537) มะไฟจีนจึงถือว่าเป็นผลไม้ที่เป็นเอกลักษณ์ของจังหวัดน่าน โดยมีการเพาะปลูกตามพื้นที่ที่ติดบริเวณริมแม่น้ำน่านเป็นส่วนใหญ่ ทั้งนี้เนื่องจากมะไฟจีนชอบดินร่วนปนทรายโดยมีการปลูกตั้งแต่อำเภอปัว อำเภอท่าวังผา อำเภอเมืองน่าน อำเภอเวียงสา และปลูกมากที่อำเภอกู่เพียง มะไฟจีนจัดเป็นสมุนไพร มีคุณสมบัติในการรักษาโรคกระเพาะ แก้อืดท้องเฟ้อ แก้อาการท้องอืด ช่วยเจริญอาหาร ช่วยลดอาการไอ ละลายเสมหะ ทำให้ชุ่มคอ ใบสามารถนำมาใช้ในการจัดรังแค (บัณฑิต, 2549) และด้วยสรรพคุณของมะไฟจีนที่มีมาก ทำให้คนส่วนใหญ่นิยมรับประทานมะไฟจีนทั้งแบบผลสด และที่แปรรูป โดยการแปรรูปทำโดยเป็นมะไฟจีนเชื่อมแห้ง มะไฟจีนกวน น้ำมะไฟจีน เป็นต้น โดยการรับประทานมะไฟจีนจะรับประทานตรงส่วนที่เป็นเปลือกและเนื้อ และจะทิ้งส่วนที่เป็นเมล็ดไป

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพโดยวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในตัวอย่างมะไฟจีน

3. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

มะไฟจีน เป็นพืชตระกูลส้มชนิดหนึ่ง ลักษณะคล้ายมะไฟ ในภาษาจีนเรียกว่า หวงผี แปลว่า ผลไม้ผิวสีเหลือง (พิรศักดิ์, 2544) ไม่ผลชนิดนี้ออกผลเป็นพวงคล้ายกับมะไฟทั้งขนาดและรูปลักษณ์ โดยที่มะไฟจัดอยู่ในวงศ์ Phyllanthaceae (นิดดา และทวีทอง, 2550) ในขณะที่มะไฟจีนอยู่ในวงศ์ Rutaceae ซึ่งเป็นจัดอยู่ในวงศ์ส้มกลุ่มเดียวกับส้มเขียวหวาน ส้มโอ มะกรูด มะนาว อยู่ใน

สกุล Clausena และอยู่ในสปีชีส์ *lansium* มีชื่อพยานามว่า *Clausena lansium* (Lour.) Skeels (พิรศักดิ์, 2544) มะไฟจีนเป็นผลไม้ที่มีอยู่เฉพาะท้องถิ่นมะไฟจีนไม่ใช่ไม้ที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศไทย สันนิษฐานว่า ชาวจีนเป็นผู้นำเข้ามาปลูกในประเทศไทยเป็นชาติแรกที่จังหวัดน่านเมื่อเกือบ 100 ปีที่ผ่านมา แต่ไม่มีการยืนยันว่าปลูกที่ใดเป็นแห่งแรกอย่างไรรันั้น จังหวัดน่านเป็นแหล่งปลูกมะไฟจีนแหล่งใหญ่แห่งเดียวในประเทศไทย (เปรม, 2556)

สารประกอบฟีนอลิก เป็นสารที่พบได้ตามธรรมชาติในพืชผัก และผลไม้ ซึ่งถูกสร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ในการเจริญเติบโต สารประกอบฟีนอลิกมีโภชนเภสัช ซึ่งมีคุณสมบัติที่ดีต่อสุขภาพ คือ มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) สามารถละลายได้ในน้ำ (พิมพ์เพ็ญและนิธิยา, 2553) ซึ่งปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกในอาหาร และเครื่องดื่มที่มาจากพืชผักและผลไม้จะแตกต่างกันออกไปตามชนิดของพืช วิธีการปลูก ระดับความสุก กระบวนการแปรรูป และการเก็บ การใช้ความร้อนในกระบวนการแปรรูปมีส่วนทำให้ปริมาณสารฟีนอลิกลดลง (เนตรนภา และเฉลิม, 2557) สารประกอบฟีนอลิกที่พบในธรรมชาติมีมากมายหลายชนิด และมีลักษณะสูตรโครงสร้างทางเคมีที่แตกต่างกันตั้งแต่กลุ่มที่มีโครงสร้างอย่างง่าย เช่น กรดฟีนอลิก (Phenolic acids) ไปจนถึงกลุ่มที่มีโครงสร้างเป็นพอลิเมอร์ เช่น ลิกนิน (Lignin)

สารต้านอนุมูลอิสระ คือสารที่ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้พวกอนุมูลอิสระก่อตัวขึ้น โดยจะทำการยับยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ของอนุมูลอิสระ และหยุดการก่อตัวใหม่ของอนุมูลอิสระ ช่วยซ่อมแซมความเสียหายที่เกิดจากตัวอนุมูลอิสระที่ไปทำลายเซลล์ต่างๆในร่างกาย รวมทั้งช่วยกำจัดและแทนที่โมเลกุลที่ถูกทำลาย (Photong, 2014) สารต้านอนุมูลอิสระถือว่ามีสำคัญต่อกระบวนการออกซิไดซ์อนุมูลอิสระหรือสามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ โดยในสิ่งมีชีวิตจะมีระบบการป้องกันการทำลายเซลล์และเนื้อเยื่อจากอนุมูลอิสระ ประกอบด้วยสารต้านอนุมูลอิสระมากมายหลายชนิดที่ทำหน้าที่แตกต่างกันไป ซึ่งมีทั้งที่เป็นเอนไซม์และไม่เอนไซม์ สารประกอบที่ละลายในน้ำและสารประกอบที่ละลายในไขมัน โดยสารต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้มีกลไกการทำงาน

ต้านอนุมูลอิสระหลายแบบ เช่น ดักจับอนุมูลอิสระ (Radical scavenging) การยับยั้งการทำงานของออกซิเจนที่ขาดอิเล็กตรอน (Singlet oxygen quenching) จับกับโลหะที่สามารถเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ (Metal chelation) หยุดปฏิกิริยาการสร่างอนุมูลอิสระ (Chain-breaking) เสริมฤทธิ์ (Synergism) และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ (Enzyme inhibition) ที่เร่งปฏิกิริยาอนุมูลอิสระ เป็นต้น (เจนจิรา และประสงค์, 2554)

ปัจจุบันมีรายงานผลการวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกและสารต้านอนุมูลในพืชผักหลายชนิด (เนตรนภา, 2557; Benamrouchea, 2013) รวมทั้งพืชตระกูลส้ม รุ่งทิพา (2549) รายงานผลการวิจัยพบว่าในส่วนของเปลือกส้มเขียวหวานมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและสารต้านอนุมูลอิสระในปริมาณที่สูงกว่าในส่วนอื่นๆ แต่ยังไม่พบการรายงานผลในมะไฟจีนซึ่งเป็นพืชเอกลักษณ์ของจังหวัดน่าน ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในตัวอย่างมะไฟจีนเพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และเป็นประโยชน์แก่อุตสาหกรรมต่างๆ อีกทั้งยังเป็นข้อมูลเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับส่วนที่เหลือทิ้งได้อีกด้วย

4. วิธีการวิจัย

4.1 การเตรียมวัตถุดิบ

ตัวอย่างมะไฟจีนนำมาแยกเอากิ่งก้านออกล้างด้วยน้ำสะอาด แยกออกเป็นส่วนต่างๆ 4 ส่วน คือ ส่วนของเปลือกมะไฟจีน เนื้อมะไฟจีน เมล็ดมะไฟจีน และเปลือกติดเนื้อมะไฟจีน จากนั้นนำส่วนต่างๆ ไปอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส วัดค่าความชื้นสุดท้าย ร้อยละ 9-12 แล้วนำมาบดละเอียดโดยใช้เครื่องบดแห้ง แล้วนำตัวอย่างที่บดละเอียดมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 355 ไมโครเมตร นำใส่ไว้ในภาชนะปิดสนิท เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 2-5 องศาเซลเซียสจนกว่าจะนำมาวิเคราะห์

4.2 การสกัดสารตัวอย่าง

นำตัวอย่างแต่ละส่วน ได้แก่ เปลือกมะไฟจีน เนื้อมะไฟจีน เมล็ดมะไฟจีน และเปลือกติดเนื้อมะไฟจีน มาชั่ง 10 กรัม สกัดด้วยเอทานอลบริสุทธิ์ ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ส่วนการสกัดโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย ใช้น้ำร้อนอุณหภูมิ 95-98 องศาเซลเซียส ปริมาตร 50 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าสารแนวนอนที่ความเร็วรอบ 120 รอบต่อนาที นาน 1 ชั่วโมงแล้วนำมาแยกเอาส่วนกากออกโดยใช้เครื่องปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 8000 รอบต่อนาที เป็นเวลานาน 10 นาที ตัวอย่างที่สกัดด้วยเอทานอลนำส่วนใสที่ได้จากการสกัดเข้าเครื่องกลั่นระเหยสารสูญญากาศ เพื่อระเหยตัวทำละลายเอทานอลออกจากสารสกัด จากนั้นนำมาทำแห้งโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง เก็บรักษาตัวอย่างที่สกัดได้ไว้ในตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสจนกว่าจะนำมาวิเคราะห์ต่อไป

4.3 การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu

ปีเปตสารละลายตัวอย่างที่สกัดได้ในแต่ละส่วน ปริมาตร 0.50 มิลลิลิตร มาทำปฏิกิริยากับสารละลายโฟลีนปริมาตร 0.50 มิลลิลิตรและน้ำกลั่นปริมาตร 9.50 มิลลิลิตร เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้น (10%w/v) ปริมาตร 2.00 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วเก็บไว้ในที่มืด ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที เมื่อเกิดปฏิกิริยาจะเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีน้ำเงินแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (ใช้เอทานอลบริสุทธิ์เป็นสารละลายบลังก์) โดยทดลอง 3 ซ้ำ นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดโดยอาศัยการคำนวณจากสมการมาตรฐานกรดแกลลิก ในช่วง 10- 250 มิลลิกรัมต่อลิตร และคำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในหน่วย mg gallic acid equivalent (GAE)/g extract (Kosasu และคณะ, 2015)

4.4 การวิเคราะห์การต้านอนุมูลอิสระ

4.4.1 การวิเคราะห์การต้านอนุมูลอิสระด้วย

วิธี 2,2-Diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical

ปีเปตสารละลายตัวอย่างมะไฟจีนในแต่ละส่วนที่สกัดได้ปริมาตร 1.00 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่มีสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลต่อลิตร ปริมาตร 1.50 มิลลิลิตร เขย่าเป็นเวลา 3 นาที จากนั้นเก็บในที่มืด ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที สีจากการทำปฏิกิริยาจะอ่อนลง เกิดจากการลดลงของความเข้มข้นของ DPPH นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร โดยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (ใช้เอทานอลบริสุทธิ์เป็นสารละลายเบส) โดยทดลอง 3 ซ้ำ นำค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่าง โดยอาศัยการคำนวณจากสมการมาตรฐานโทรลอกซ์ในช่วง 1-25 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งค่าที่ได้แสดงเป็น mg Trolox equivalent (TE) / g extract (ปริญญา และอมรรัตน์, 2556)

4.4.2 การวิเคราะห์การต้านอนุมูลอิสระด้วย

วิธี 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) cation radical scavenging assay (ABTS) free radical scavenging activity

วิธีวิเคราะห์ ABTS ดัดแปลงมาจาก ศิริพรและคณะ (2550) ปีเปตสารละลายตัวอย่างมะไฟจีนในแต่ละส่วนที่สกัดได้ปริมาตร 1.00 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่มีสารละลาย ABTS* radical solution (ผสมสารละลาย ABTS ความเข้มข้น 7.00 มิลลิโมลต่อลิตร และสารละลายโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต ($K_2S_2O_8$) ความเข้มข้น 2.45 มิลลิโมลต่อลิตร ในอัตราส่วน 1:1 ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องในที่มืด 12-16 ชั่วโมง) ปริมาตร 1.00 มิลลิลิตร เก็บไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร โดยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (ใช้เอทานอลบริสุทธิ์เป็นสารละลายเบส) นำค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่าง โดยอาศัยการคำนวณจากสมการมาตรฐานโทรลอกซ์ในช่วง 1-40 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งค่าที่ได้แสดงเป็น mg TE / g extract

4.4.3 การวิเคราะห์การต้านอนุมูลอิสระด้วย

วิธี Ferric reducing ability power (FRAP)

ปีเปตสารละลายตัวอย่างมะไฟจีนในแต่ละส่วนที่สกัดได้ปริมาตร 1.00 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่มีสารละลาย FRAP reagent (300 มิลลิโมลต่อลิตร Acetate buffer, pH 3.6) สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ 20 มิลลิโมลต่อลิตร และ 10 มิลลิโมลต่อลิตร 2,4,6-tripyridyl-3-triazine (TPTZ) ในอัตราส่วน 10:1:1 (v/v/v) ปริมาตร 1.00 มิลลิลิตร เก็บในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 4 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร โดยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (ใช้เอทานอลบริสุทธิ์เป็นสารละลายเบส) นำค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่างโดยอาศัยการคำนวณจากสมการมาตรฐานโทรลอกซ์ในช่วง 5-60 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งค่าที่ได้แสดงเป็น mg TE / g extract (สถาพร และคณะ, 2557)

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) แบบ Complete Randomized Design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดจากส่วนต่างๆของมะไฟจีนที่สกัดด้วยน้ำและเอทานอลเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานกรดแกลลิก (gallic acid) (ตารางที่ 1) พบว่า สารสกัดจากเปลือกที่สกัดด้วยน้ำมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด เท่ากับ 61.954 ± 0.896 mg gallic acid equivalent (GAE)/g extract รองลงมา คือ สารสกัดจากเปลือกติดเนื้อที่สกัดด้วยน้ำ สารสกัดจากเปลือกที่สกัดด้วยเอทานอล สารสกัดจากเปลือกติดเนื้อที่สกัดด้วยเอทานอล สารสกัดจากเมล็ดที่สกัดด้วยเอทานอล สารสกัดจากเนื้อที่สกัดด้วยน้ำ สารสกัดจากเมล็ดที่สกัดด้วยน้ำ และ

สารสกัดจากเนื้อที่สกัดด้วยเอทานอล มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 35.007 ± 0.356 , 9.572 ± 0.570 , 8.111 ± 0.381 , 6.280 ± 0.206 , 3.517 ± 0.407 , 2.399 ± 0.381 และ 0.476 ± 0.000 mg GAE / g extract ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

5.2 ผลการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ของสารสกัดจากส่วนต่างๆของมะไฟจีนที่สกัดด้วยน้ำและเอทานอล โดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานโทรลอกซ์ (ตารางที่ 2) พบว่า สารสกัดจากเปลือกที่สกัดด้วยน้ำมีปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุด เท่ากับ 23.738 ± 0.090 mg trolox equivalent (TE) / g extract รองลงมา คือ สารสกัดจากเปลือกติดเนื้อที่สกัดด้วยน้ำ สารสกัดจากเปลือกที่สกัดด้วยเอทานอล สารสกัดจากเปลือกติดเนื้อที่สกัดด้วยเอทานอล สารสกัดจากเนื้อที่สกัดด้วยเอทานอล สารสกัดจากเนื้อที่สกัดด้วยน้ำ สารสกัดจากเมล็ดที่สกัดด้วยเอทานอล และสารสกัดจากเมล็ดที่สกัดด้วยน้ำ มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 16.163 ± 0.153 , 15.530 ± 0.217 , 12.432 ± 0.398 , 5.881 ± 0.134 , 4.295 ± 0.940 , 3.462 ± 0.066 และ 0.879 ± 0.248 mg TE / g extract ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

5.3 ผลการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS

การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS ของสารสกัดจากส่วนต่างๆของมะไฟจีนที่สกัดด้วยน้ำและเอทานอลโดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานโทรลอกซ์

(ตารางที่ 3) พบว่า สารสกัดจากเปลือกมะไฟจีนที่สกัดด้วยน้ำมีปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS สูงที่สุด เท่ากับ 284.788 ± 21.990 mg TE / g extract รองลงมา คือ สารสกัดจากสารสกัดจากเปลือกติดเนื้อที่สกัดด้วยน้ำ สารสกัดจากเปลือกที่สกัดด้วยเอทานอล สารสกัดจากเปลือกติดเนื้อที่สกัดด้วยเอทานอล สารสกัดจากเนื้อที่สกัดด้วยน้ำ สารสกัดจากเมล็ดที่สกัดด้วยเอทานอล สารสกัดจากเมล็ดที่สกัดด้วยน้ำ และสารสกัดจากเนื้อที่สกัดด้วยเอทานอล มีปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS เท่ากับ 138.313 ± 8.643 , 33.591 ± 2.986 , 23.708 ± 2.334 , 22.829 ± 2.413 และ 21.558 ± 2.002 mg TE / g extract ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

5.4 ผลการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP

การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP ของสารสกัดจากส่วนต่างๆของมะไฟจีนที่สกัดด้วยน้ำและเอทานอลโดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานโทรลอกซ์ (ตารางที่ 4) พบว่า สารสกัดจากเปลือกที่สกัดด้วยน้ำมีปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ FRAP สูงที่สุด เท่ากับ 157.508 ± 10.634 mg TE / g extract รองลงมา คือ สารสกัดจากสารสกัดจากเปลือกติดเนื้อที่สกัดด้วยน้ำ สารสกัดจากเปลือกที่สกัดด้วยเอทานอล สารสกัดจากเปลือกติดเนื้อที่สกัดด้วยเอทานอล สารสกัดจากเนื้อที่สกัดด้วยน้ำ สารสกัดจากเมล็ดที่สกัดด้วยเอทานอล สารสกัดจากเนื้อที่สกัดด้วยเอทานอล และสารสกัดจากเมล็ดที่สกัดด้วยน้ำ มีปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ FRAP เท่ากับ 66.021 ± 5.758 , 30.492 ± 0.411 , 28.062 ± 0.607 , 11.641 ± 0.186 , 11.571 ± 0.601 , 9.890 ± 0.261 และ

ตารางที่ 1 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในตัวอย่างมะไฟจีนส่วนต่างๆ

ตัวอย่าง	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (mg GAE / g extract)	
	สกัดด้วยน้ำ	สกัดด้วยเอทานอล
เปลือก	61.954 ± 0.896 ^a	9.572 ± 0.570 ^c
เนื้อ	3.517 ± 0.407 ^f	0.476 ± 0.000 ^h
เมล็ด	2.399 ± 0.381 ^g	6.280 ± 0.206 ^e
เปลือกติดเนื้อ	35.007 ± 0.356 ^b	8.111 ± 0.381 ^d

หมายเหตุ: ^{a,b,c,d,e,f,g,h} แสดงถึงความแตกต่างของชุดข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ตารางที่ 2 ปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในตัวอย่างมะไฟจีนส่วนต่างๆ

ตัวอย่าง	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH (mg TE / g extract)	
	สกัดด้วยน้ำ	สกัดด้วยเอทานอล
เปลือก	23.738 ± 0.090 ^a	15.530 ± 0.217 ^b
เนื้อ	4.295 ± 0.940 ^e	5.881 ± 0.134 ^d
เมล็ด	0.879 ± 0.248 ^g	3.462 ± 0.066 ^f
เปลือกติดเนื้อ	16.163 ± 0.153 ^b	12.432 ± 0.398 ^c

หมายเหตุ: ^{a,b,c,d,e,f,g} แสดงถึงความแตกต่างของชุดข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ตารางที่ 3 ปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS ในตัวอย่างมะไฟจีนส่วนต่างๆ

ตัวอย่าง	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS (mg TE / g extract)	
	สกัดด้วยน้ำ	สกัดด้วยเอทานอล
เปลือก	284.788 ± 21.990 ^a	33.591 ± 2.986 ^c
เนื้อ	23.708 ± 2.334 ^c	7.608 ± 0.812 ^d
เมล็ด	21.558 ± 2.002 ^c	22.829 ± 2.413 ^c
เปลือกติดเนื้อ	138.313 ± 8.643 ^b	26.705 ± 0.513 ^c

หมายเหตุ: ^{a,b,c,d} แสดงถึงความแตกต่างของชุดข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ตารางที่ 4 ปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ FRAP ในตัวอย่างมะไฟจีนส่วนต่างๆ

ตัวอย่าง	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ FRAP (mg TE / g extract)	
	สกัดด้วยน้ำ	สกัดด้วยเอทานอล
เปลือก	157.508 ± 10.634 ^a	30.492 ± 0.411 ^c
เนื้อ	11.641 ± 0.186 ^d	9.890 ± 0.261 ^d
เมล็ด	7.526 ± 0.000 ^d	11.571 ± 0.601 ^d
เปลือกติดเนื้อ	66.021 ± 5.758 ^b	28.062 ± 0.607 ^c

หมายเหตุ: ^{a,b,c,d} แสดงถึงความแตกต่างของชุดข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

7.526 ± 0.000 mg TE / g extract ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

6. อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในตัวอย่างมะไฟจีนส่วนต่างๆ นั้น พบว่าทุกส่วนของผลมะไฟจีนมีสารประกอบฟีนอลิกรวมทั้งในเมล็ดแต่สารสกัดจากเปลือกมะไฟจีนมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดที่มีในปริมาณสูงที่สุด โดยปกติสารประกอบฟีนอลิกจากพืชผักและผลไม้จะแตกต่างกันไปขึ้นกับชนิดของพืช นอกจากนี้สอดคล้องกับงานวิจัยที่พบสารประกอบฟีนอลิกในสกัดจากเปลือกของส้มโอ 3 สายพันธุ์ คือ ทับทิมสยาม ทองดี และขาวน้ำผึ้ง โดยผู้วิจัยแยกส่วนต่างๆ ของส้มโอเพื่อวิเคราะห์ได้แก่ เปลือกนอกเปลือกใน เนื้อเยื่อ น้ำคั้น และเมล็ด เช่นกัน ซึ่งพบว่า ในการวิเคราะห์สารสำคัญส่วนใหญ่ส้มโอสายพันธุ์ทับทิมสยามที่มีปริมาณสารสำคัญมากที่สุด รองลงมาคือส้มโอพันธุ์ทองดี และขาวน้ำผึ้ง ตามลำดับ สำหรับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในส่วนเนื้อเยื่อจากส้มโอทั้ง 3 ชนิดมีปริมาณมากที่สุด(บัณฑิตวรรณ และคณะ ,2559)

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของมะไฟจีนส่วนต่างๆ ด้วยวิธี DPPH ABTS และ FRAP พบว่าเมื่อเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากตัวอย่างแต่ละส่วนที่แยกได้พบว่าสารสกัดจากส่วนของเปลือกมะไฟจีนที่สกัดด้วยน้ำมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด รองลงมาเปลือกติดเนื้อ เนื้อ และ เมล็ด ผลการวิเคราะห์สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในส่วนต่างๆ ของส้มโอ ก็พบว่าในส่วนเปลือกพืชตระกูลส้มให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดีที่สุดในขณะที่ส่วนของเมล็ดให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุดเช่นกัน (บัณฑิตวรรณ และคณะ ,2559; รุ่งทิพา, 2549; Thaipong และคณะ, 2006; Benamrouchea และ Madani, 2013) จากการศึกษาถึงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในมะไฟจีน ซึ่งน่าจะมียาพิษและความสัมพันธ์กับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่พบในตัวอย่างของแต่ละส่วนของมะไฟจีน ทั้งนี้สารละลายที่ใช้ในการสกัดมีผลต่อการสกัดสารสำคัญ ในตัวอย่างเพื่อหาสารละลายที่เหมาะสมในการสกัดต่อไป

7. สรุป

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในตัวอย่างมะไฟจีนที่แยกออกมาเป็นส่วนต่างๆ ได้แก่ เปลือกมะไฟจีน เนื้อมะไฟจีน เมล็ดมะไฟจีน และเปลือกติดเนื้อมะไฟจีนและสกัดด้วยตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ น้ำ และ เอทานอล จากผลการวิเคราะห์พบว่าสารสกัดจากเปลือกมะไฟจีนที่สกัดด้วยน้ำ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 61.954 ± 0.0896 mg GAE / g extract สำหรับการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH, ABTS และ FRAP พบว่าสารสกัดจากเปลือกมะไฟจีนที่สกัดด้วยน้ำ มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระ การรีดิวซ์ การจับโลหะสูงที่สุดโดยการวิเคราะห์ทั้ง 3 วิธี ได้แก่ DPPH, ABTS และ FRAP มีค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 23.738 ± 0.090 , 284.788 ± 21.990 และ 157.000 ± 10.634 mg TE / g extract ตามลำดับ จากการศึกษาในครั้งนี้สรุปได้ว่ามะไฟจีนประกอบไปด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่ดี ดังนั้นมะไฟจีนจึงเป็นผลไม้ชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพในการนำมาศึกษาและวิจัยต่อยอดในด้านอื่นๆ ได้ต่อไป เช่นเภสัชวิทยา อุตสาหกรรมอาหาร เป็นต้น และยังเป็นการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจแก่ผลไม้เอกลักษณ์ของจังหวัดน่านอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพ และสาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน ที่ให้การสนับสนุนการดำเนินงานทำให้วิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] เจนจิรา จิรัมย์ และประสงค์ สีหามาน. (2554). อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ: แหล่งที่มาและกลไกการเกิดปฏิกิริยา. *อ้างโดย* บุหรณ์ พันธุ์สวรรค์. 2556. อนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระ และการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ. *วารสาร*

- วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยพะเยา.**
21(3): 278.
- [2] นิตดา หงส์วิวัฒน์ และทวีทอง หงส์วิวัฒน์. (2550). **มะไฟในผลไม้ 111 ชนิด: คุณค่าอาหารและการกิน.** แสงแดด, กรุงเทพมหานคร. หน้า 169-170.
- [3] บัณฑิตวรรณ ฐระพระ จันทนา บุญยะรัตน์ เยาวเรศ ชูลิขิต และสุภาวดี ดาวดี. (2559). การวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญและฤทธิ์ด้านออกซิเดชันในส้มโอ. **วารสารเภสัชศาสตร์อีสาน 11(ฉบับพิเศษ):** 80-91.
- [4] เนตรนภา เมยกลาง และเฉลิม เรื่องวิริยะชัย. (2557). **การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในเครื่องดื่มน้ำผลไม้.** วิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาโท, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [5] พิรศักดิ์ วรสุนทรโสธ. (2544). **ทรัพยากรพืชในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ 2: ไม้ผลและไม้ผลเคี้ยวมัน.** [ออนไลน์] ได้จาก : <https://th.wikipedia.org>.
- [6] บัณฑิต บุญศิลป์ ไทย. (2549). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริม สุขภาพจากสาหร่ายไคและมะไฟจีน.** [ออนไลน์] ได้จาก : <http://www.clinictechmost.go.th>
- [7] ปริญญา มูลสิน และอมรรัตน์ วงษ์กลม. (2556). **การ ศึกษาผลของการใช้สารสกัดจากสาหร่ายเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง.** สาขาวิชาชีววิทยาและสาขาวิชาเคมี, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- [8] เปรม สุริยศ. (2556). **มะไฟจีน.** [ออนไลน์] ได้จาก : <https://tonprame10.wordpress.com>. พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนานนท์. (2553).
- [9] **Phenolic compounds/สารประกอบฟีนอลิก.** [ออนไลน์] ได้จาก : <http://www.foodnetworksolution.com>.
- [10] รุ่งทิวา วงศ์ไพศาลฤทธิ์. (2549). **สมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเปลือกและเมล็ดส้มเขียวหวาน.** วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร, สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครใต้.
- [11] ศิริพร โอโกนิกิ ชฎารัตน์ ดวงรัตน์ สมบัติ เขาวน พูนผล และ ทรงยศ อนุชปรีดา. (2550). **โครงการ การวิจัยสารต้านอนุมูลอิสระจากสมุนไพรไทย.** สาขาวิทยาศาสตร์เภสัชกรรม, คณะเภสัชศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [12] สถาพร สัตย์เชื้อ สุชาลินี ทัพพสารพงศ์ และธีรศักดิ์ ดำรงรุ่งเรือง. (2557). **การตรวจคัดกรองฤทธิ์ด้านออกซิเดชันและฤทธิ์กระตุ้นการสร้างคอลลาเจนในเซลล์ไฟโบรบลาสต์จากช่องปากของสารสกัดจากพืช.** The 6th Annual Northeast Pharmacy Research Conference of 2014 “A Celebration of 100 years of Thai Pharmacy and 20 years of UBU Pharmacy” (1-5). อุบลราชธานี. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- [13] แสงแก้ว คำกวน. (2537). **สัณฐานวิทยาและการเจริญเติบโตของมะไฟจีน.** วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต คณะเกษตรศาสตร์ (สาขาวิชาพืชสวน) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- [14] Benamrouchea, S. L., and Madani, K. 2013. Phenolic contents and antioxidant activity of orange varieties (*Citrus sinensis* L. and *Citrus aurantium* L.) cultivated in Algeria: Peels and leaves. *Industrial Crops and Products*. อ้างโดย ชมัยพร รอดกลิ่น เอกรัฐ ศรีสุข และกล่าวขวัญ ศรีสุข. 2560. ผลของสภาวะการสกัดต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิก สารประกอบฟลาโวนอยด์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของส่วนต่างๆของส้มซ่า. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา.** 22(1): 211-225.
- [15] Kosasu, T., Wongklom, A. and Moonsin, P. (2015) Total phenolics, flavonoids and antioxidant activity of fresh water macroalgae from Ubon Ratchathani, Thailand. **Journal of Food Science and Agricultural Technology.** 1(1): 207-210.

- [16] Photong, P. (2014). **Antioxidants help fight the disease.** *อ้างโดย* เนตรนภา เมยกลาง และ เฉลิม เรืองวิริยะชัย. 2557. การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในเครื่องดื่มน้ำผลไม้. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [17] Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Zevallos, L. C. and Byrne, D. H. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP and ORAC assay for estimating antioxidant activity from guava fruit extract, **Journal of Food Composition and Analysis**. 19: 669-675.



การพัฒนาผลิตภัณฑ์หัตถกรรมจักสานเชิงสร้างสรรค์ที่มีเอกลักษณ์ชุมชน กลุ่มจักสานบ้านป่าจั่ว ตำบลทาเหนือ อำเภอแม่ฮ่อน จังหวัดเชียงใหม่

อรุณฤกษ์ สุธาคำ^{1*} และ ตรีชฎา สมพงษ์²

¹ สาขาการออกแบบ คณะศิลปกรรมและสถาปัตยกรรมศาสตร์ มทร.ล้านนา

² สาขาวิชาศิลปะและการออกแบบสร้างสรรค์ คณะศิลปกรรมและสถาปัตยกรรมศาสตร์ มทร.ล้านนา

ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัด เชียงใหม่ 50300

รับบทความ 30 ตุลาคม 2561 ตอบรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 1 กรกฎาคม 2563

© 2020 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อศึกษาเอกลักษณ์เฉพาะของชุมชนบ้านป่าจั่ว 2. เพื่อพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องจักสานที่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคในยุคการตลาด 4.0 3. เพื่อออกแบบป้ายสินค้าของกลุ่มที่สามารถใช้ส่งเสริมการตลาด กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ กลุ่มจักสานบ้านป่าจั่ว อำเภอแม่ฮ่อน จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 17 ราย นักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวหมู่บ้านป่าจั่ว ทาเหนือ จำนวน 50 ราย รวม 67 ราย โดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ แบบสอบถาม และ แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบผลงาน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติวิเคราะห์ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และสถิติวิเคราะห์เชิงเนื้อหา

ผลการวิจัย พบว่า ชุมชนหมู่ 4 บ้านป่าจั่ว เป็นกะเหรี่ยงปกาเกอญอ หรือ สะกอ มีเอกลักษณ์ของที่แสดงถึงความเป็นตัวตนของกะเหรี่ยงปกาเกอญอ ซึ่งถูกสร้างขึ้นบนพื้นฐานของวัฒนธรรม ประเพณี วิถีชีวิตความเป็นอยู่ และการยอมรับร่วมกัน และถือปฏิบัติสืบต่อกันมา จนกลายเป็นวัฒนธรรมการดำรงชีวิตของคนในชุมชน บ้านป่าจั่ว อาชีพหลักคือเกษตรกรรม ทำนาปีละครั้ง อาชีพเสริมกลุ่มผู้หญิงทอผ้าและกลุ่มผู้ชายจักสาน ภาษา ใช้ภาษากะเหรี่ยงในการสื่อสารภายในชุมชน ประธานกลุ่มและสมาชิกบางคนได้เรียนภาษาไทยและพูด อ่าน เขียนภาษาไทยได้ สามารถสื่อสารกับบุคคลภายนอกได้ วัฒนธรรมการแต่งกาย จะแต่งกายชุดกะเหรี่ยง สะพายย่าม เด็กหรือหญิงสาวที่ยังไม่แต่งงานจะใส่ชุดยางขาว ปักลวดลายด้วยเส้นด้ายทอ ไม่ปักลูกเดือย ส่วนผู้หญิงที่แต่งงานแล้วจะใส่เสื้อผ้ามีสีสันทัดที่ตนเอง ปักลวดลายและปักลูกเดือย ผู้ชายทั้งเด็กและผู้ใหญ่จะใส่เสื้อยาง มีสีสันทัดสี วิธีการดำรงชีวิตความเป็นอยู่ เป็นชนเผ่ากลุ่มอนุรักษ์ที่ยังใช้ภูมิปัญญาพื้นถิ่น รักษาความเชื่อ ประเพณี อาคารบ้านเรือนปัจจุบันจะเป็นเหมือนบ้านพื้นราบ แต่ยังคงมีลักษณะของกะเหรี่ยง คือ สร้างแบบมีการยกพื้นสูงมีใต้ถุนบ้าน เอกลักษณ์ของชนเผ่าจะปรากฏในลวดลายของเสื้อผ้าเครื่องแต่งกายและเครื่องใช้สอยในชีวิตประจำวัน ซึ่งได้แก่เครื่องมือที่ใช้ทำอาหาร เช่น ปลูกมิดพั่ว กระบุงเก็บผัก เก็บกิ่งไม้ทำพิน กระติบข้าวเหนียว เข่งใส่สัตว์เลี้ยง เป็ด ไก่ และยังพบว่านักท่องเที่ยวที่เข้ามาในหมู่บ้านป่าจั่ว เป็นผู้บริโภคที่นิยมสินค้ากลุ่มชาติพันธุ์ ส่วนใหญ่มีความต้องการซื้อสินค้ากลุ่มชาติพันธุ์ไปใช้ใส่ของ ใช้ในการตกแต่งที่พักอาศัย และ ซื้อเป็นของฝากของที่ระลึก ช่วงที่นักท่องเที่ยวไม่เข้ามาเที่ยวเลย คือ ช่วงฤดูฝน ส่วนฤดูหนาว จะมาเยี่ยมชมมากที่สุด และจากการสัมภาษณ์ประธานกลุ่มและสมาชิกกลุ่ม พบปัญหาของผลิตภัณฑ์จักสานที่จำหน่าดังนี้ สินค้ามีความประณีตในบางรูปแบบ ผลิตภัณฑ์มีรูปแบบไม่หลากหลาย ไม่มีความแปลกใหม่ และขาดเอกลักษณ์ของชุมชน ผู้วิจัยได้ออกแบบภายใต้กรอบแนวคิด การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีเอกลักษณ์ของชุมชนเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ มีรูปแบบที่ทันสมัยสอดคล้องกับความต้องการซื้อของนักท่องเที่ยวที่นิยมสินค้ากลุ่มชาติพันธุ์ และ มีป้ายสินค้า

(tag) ที่ช่วยให้จดจำกลุ่มง่ายและสามารถกลับมาซื้อใหม่ได้ โดยใช้หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผลงานออกแบบผลิตภัณฑ์ หัตถกรรมจักสานสำหรับงานตกแต่งและใช้สอย มีจำนวน 6 รูปแบบ ได้แก่ โคมไฟแขวน ตะกร้าแขวน ตะกร้า กระเป๋า พร้อมป้ายสินค้า ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบผลงานออกแบบผลิตภัณฑ์และป้ายสินค้า โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ด้านการออกแบบ มีความเห็นว่าเหมาะสมระดับมากที่สุด เพราะมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบและลวดลายเดิมๆ ให้เป็นงานที่แปลกใหม่มีความทันสมัย มีเอกลักษณ์ของชุมชน รูปแบบเหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอย ใช้งานสะดวก และมีความเป็นไปได้ในการผลิต

คำสำคัญ: ผลิตภัณฑ์หัตถกรรมจักสาน, งานหัตถกรรมเชิงสร้างสรรค์, ป้ายสินค้า, ปกาเกอญอ, เอกลักษณ์ชุมชนกะเหรี่ยง



*E-mail: iamajoranoot@gmail.com 0947098211

*E-mail: t.somfong@gmail.com 0939645041

Product Development Innovative Weaving with a Unique Community Bann Pa Ngaew Weaving Group, Tha nuea, Mae On District, Chiang Mai

Oranoot Sutakcom^{1*} and Treechada Somfong²

¹Design Division, Faculty of Art and Architecture, Rajamangala University Technology of Lanna, Mueang ChiangMai 50300

²Creative Design Division, Faculty of Art and Architecture, Rajamangala University Technology of Lanna, Mueang ChiangMai 50300

Received: 30 October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 1 July 2020

© 2020 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved

Abstract

The objectives of this research were 1) to study the unique community Bann Pa Ngaew. 2) to develop weaving products that meets the needs of customers in the marketing 4.0 3) to design tag for promote the marketing. The samples were the 17 Pa Ngaew weaving group and 50 customers who visit village by the simple random sampling. An interview form and questionnaires and design evaluation form were chosen to be used as a tools for collect data, then analyze by descriptive statistics using percentage mean and content analysis.

The results of research found that the community at Moo 4, Ban Pa Ngew, are Karen (Pga K'nyau, or Sgaw) It has a unique feature of Karen, It was built on the basis of culture, traditions, ways of life and mutual recognition. It became a culture of living of people in the community. The uniqueness of this community were the main occupation is farming, once a year, the supplement is weaving. A group of women, weaving fabric and men, weaving craft. Karen language used in communication. About dressing culture, baby or unmarried girl will wear white dress, patterned with woven yarn do not embroider the spur. Married women wear colorful clothes, patterned with woven yarn and embroider the spur. Both men and boy will wear colorful Karen men shirt. In addition, they are conservation group that also uses local wisdom. Keeping faith, traditions, buildings, houses are now like urban house. But still, the character of Karen that built with a raised platform under the house. Tribal identity appears in the patterns of clothing, apparel, and everyday utensils, including the tools used to find food, such as crayons, baskets, and vegetables. Keep branches for firewood. Sticky rice Duck with chicken. Moreover, it was found that the tourists come to the village. It is a popular consumer ethnic product. Most of them have demand for ethnic clothing. Used to decorate the shelter and buy souvenirs. The tourists do not visit the village in rainy season, most of them visited in winter. And from interviews, headman and members found that the problem of weaving products are the products are neat in some forms. Products are not varied. No new and lack of identity of the community. The researcher was design 6 patterns under the conceptual framework for

product design as uniqueness product, contemporary style and appropriate to ethnic customer need, and has a tag that easy memorization and re-purchase. Six patterns including hanging lamps, hanging baskets, baskets with tag. The result of design evaluation by the specialist group found that It's suitable with designing, because of the changes and patterns. It is a novelty and modern. Have a unique community The model is suitable for use, usability and feasibility in production.

Keywords: Weaving Craft, Innovative Weaving Craft, tag, Pga K'nyau, Karen's Unique Ethnic Group



1. บทนำ

โมเดล Thailand 4.0 เป็นแนวนโยบายของรัฐบาลที่จะพัฒนาโลกขับเคลื่อน (Engine of Growth) ความมั่งคั่งอย่างยั่งยืนให้แก่ประเทศ โดยเปลี่ยนความได้เปรียบเชิงเปรียบเทียบ (Comparative Advantage) ของประเทศไทย ได้แก่ ความหลากหลายทางชีวภาพ ความหลากหลายเชิงวัฒนธรรมและความคิดสร้างสรรค์ ให้กลายเป็นความได้เปรียบในการแข่งขันใน 5 กลุ่มอุตสาหกรรมใหม่ ซึ่งประกอบด้วย กลุ่มที่ 1 อาหาร เกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ (Food ,Agriculture & Bio-Tech) กลุ่มที่ 2 สาธารณสุข สุขภาพ และเทคโนโลยีทางการแพทย์ (Health, Wellness & Bio-Med) กลุ่มที่ 3 กลุ่มเครื่องมืออุปกรณ์อัจฉริยะ หุ่นยนต์ และระบบเครื่องกลที่ใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุม (Smart Device ,Robotics & Mechatronics) กลุ่มที่ 4 ดิจิทัล เทคโนโลยี อินเทอร์เน็ตที่เชื่อมโยงและบังคับอุปกรณ์ต่างๆ ปัญหาประติสฐ์ และเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว (Digital, Internet of Thing, Artificial Intelligence& Embedded Technology) และ กลุ่มที่ 5 อุตสาหกรรมสร้างสรรค์ วัฒนธรรม และบริการที่มีมูลค่าเพิ่มสูง (Creative ,Culture& High Value Service) ทั้งหมดนี้เพื่อพาประเทศไทยหลุดพ้นกับดักรายได้ปานกลาง และนำประเทศไปสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืนอย่างป็นรูปธรรม ที่ผ่านมามีการเดินหน้านงาน Startup Thailand และ Digital Thailand เป็นการประกาศศักยภาพของประเทศไทยอย่างดงาม เพราะได้แสดงความสามารถและความแข็งแกร่งของธุรกิจไทย ในกลุ่ม Startup ,SMEs และธุรกิจขนาดใหญ่ ในการก้าวสู่เวทีโลก (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2559)

เป็นที่ทราบกันดีว่า ชุมชนท้องถิ่นของไทย มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ หากชุมชนท้องถิ่นมีความเข้มแข็ง ประเทศไทยก็ย่อมเกิดความมั่นคงผาสุก ซึ่งนโยบายสร้างความเข้มแข็งเศรษฐกิจฐานราก ตามแนวทาง “ประชารัฐ” นี้ สามารถตอบโจทย์และกำหนดทิศทางการพัฒนาชุมชน ให้มีความมั่นคงยั่งยืนได้ ปัจจุบันการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ เป็นรูปแบบ

หนึ่งของการท่องเที่ยวที่มุ่งเน้นให้นักท่องเที่ยวกับชุมชนมีส่วนร่วมในการจัดการท่องเที่ยว มีการเตรียมความพร้อมของชุมชน เสริมสร้างศักยภาพของบุคลากร สิ่งแวดล้อม สินค้าชุมชนและการบริหารจัดการในชุมชนให้สามารถดำเนินการได้เอง มีการประสานความร่วมมือกับผู้เกี่ยวข้องฝ่ายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อม เพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชนเกิดการสนับสนุนให้ชุมชนสามารถจัดการการท่องเที่ยวในชุมชนได้เอง อันจะส่งผลถึงการพัฒนาศักยภาพทั้งด้านกายภาพและคุณภาพของคนในชุมชน รวมถึงเศรษฐกิจชุมชนให้เข้มแข็งและอยู่ได้อย่างยั่งยืน (ตำบลแม่ทาเหนือ อำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ ประกอบด้วยหมู่บ้าน หมู่1 บ้านแม่ตะไคร้ , หมู่2 บ้านใหม่ , หมู่3 บ้านห้วยบง , หมู่4 บ้านป่าจั่ว , หมู่5 บ้านห้วยยาบ อยู่ใน การดูแลของโครงการหลวงแม่ทาเหนือ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ห่างจากอำเภอเมืองเชียงใหม่ประมาณ 70 กิโลเมตร พื้นที่ในหมู่บ้านและบริบทรอบๆ หมู่บ้านมีภูเขาล้อมรอบ ประชากรส่วนใหญ่เป็นชาวเขาเผ่าปกาเกอะญอ (กะเหรี่ยง) ชุมชนในหมู่บ้าน ป่าจั่วเป็นชุมชนแบบมีส่วนร่วมที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นอาชีพหลัก ชาวบ้านปลูกไม้ไผ่บง ไม้ซาง จำนวนมากเพื่อใช้เป็นอาหารและนำมาทำข้าว สร้างโรงเรือน ในหมู่บ้านมีนักท่องเที่ยวเข้ามาชมวิถีชีวิตของชนเผ่ากะเหรี่ยง และเยี่ยมชมอาชีพเสริมของกลุ่ม ซึ่งมีกลุ่มทอผ้า (กลุ่มผู้หญิงกะเหรี่ยง) กลุ่มจักสานไม้ไผ่ (กลุ่มผู้ชายกะเหรี่ยง) ที่ชาวบ้านรวมตัวกัน เป็นกลุ่มงานหัตถกรรมสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์จักสานตามภูมิปัญญาพื้นถิ่นของตน โดยใช้วัสดุหลักคือไม้ไผ่ ที่ปลูกตามภูเขาในหมู่บ้าน จำหน่ายให้กับนักท่องเที่ยว จากการบริการวิชาการของคณะศิลปกรรมและสถาปัตยกรรมศาสตร์ กลุ่มจักสานงานไม้ไผ่ พบว่า ไม้ไผ่ที่ทำเป็นผิวไม้ไผ่ ชาวบ้านมีความละเอียดในการทำงานฝีมือประณีต แต่รูปแบบผลิตภัณฑ์ยังไม่มี ความหลากหลาย สินค้าขาดเอกลักษณ์ของชุมชนที่ส่วนใหญ่เป็นชาวกระเหรี่ยง (สัมภาษณ์ มนตรี อุดตา รองผู้นำชุมชนบ้านป่าจั่ว) ซึ่งโอกาสในการพัฒนาและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันผลิตภัณฑ์หัตถกรรมให้มี

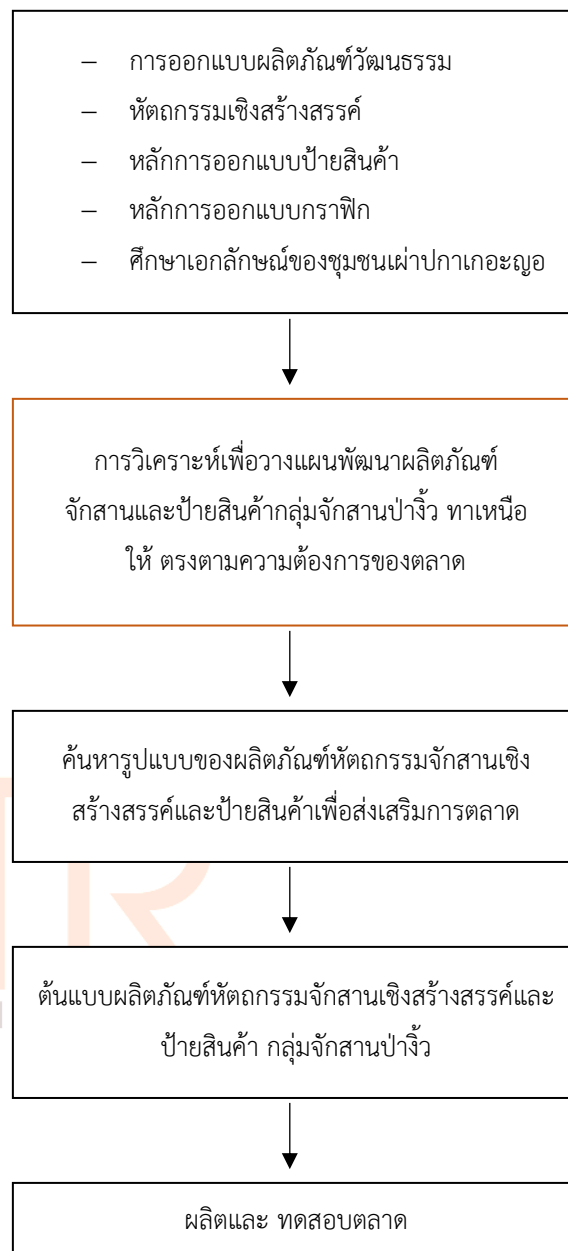
คุณภาพ น่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ปัจจัยสำคัญ คือ รูปแบบการดีไซน์ ดังนั้นหากสามารถผลักดันช่างฝีมือในชุมชนที่มีทักษะความชำนาญในการจักสาน เกิดการต่อยอดทางความคิดสร้างสรรค์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์รูปแบบใหม่ๆ ที่มีเอกลักษณ์ของชุมชน สามารถตอบโจทย์ความต้องการของสังคมสมัยใหม่ จะส่งผลต่อการขยายโอกาสทางการตลาดได้อย่างกว้างขวาง เนื่องจากความนิยมในผลิตภัณฑ์หัตถกรรมเชิงสร้างสรรค์ หรือ Innovative Craft กำลังเป็นทิศทางที่ตลาดทั้งในระดับภูมิภาคและทั่วโลกต้องการ เพื่อใช้ในการตกแต่งเคหสถานซึ่งขึ้นอยู่กับรสนิยม และความพึงพอใจเป็นสำคัญ (เรวัต สุขสีกาญจน์, 2553)

2.วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาเอกลักษณ์เฉพาะของชุมชนบ้านป่าจั่วที่เป็นกะเหรี่ยง
2. เพื่อพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคในยุคการตลาด 4.0
3. เพื่อออกแบบป้ายสินค้าของกลุ่มที่สามารถใช้ส่งเสริมการตลาด

3. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

กรอบแนวคิดในการวิจัยมีดังนี้



วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- การออกแบบผลิตภัณฑ์วัฒนธรรม
- งานหัตถกรรมจักสาน
- เอกลักษณ์ของชุมชน
- งานหัตถกรรมเชิงสร้างสรรค์
- หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์
- หลักการออกแบบป้ายสินค้าและการออกแบบกราฟิก

— งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.วิธีการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนด วิธีการดำเนินงานวิจัยดังนี้

4.1 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่

1) กลุ่มจักสานบ้านป่าจั่ว จำนวน 17 ราย
ผู้วิจัยกำหนดประชากรจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งเป็นกลุ่มที่ผู้วิจัยได้ลงบริการวิชาการแก่ ชุมชนป่าจั่ว ในฐานะผู้สอนของ คณะศิลปกรรมและสถาปัตยกรรมศาสตร์

2) ผู้บริโภคที่เป็นนักท่องเที่ยวที่มาเยี่ยมชมหมู่บ้าน และผู้บริโภคในชุมชนใกล้เคียง จำนวน 50 ราย
โดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling)

4.2 แผนงานวิจัย มี 5 ขั้นตอน

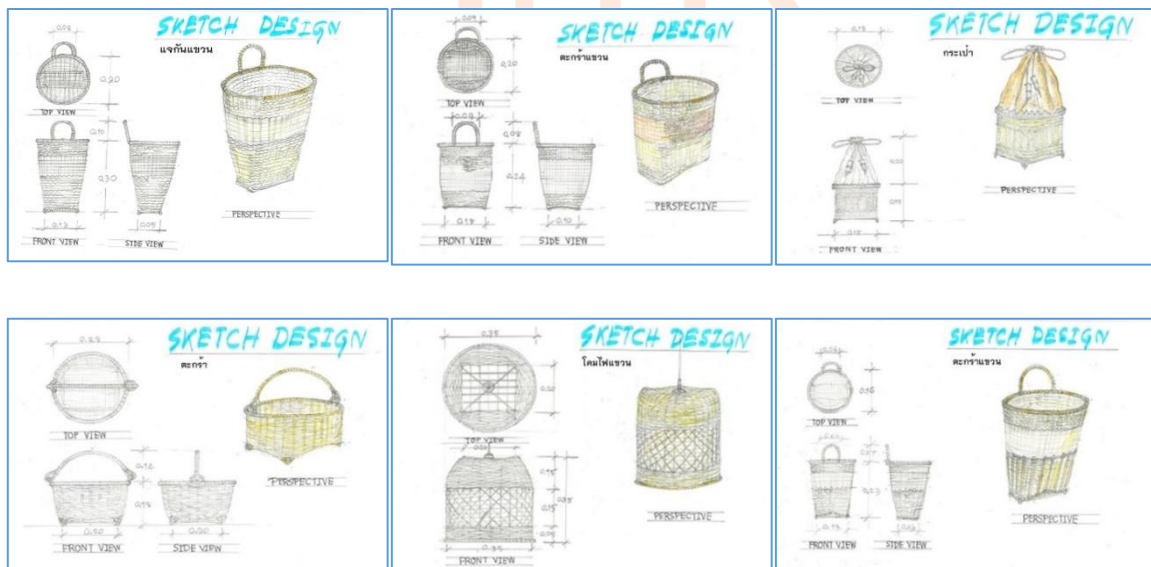
ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาเอกลักษณ์เฉพาะของชุมชนบ้านป่าจั่ว หมู่ 4 ต.ทาเหนือ อ.แม่ออน จ.เชียงใหม่

ขั้นตอนที่ 3 สร้างเครื่องมือที่เป็นแบบสัมภาษณ์ อย่างมีโครงสร้าง สำหรับผู้ผลิตกลุ่มจักสานบ้านป่าจั่ว และแบบสอบถาม สำหรับสอบถามนักท่องเที่ยว จากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล ค้นหารูปแบบผลิตภัณฑ์หัตถกรรมจักสานเชิงสร้างสรรค์และรูปแบบป้ายสินค้ากลุ่ม ที่จะช่วยส่งเสริมการตลาด

ขั้นตอนที่ 4 ออกแบบและพัฒนาในรูปแบบผลิตภัณฑ์ ได้แก่ โคมไฟแขวน แจกันแขวน ตะกร้าแขวน ตะกร้า กระเป๋า ตามกรอบคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์วัฒนธรรมที่มีเอกลักษณ์ของชุมชนป่าจั่ว ร่างแบบ ทำ Sketch Design จำนวน 6 รูปแบบ

จากนั้น ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบผลิตภัณฑ์จักสาน โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ จำนวน 3 ท่าน ดังแสดงในตารางที่ 1



รูปที่ 1 งาน Sketch Design ผลิตภัณฑ์วัฒนธรรมหัตถกรรมจักสาน

โคมไฟแขวน แจกันแขวน ตะกร้าแขวน ตะกร้า กระเป๋า ที่มีเอกลักษณ์ของชุมชนป่าจั่ว

ตารางที่ 1 แสดงความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิที่เกี่ยวข้องด้านการออกแบบ รูปแบบผลิตภัณฑ์จักสาน ในด้านประโยชน์ใช้สอย ความเป็นไปได้ในการผลิต มีความทันสมัยและมีเอกลักษณ์เฉพาะของชุมชน

- รูปแบบผลิตภัณฑ์ 1 แจกันแขวน
- รูปแบบผลิตภัณฑ์ 2,6 ตะกร้าแขวน
- รูปแบบผลิตภัณฑ์ 3 กระเป๋า
- รูปแบบผลิตภัณฑ์ 4 ตะกร้า
- รูปแบบผลิตภัณฑ์ 5 โคมไฟแขวน

รายละเอียด	N=3			
	รูปแบบผลิตภัณฑ์	$\bar{X}$	SD	แปลความ
รูปแบบมีความเหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอย	1	5.00	0.00	มากที่สุด
	2,6	5.00	0.00	มากที่สุด
	3	4.66	0.57	มากที่สุด
	4	5.00	0.00	มากที่สุด
	5	5.00	0.00	มากที่สุด
รูปแบบมีขนาดเหมาะสมกับการใช้งาน	1	5.00	0.00	มากที่สุด
	2,6	5.00	0.00	มากที่สุด
	3	4.66	0.57	มากที่สุด
	4	4.66	0.57	มากที่สุด
	5	4.66	0.57	มากที่สุด
รูปแบบสามารถใช้งานสะดวก	1	5.00	0.00	มากที่สุด
	2,6	5.00	0.00	มากที่สุด
	3	5.00	0.00	มากที่สุด
	4	5.00	0.00	มากที่สุด
	5	5.00	0.00	มากที่สุด
รูปแบบมีความเป็นไปได้ในการผลิตจริง	1	5.00	0.00	มากที่สุด
	2,6	5.00	0.00	มากที่สุด
	3	5.00	0.00	มากที่สุด
	4	5.00	0.00	มากที่สุด
	5	5.00	0.00	มากที่สุด
รูปแบบมีความทันสมัยและมีเอกลักษณ์ของชุมชน	1	5.00	0.00	มากที่สุด
	2,6	5.00	0.00	มากที่สุด
	3	5.00	0.00	มากที่สุด
	4	5.00	0.00	มากที่สุด
	5	5.00	0.00	มากที่สุด

ผลการวิเคราะห์ สรุปได้ว่าในด้านประโยชน์ใช้สอย การผลิต ภาพลักษณ์ และ เอกลักษณ์ของชุมชนรูปแบบ 1 2 4 5 และ 6 มีความเหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอย ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 5.00$) ส่วนรูปแบบที่ 3 มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.66$) รูปแบบ 1 2 และ 6 มีขนาดเหมาะสมกับการใช้งาน ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 5.00$) ส่วนรูปแบบ 3 4 และ 5 มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.66$) และทุกรูปแบบสามารถใช้งานสะดวก มีความเป็นไปได้ในการผลิตจริง มีความทันสมัย และมีเอกลักษณ์เฉพาะของชุมชน มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 5.00$) ในระดับมากที่สุด

ขั้นตอนที่ 5 เขียนแบบเพื่อการผลิต ผลิตต้นแบบ นำต้นแบบทดสอบความพึงพอใจของผู้ผลิต และผู้บริโภคผลิตภัณฑ์หัตถกรรมจักสานในด้านรูปแบบ และประโยชน์ ใช้สอย โดยการสัมภาษณ์อย่างไม่มีโครงสร้าง

4.3 การเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยลงเก็บข้อมูลภาคสนาม โดยให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการออกแบบและพัฒนาารูปแบบสินค้าที่มีเอกลักษณ์เฉพาะถิ่นของตนเอง เพื่อให้ชุมชนเข้าใจรากเหง้าของตนเองและสามารถถ่ายทอด รากเหง้าลงมาบนชิ้นงานของตนเอง

4.4. การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย

1) การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

นำข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์มาวิเคราะห์โดยใช้สถิติวิเคราะห์เชิงเนื้อหา แล้วนำเสนอข้อมูลในรูปของการบรรยายเป็นความเรียง

2) การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติวิเคราะห์ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย แล้วนำเสนอข้อมูลในรูปของตารางประกอบความเรียง

5. ผลการวิจัย

จากวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่กำหนดไว้ข้างต้น ผู้วิจัยได้ดำเนินงานและวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษาให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่กำหนดไว้ดังนี้

5.1 การศึกษาเอกลักษณ์เฉพาะของชุมชนบ้านป่าจั่วที่เป็นกะเหรี่ยง และนำมาเป็นแนวทางนำเสนอเรื่องราวที่สร้างสรรค์และน่าสนใจในผลิตภัณฑ์ พบว่าหมู่บ้านป่าจั่ว หมู่ 4 ต.ทาเหนือ อ.แม่ออน จังหวัดเชียงใหม่มีสภาพธรรมชาติที่สวยงาม มีวัฒนธรรมที่เป็นเอกลักษณ์สำคัญทั้งที่จับต้องได้และจับต้องไม่ได้ ชนเผ่ากะเหรี่ยงที่อาศัยอยู่ในบ้านป่าจั่ว เป็นยางขาว หรือ กระเหรี่ยงสะกอ หรือเรียกว่า ปกาเกอญอ มีเอกลักษณ์ของชุมชนที่แสดงถึงความเป็นตัวตนของชุมชน ซึ่งถูกสร้างขึ้นบนพื้นฐานของวัฒนธรรม ประเพณี วิถีชีวิตความเป็นอยู่ และการยอมรับร่วมกัน และถือปฏิบัติสืบต่อกันมา จนกลายเป็นวัฒนธรรมการดำรงชีวิตของคนในชุมชนบ้านป่าจั่ว ชุมชนนี้นับถือศาสนาพุทธ จะไปทำบุญตักบาตรตามประเพณีและร่วมงานบุญต่างๆ ที่วัดห้วยบงธรรมจาริก ด้านประเพณีและความเชื่อของในคนชุมชน นับถือผี ยังมีการบวงสรวงอย่างเคร่งครัด เอกลักษณ์ที่พบ ได้แก่ มีอาชีพเกษตรกรรม ทำนาปีละครั้ง อาชีพเสริมกลุ่มผู้หญิงทอผ้า และกลุ่มผู้ชายจักสาน ภาษา ใช้ภาษากะเหรี่ยงในการสื่อสารภายในชุมชน ประธานกลุ่มและสมาชิกบางคนได้เรียนภาษาไทยและพูด อ่าน เขียนภาษาไทยได้ สามารถสื่อสารกับบุคคลภายนอกได้ วัฒนธรรมการแต่งกาย จะแต่งกายชุดกะเหรี่ยง สะพายย่าม เด็กหรือหญิงสาวที่ยังไม่แต่งงานจะใส่ชุดยางขาวปักลวดลายด้วยเส้นด้ายทอ ไม่ปักลูกเดือย ส่วนผู้หญิงที่แต่งงานแล้วจะใส่เสื้อผ้ามีสีสันทอเอง ปักลวดลายและลูกเดือย ผู้ชาย ทั้งเด็กและผู้ใหญ่จะใส่เสื้อยาง มีสีสันทอ วิธีการดำรงชีวิตความเป็นอยู่ อาศัยบ้านเรือนปัจจุบันจะเป็นบ้านเหมือนพื้นราบ หรือเหมือนคนพื้นเมือง แต่ยังคงมีลักษณะของกะเหรี่ยง คือ สร้างแบบมีการยกพื้นสูงมีใต้ถุนบ้าน ที่ใช้ภูมิปัญญาพื้นถิ่น รักษาความเชื่อ แม้จะนับถือศาสนาพุทธ แต่ความเชื่อเกี่ยวกับผีก็ยังคงมีอยู่ นอกจากนี้ชาวกะเหรี่ยงป่าจั่วยังมีการประเพณีขึ้นบ้านใหม่ งานบุญ ประเพณีปีใหม่ ประเพณีทำไร่หมุนเวียน ซึ่งทำให้เกิดความร่วมมือ ทำงานลงแขกร่วมกัน การเลี้ยงสัตว์ถือเป็นวิถีชีวิตส่วนหนึ่งของชุมชน ส่วนใหญ่จะเลี้ยงเพื่อประกอบพิธีกรรม และใช้แรงงานเป็นหลัก จะ

ขายหรือฆ่ากันบ้างในยามที่ต้องการเงินและส่วนใหญ่สัตว์ที่เลี้ยงจะเป็นวัว ควาย หมู ไก่

สรุป เกร็ดลักษณะของชนเผ่าจะปรากฏในลวดลายของเสื้อผ้าเครื่องแต่งกาย ได้แก่ ลายอิสระ ลายดอกพริก ลายธรรมชาติ และเอกลักษณ์ที่ลายขัดสานจากผนังบ้านจะปรากฏในเครื่องใช้สอย เครื่องมือที่ใช้ทำอาหาร ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ได้แก่ ปลอกมีดพริ้ว กระบุงเก็บผักเก็บกิ่งไม้ทำพื้น กระติบข้าวเหนียว เหวใส่สัตว์เลี้ยง เป็ด ไก่ ซึ่งเอกลักษณ์เฉพาะของชุมชนที่เป็นลายขัด ผู้วิจัยได้นำมาเป็นแนวทางในการสร้างสรรค์บนผลิตภัณฑ์เครื่องจักสาน และเอกลักษณ์ที่เป็น ลายดอกพริก ได้นำมาเป็นแนวทางในการสร้างสรรค์บนป้ายสินค้า

5.2 การพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคในยุคการตลาด 4.0 พบว่า

5.2.1 นักท่องเที่ยวที่เข้ามาในหมู่บ้านป่าจั่ว เป็นผู้บริโภคที่นิยมสินค้ากลุ่มชาติพันธุ์ ส่วนใหญ่มีความต้องการซื้อสินค้ากลุ่มชาติพันธุ์ที่มีประโยชน์ใช้สอยสามารถนำไปใช้ในครัวเรือน ใช้ในการตกแต่งที่พักอาศัย และ ซื้อเป็นของฝากของที่ระลึก ช่วงที่นักท่องเที่ยวไม่เข้ามาเที่ยวเลย คือ ช่วงฤดูฝน ส่วนฤดูหนาว จะมาเยี่ยมชมมากที่สุด นอกจากนั้นในเรื่องความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ยังพบว่า ผู้บริโภคที่นิยมสินค้ากลุ่มชาติพันธุ์ ต้องการสินค้าหัตถกรรมจักสานที่มีรูปแบบทันสมัย สไตส์สมัยใหม่หรือร่วมสมัย เรียบง่ายเน้นประโยชน์ใช้สอย สามารถใช้งานได้หลายอย่าง ลวดลายบนงานจักสานไม่ต้องมาก ควรเรียบง่ายเพราะลวดลายที่มากเกินไปบนงานจักสานจะดูเลอะตา ไม่น่าสนใจ ควรมีเอกลักษณ์เฉพาะถิ่น และจากการสัมภาษณ์ประธานกลุ่มจักสาน (คำ ตาหลวง) และสมาชิกกลุ่ม สินค้าที่กลุ่มผลิตได้แก่ กระติบข้าว ชะลอมใส่ไก่ กระจาดใส่ของ ตะกร้าขายได้เฉพาะในชุมชน ยังไม่มีตลาดภายนอกหมู่บ้าน และพบปัญหาของผลิตภัณฑ์จักสานที่จำหน่ายดังนี้ สินค้ามีความประณีตในรูปแบบกระติบข้าว ผลิตภัณฑ์มีรูปแบบไม่หลากหลาย ไม่มีความแปลกใหม่ ขาดเอกลักษณ์ของชุมชน และพบปัญหาผลิตภัณฑ์มีเชื้อรา ชาวบ้านจึงเลือกใช้วัสดุผิวไม้ไผ่ที่สามารถเก็บไว้ได้นาน ไม่ขึ้นราเมื่อ

ถูกความชื้น และผู้วิจัยได้วิเคราะห์จุดแข็งจุดอ่อนของผลิตภัณฑ์จักสานของกลุ่มจักสานป่าจั่ว ดังนี้

จุดแข็ง (Strength)

1. ผู้ผลิตมีภูมิปัญญาการเลือกวัสดุธรรมชาติ และมีความชำนาญในการการจักผิวไม้ไผ่เป็นเส้นเล็กๆ และงานสาน
2. การจักดอกผิวไม้ไผ่เส้นเล็ก ผีมือสานประณีต
3. วัสดุไม้ไผ่ชาวบ้านปลูกไว้เป็นอาหารและหาได้ง่ายในหมู่บ้าน
4. มีอาคารสถานที่ ที่กลุ่มสามารถรวมตัวกันสร้างงานได้

จุดอ่อน (Weakness)

1. ผู้ผลิตมีแต่ผู้สูงอายุ วัยกลางคน คนหนุ่มสาวไม่สนใจสานต่อการจักสาน
2. ผู้ผลิตขาดความรู้เรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เคยจักสานรูปแบบใด ก็ทำรูปแบบนั้นเรื่อยมา สินค้าไม่โดดเด่นและสร้างการจดจำให้แก่ลูกค้า
3. ผู้ผลิตยังขาดความรู้เรื่องการย้อมสีและการป้องกันไม่ให้เกิดเชื้อรา

โอกาส (Opportunity)

1. มีนักท่องเที่ยวและหน่วยงานเข้ามาเยี่ยมชมวิถีชีวิตของหมู่บ้านป่าจั่ว
2. กลุ่มได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ เช่น พัฒนาชุมชน อำเภอ
3. แนวโน้มของผู้บริโภคยุคปัจจุบัน จะเป็นสินค้ากลุ่มชาติพันธุ์

อุปสรรค (Thread)

1. คู่แข่งขันที่เป็นชุมชนอื่นที่ผลิตสินค้าวัฒนธรรม มีการใช้เทคโนโลยีเป็นช่องทางในการจำหน่าย ซึ่งกลุ่ม จักสานป่าจั่วและกลุ่มทอผ้าป่าจั่ว เป็นกลุ่มมีแนวคิดอนุรักษ์ชุมชน อนุรักษ์ธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม การพัฒนาจะค่อยเป็นค่อยไปอย่างช้าๆ กลัวการเรียนรู้เรื่องเทคโนโลยี

2. ในภาวะปัจจุบันเศรษฐกิจอยู่ในขั้นตกต่ำ จะส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อของลูกค้า

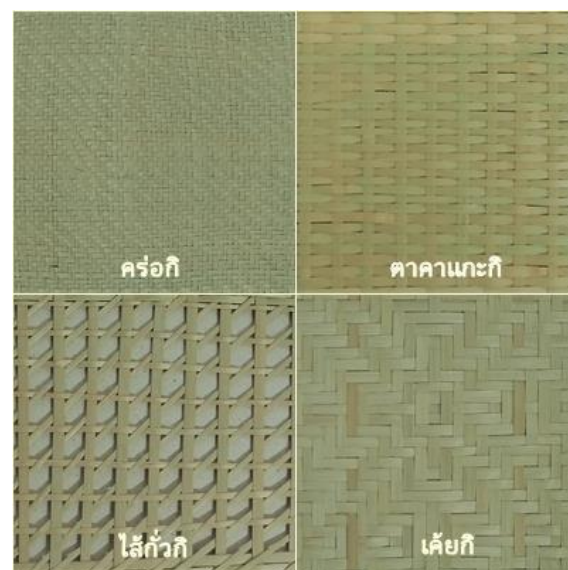
5.2.2 ลวดลายที่พบในผลิตภัณฑ์จักสานของกลุ่มจักสานป่าจ้าว ภาษาปากกะเหรี่ยง ลาย ออกเสียงว่า กิ ซึ่งลายที่ผู้ผลิตมีทักษะในการทำงานจักสานมากที่สุด ได้แก่ ตาคาแกะกิ (ลายขัด) ครอ์กิ (ลายสอง, ลายสาม) และ เคียกิ, ใส่กัวกิ (ลายอิสระ-ลายตาหลิ่ว) ซึ่งมีแรงบันดาลใจมาจากธรรมชาติ ทักษะการสานได้รับการถ่ายทอดมาจากบรรพบุรุษ ดังแสดงในรูปที่ 2

ในงานจักสานของกะเหรี่ยงชุมชนป่าจ้าว จะเป็นลายละเอียด เรียบง่าย ไม่เน้นลวดลายวิจิตรพิสดาร เนื่องจากเน้นประโยชน์ใช้สอย ความแข็งแรง ทนทาน ความงามจะเกิดจากผิวไม้ไผ่ที่ผู้ผลิตจักตอกเป็นเส้นเล็ก ลายสานกลมกลืนกับวัสดุ

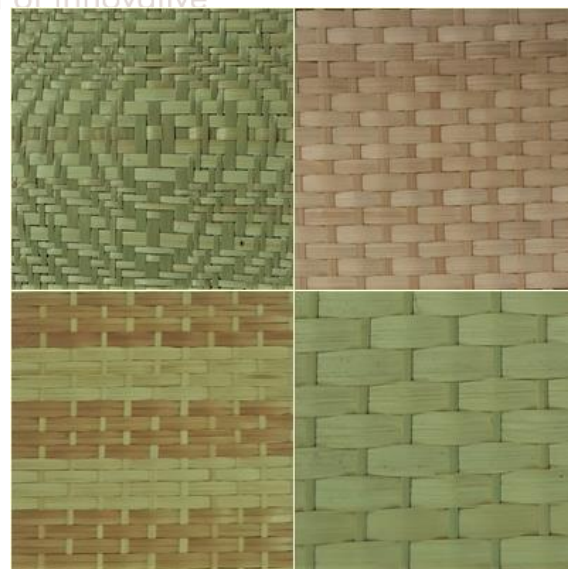
5.2.3 พัฒนาลวดลายผลิตภัณฑ์จักสานเชิงสร้างสรรค์ โดยออกแบบภายใต้กรอบแนวคิดการพัฒนาลวดลายที่มีเอกลักษณ์ของชุมชนเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ แนวทางการพัฒนาลวดลาย ผู้วิจัย คัดเลือกลายเอกลักษณ์ที่เป็นลายขัด มาสร้างสรรค์บนผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบ ผสานกับแนวคิดหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ นวัตกรรมของ Osborn ใช้เป็นแนวทางในการเปลี่ยนแปลงรูปแบบและลวดลายเดิมๆ ให้เป็นงานที่แปลกใหม่ ความเป็นไปได้ในการผลิต คือ การใช้เส้นตอกขนาดใหญ่-และขนาดเล็ก สานเป็นลายขัด สลับกับเส้นตอกเส้นเล็ก

บนฐานทักษะฝีมือความชำนาญในการสานของผู้ผลิต ให้มีรูปแบบที่ทันสมัย และปรับเปลี่ยนหน้าที่ของผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมกับสังคมบริบทวัฒนธรรมปัจจุบัน (กลุ่มจักสานป่าจ้าวเป็นกลุ่มอนุรักษ์ ใช้ภาษากะเหรี่ยงมากกว่าภาษาพื้นเมือง ดังนั้นการใช้หลักแนวคิดนี้จึงเป็นการสื่อสารที่เข้าใจง่ายและเร็วมากที่สุด) เช่น จากของใช้กระบุงใส่ของเป็น ของตกแต่งแจกันจักสานประดับผาผนัง จากกระติบข้าว ออกแบบผสานกับผ้าทอย้อมธรรมชาติ เป็นกระเป๋าทะกร้าใส่ของเพิ่มประโยชน์ใช้สอย หูตะกร้าพับได้ สามารถใช้เป็นภาชนะผลไม้ รับแขกหรือ วางบนโต๊ะ

อาหาร แข่งใส่ไก่ ถักสานเป็นโคมไฟแขวน ใช้ประโยชน์ภายในบ้านพักอาศัยหรือใช้ตกแต่งร้านอาหาร



รูปที่ 2 ลายที่เป็นเอกลักษณ์บนงานจักสานดั้งเดิมของกลุ่ม



รูปที่ 3 ลายพัฒนา

ผลงานออกแบบผลิตภัณฑ์หัตถกรรมจักสาน รูปที่ 4-9 มีดังนี้



รูปที่ 4 โคมไฟแขวน

รูปที่ 6 กระเป๋าจากกระติบข้าว
ออกแบบผสานกับผ้าทอย้อมสีธรรมชาติ



รูปที่ 5 ของตกแต่งที่แขวนจักสานประดับฝาผนัง



รูปที่ 7 ของตกแต่งแจกันจักสานประดับฝาผนัง



รูปที่ 8 ตะกร้าใส่ของเพิ่มฟังก์ชัน หูตะกร้าพับได้



รูปที่ 9 ของใช้ตะกร้าจักสานแขวน

5.2.4 การออกแบบป้ายสินค้า เพื่อส่งเสริมการตลาด สร้างความจดจำให้กับลูกค้า ทำให้ลูกค้าสามารถกลับมาซื้อสินค้าหรือสั่งซื้อสินค้าตามที่อยู่บนป้ายสินค้าได้ ผู้วิจัยใช้หลักการออกแบบกราฟิกในการออกแบบป้ายสินค้า ผู้วิจัยออกแบบทั้งหมด 3 รูปแบบ โดยใช้ที่เป็นอัตลักษณ์ของกลุ่ม จัดวางตัวอักษรชื่อกลุ่มที่อยู่ของกลุ่ม ซึ่งเป็นการส่งเสริมการตลาดที่ดี ที่จะสร้างความจดจำให้กับลูกค้า ทำให้ลูกค้าสามารถกลับมาซื้อสินค้าหรือสั่งซื้อสินค้าตามที่อยู่บนป้ายสินค้า และสมาชิกเลือกรูปแบบที่ 1 สีดำแดง ลายกราฟิกเป็นลวดลายบนผืนผ้า-ลายดอกพริก เพราะสีดำแดงเป็นสีของชนเผ่า สื่อให้ผู้บริโภคที่นิยมสินค้ากลุ่มชาติพันธุ์ เข้าใจง่ายและจดจำ การจัดวางตัวอักษรชื่อกลุ่มมีขนาดใหญ่พอเหมาะและเรียบง่าย อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม มีข้อมูลที่อยู่ที่อยู่ช่วยให้ผู้ซื้อติดต่อกลับมาได้ ภาพลวดลายสื่อให้ผู้บริโภคที่นิยมสินค้ากลุ่มชาติพันธุ์ เข้าใจง่ายและจดจำ ดังแสดงตารางที่ 2 และ รูปที่ 10

ตารางที่ 2 แสดงการวิเคราะห์รูปแบบป้ายสินค้าของสมาชิก จำนวน 6 ท่าน

รายการข้อมูล	รูปแบบที่ 1			รูปแบบที่ 2			รูปแบบที่ 3		
	N=6		ระดับ ความ เห็น	N=6		ระดับ ความ เห็น	N=6		ระดับ ความ เห็น
	X	S.D		X	S.D		X	S.D	
1. รูปแบบป้ายสินค้ามีขนาดเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด
2. มีความคิดสร้างสรรค์	4.00	0.29	มาก	3.17	0.87	ปานกลาง	3.17	0.87	ปานกลาง
3. การจัดองค์ประกอบศิลป์	4.00	0.29	มาก	3.17	0.87	ปานกลาง	4.00	0.29	มาก
4. ตัวอักษร อ่านง่าย จดจำได้ง่าย	5.00	0.00	มากที่สุด	3.17	0.87	ปานกลาง	3.17	0.87	ปานกลาง
5. มีความชัดเจนในการสื่อสาร	5.00	0.00	มากที่สุด	4.00	0.29	มาก	3.17	0.87	ปานกลาง
6. มีข้อมูลแสดงรายละเอียดครบถ้วน	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด
7. ลวดลายกราฟิกมีอัตลักษณ์น่าจดจำ	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด
8. ป้ายสินค้าสวยงาม เรียบง่าย	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด



รูปที่ 10 ป้ายสินค้าเครื่องจักสานของกลุ่มจักสานป่าจู้

6. อภิปรายผลการวิจัย

1. กะเหรี่ยงปกากะญอในชุมชนบ้านป่าจู้มีอาชีพเกษตรกรรม ทำนาปีละครั้ง อาชีพเสริมกลุ่มผู้หญิงทอผ้าและกลุ่มผู้ชายจักสาน ภาษา ใช้ภาษากะเหรี่ยงในการสื่อสารภายในชุมชน ประสานกลุ่มและสมาชิกบางคนได้เรียนภาษาไทยและพูด อ่าน เขียนภาษาไทยได้ สามารถสื่อสารกับบุคคลภายนอกได้ วัฒนธรรมการแต่งกาย จะแต่งกายชุดกะเหรี่ยง สะพายย่าม เด็กหรือหญิงสาวที่ไม่แต่งงานจะใส่ชุดอย่างขาว ส่วนผู้หญิงที่แต่งงานแล้วจะใส่เสื้อผ้ามีสีสันทึบเอง ปักลวดลายและลูกเดือย ผู้ชายทั้งเด็กและผู้ใหญ่จะใส่เสื้ออย่าง มีสีสัน วิธีการดำรงชีวิตความเป็นอยู่ อาคารบ้านเรือนจะเป็นกลุ่มอนุรักษ์ที่ใช้ภูมิปัญญาพื้นถิ่น รักษาความเชื่อ ประเพณี เอกลักษณ์ของชนเผ่าจะปรากฏในลวดลายของเสื้อผ้าเครื่องแต่งกายและเครื่องใช้สอยในชีวิตประจำวัน ซึ่งได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ทำอาหาร เช่น พลอกมัดพร้าว กระบุงเก็บผัก เก็บกิ่งไม้ทำพิน กระติบข้าวเหนียว เข่งใส่สัตว์เลี้ยง เป็ด ไก่ เอกลักษณ์เฉพาะของชุมชนที่เป็นลายขัด ผู้วิจัยได้นำมาเป็นแนวทางในการสร้างสรรค์บนผลิตภัณฑ์เครื่องจักสาน ที่เป็นผลิตภัณฑ์ของใช้และของตกแต่ง และเอกลักษณ์ที่เป็นลายดอกพริก ได้นำมาเป็นแนวทางในการสร้างสรรค์บนป้ายสินค้า ที่จะช่วยส่งเสริมการตลาดให้กับกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุธิชา ศรพรหม อุดมศักดิ์ สาริบุตร และพิชัย สดภิบาล (2559) ที่ศึกษาเรื่องการศึกษาศักยภาพของชนเผ่าม้ง ในการออกแบบเครื่องประดับ พบว่า ชนเผ่าที่มีความโดดเด่นในเรื่องงานหัตถกรรมมากที่สุดคือชนเผ่าม้งและความเป็นเอกลักษณ์ที่ชัดเจนที่สุดของชาวเขาเผ่าม้ง คือ ลวดลายที่ใช้ปักลงบนเสื้อผ้า ลวดลายกันหอย มีเอกลักษณ์มากที่สุด และนำมาออกแบบเครื่องประดับเงินที่เรียบง่ายคงความเป็นเครื่องเงินของชาวเขาเผ่าม้งแต่ออกแบบขึ้นมาใหม่ให้ดูทันสมัยขึ้น

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์จักสานที่ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิด การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีเอกลักษณ์ของชุมชนเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ เอกลักษณ์เฉพาะของผลิตภัณฑ์จักสานของกะเหรี่ยงปกากะญอ แสดงออกมา

ในรูปของการสาน ลายขัด และเทคนิคการสาน และรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ผู้วิจัยสร้างสรรค์โดยใช้หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 6 รูปแบบ จากของใช้กระบุงใส่ของเป็น ของตกแต่งแจกันจักสานประดับผาผนัง จากกระติบข้าว ออกแบบผสานกับผ้าทอย้อมธรรมชาติ เป็นกระเป๋าลือ จากเชิงใส่ไก่ เป็ด เป็นโคมไฟแขวน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ปานฉัตร อินทร์คง (2560) ที่กล่าวว่า การปรับเปลี่ยนรูปแบบผลิตภัณฑ์หัตถกรรมธรรมดาทั่วไปสู่ผลิตภัณฑ์วัฒนธรรมที่มีคุณค่าและเพิ่มมูลค่า ด้วยการผสานองค์ความรู้เข้ากับแนวคิดและกรรมวิธีแบบใหม่เพื่อให้สอดคล้องกับบริบทสังคมวัฒนธรรมปัจจุบัน ในการปรับเปลี่ยนดังกล่าวสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนหน้าที่ ของผลิตภัณฑ์จักสานผสมผสานกับเรื่องราววัฒนธรรม และสอดคล้องกับบทความที่เกี่ยวกับการพัฒนางานหัตถกรรมของ ศูนย์ศิลปาชีพระหว่างประเทศ (2556) ที่กล่าวว่า สินค้าหัตถกรรมที่จะประสบความสำเร็จได้นั้นจะต้องไม่เป็นเพียงสินค้าที่ใช้งานหัตถกรรมได้เพียงอย่างเดียวแต่ยังต้องเป็นสินค้าที่ระลึกและก่อให้เกิดความรู้สึกแตกต่างแก่ผู้ซื้อผลิตภัณฑ์ การเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์บางครั้งผู้ประกอบการจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตเล็กน้อยและออกแบบให้มีความทันสมัย ถึงแม้ว่าจะต้องจ่ายต้นทุนสูงขึ้นแต่คุณภาพของสินค้าก็ช่วยลดต้นทุนทางเวลาและต้นทุนทางความไม่พอใจของลูกค้าได้เช่นเดียวกัน รวมถึงสอดคล้องกับคำอธิบาย ของ สถาพร ติบุญมี ณ ชุมแพ (2550) ที่กล่าวว่า การเอาภูมิปัญญารวมกับวัสดุและฝีมือช่างก่อให้เกิดงานหัตถกรรมที่มีคุณค่าลักษณะเด่นให้แก่สินค้าชุมชน และสามารถสร้างรายได้กลับสู่ชุมชน

3. ในการออกแบบป้ายสินค้าให้กับผลิตภัณฑ์เครื่องจักสานของกลุ่มจักสานบ้านป่าจั่ว ผู้วิจัยออกแบบทั้งหมด 4 รูปแบบ โดยใช้ ที่เป็นอัตลักษณ์ของกลุ่ม จัดวางตัวอักษรชื่อกลุ่ม ที่อยู่ของกลุ่ม ซึ่งเป็นการส่งเสริมการตลาดที่ดี ที่จะสร้างความจดจำให้กับลูกค้า ทำให้ลูกค้าสามารถกลับมาซื้อสินค้าหรือสั่งซื้อสินค้าตามที่อยู่บนป้ายสินค้า และสมาชิกเลือกรูปแบบที่ 1 สีดำแดง ลายกรรพิกเป็นลวดลายบนผืนผ้า-ลายดอกพริก เพราะสีดำ

แดงเป็นสีของชนเผ่า สีสให้ผู้บริโภคที่นิยมสินค้ากลุ่มชาติพันธุ์ เข้าใจง่ายและจดจำ การจัดวางตัวอักษรชื่อกลุ่มมีขนาดใหญ่พอเหมาะและเรียบง่าย อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม มีข้อมูลที่อยู่ที่อยู่ช่วยให้ผู้ซื้อติดต่อกลับมาได้ ซึ่งสอดคล้องกับคำอธิบายของ ชัยรัตน์ อิศวากร (2550) ที่กล่าวว่า การสร้างแบรนด์หรือจุดจดจำเพื่อให้ลูกค้าจดจำ จะต้องกะทัดรัด ใช้งานง่าย รูปลักษณ์ของสื่อจะต้องน่าจดจำ การวางตำแหน่ง แบบอักษร ภาพ และสีที่เลือกใช้ จะต้องมีความเป็นเอกภาพ ซึ่งจะช่วยให้ผู้บริโภคจดจำ

7. สรุป

1. การวิจัยครั้งนี้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ทั้ง 3 ข้อ คือ 1) ได้เอกลักษณ์เฉพาะของชุมชนบ้านป่าจั่ว
2. ได้รูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องจักสานที่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคในยุคการตลาด 4.0
3. ได้ป้ายสินค้าของกลุ่มที่สามารถใช้ส่งเสริมการตลาด

ผลกระทบ (Impact) ของผลการวิจัยในครั้งนี้

1.ยกระดับสินค้าชุมชนสู่ OTOP ด้วยนวัตกรรมที่มุ่งเน้นการใช้วัตถุดิบในท้องถิ่นมาสร้างให้เกิดมูลค่าเพิ่มสูงขึ้นด้วยการใช้เอกลักษณ์ชุมชนร่วมกับความคิดสร้างสรรค์

2.ชุมชนมีองค์ความรู้เพิ่มขึ้น มีรายได้จากการจำหน่ายสินค้าวัฒนธรรม สามารถสร้างผลงาน เกิดความมั่นคงและยั่งยืน

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาวิจัย เรื่องการศึกษาความคงทนของสีย้อมไม้ไผ่จากวัสดุธรรมชาติ ต้นไม้และพืชให้สีในหมู่บ้าน ด้านความคงทนของสีต่อการขัดถูขณะใช้งาน หรือการทำความสะดวก ความคงทนของสีต่อแสงเนื่องจากมีป่าไม้ที่สามารถให้สีในการย้อมธรรมชาติมีภายในชุมชนจำนวนมาก เป็นแหล่งวัตถุดิบที่มีมูลค่าของ

ชุมชน ซึ่งจะช่วยให้มูลค่าสินค้าด้านวัฒนธรรมของชนเผ่า และลดต้นทุนการผลิตสินค้า

2. ควรส่งเสริมให้กลุ่มพัฒนาผลิตภัณฑ์ของชุมชนให้ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. ผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่) ซึ่งจะนำไปสู่โอท็อประดับดาวของตำบลทาเหนือ อำเภอแม่ออน จะช่วยทำให้ส่งเสริมการตลาดชุมชนจะมีรายได้เพิ่มขึ้น

3. ควรมีการศึกษาและจัดตั้งศูนย์การเรียนรู้หัตถกรรมภายในชุมชนป่าจั่ว ตำบลทาเหนือ เพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้ ภูมิปัญญาพื้นถิ่นให้แก่บุตรหลานของคนในชุมชน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา แหล่งทุนที่ใช้งบประมาณ และขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องในชุมชนหมู่ 4 บ้านป่าจั่ว ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี ตลอดจนผู้เชี่ยวชาญทางการออกแบบทั้ง 3 ท่าน ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะต่างๆ และประเมินความเหมาะสมของผลงานออกแบบ

เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงอุตสาหกรรม. (2559). ยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 ระยะ 20 ปี (2560-2579) ออนไลน์ ได้จาก: <https://www.nstda.or.th/th/nstda-doc-archives/thailand-40/11661-ministry-of-industry>
- [2] คำ ตาหลวง (ผู้ให้สัมภาษณ์) อรุณฤกษ์ สุธาคำ (ผู้สัมภาษณ์), 16 กรกฎาคม 2561.
- [3] ชัยรัตน์ อัครวงกู. (2550). ออกแบบให้โดนใจ. กรุงเทพฯ: วิท อิน บัค.
- [4] นเร ขอจิตต์เมตต์. (2550). Packaging & Design เสกสรรปั้นแต่งบรรจุภัณฑ์. กรุงเทพฯ: ฐานบุ๊ค.

- [5] ปานฉัตร อินทร์คง. 2559. การออกแบบผลิตภัณฑ์วัฒนธรรม แนวคิด รูปแบบและการวิเคราะห์. กรุงเทพมหานคร: อันลิมิตพรีนติ้ง.
- [6] มนตรี อุดตา (ผู้ให้สัมภาษณ์) ตรีชญา สมฟอง (ผู้สัมภาษณ์), 16 กรกฎาคม 2561.
- [7] เรวัต สุขสีกาญจน์, 2553. “ความเหมือนในความต่าง : หัตถกรรม วัสดุ นวัตกรรม ผลิตภัณฑ์”.วารสารวิชาการศิลปะและสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. 1 (1) : 76-88.
- [8] วชิรินทร์ จรุงจิตสุนทร. (2548). i.d. Story Theory & Concept of Design: หลักการและ แนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์. กรุงเทพมหานคร: แอ็บป่า พรีนติ้ง กรุ๊ปจำกัด.
- [9] ศูนย์ศิลปาชีพพระหว่างประเทศ (2556). การพัฒนางานหัตถกรรมสู่อาเซียน. [ออนไลน์] ได้จาก : <http://www.sacict.or.th/scripts/knowledge.php?ntabmenu>.
- [10] สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ (2550). ผลของเทคโนโลยีที่มีต่อการออกแบบ. กรุงเทพฯ : โอเอสพรีนติ้งเฮาส์.
- [11] สุธิชา ศรพรหม อุดมศักดิ์ สาริบุตร และพิชัย สดภิบาล.(2559). การวิจัยเรื่องการศึกษาและออกแบบผลิตภัณฑ์จากผ้าปักอัตลักษณ์ชาติพันธุ์ม้ง. วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. 7 (2) : 111-123.
- [12] สมิตรา ศรีวิบูลย์. (2547). การออกแบบอัตลักษณ์: **Corporate Identity**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เลิฟแอนด์ลิฟเพรส

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลำไยหวานเพื่อเป็นอาหารสุขภาพ

อัมฤทธิ์ สีก่อม², ยุวดี กล้าพิทักษ์², วรพรรณ สุนันตะ²,
กมลวรรณ มโนวรรณ² และ นีร โฉมศรี^{1*}

¹สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตรมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, 200 หมู่ 17 ต.พิชัย อ.เมือง จ.ลำปาง 52000

²มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาลำปาง, 200 หมู่ 17 ต.พิชัย อ.เมือง จ.ลำปาง 52000

รับบทความ 30 ตุลาคม 2561 ตอรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 1 กรกฎาคม 2563

© 2020 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลำไยหวานเพื่อเป็นอาหารสุขภาพครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ลำไยหวานสำหรับเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ และศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ได้ โดยมีแนวความคิดการใช้เทคนิคการเสริมพฤษเคมีธรรมชาติในการผลิตลำไยหวาน ที่สามารถทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติส่งผลต่อสุขภาพได้ การศึกษานี้ใช้สูตรพื้นฐานจากผู้ประกอบการ และมีการปรับปรุงสูตรการผลิตด้วยการเติมขิง และกล้วยอบ เพื่อใช้เป็นแหล่งพฤษเคมี ผลการศึกษาที่ได้พบว่า การพัฒนาวิธีการและส่วนผสมของลำไยหวานที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ลำไยหวานให้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพที่ดีที่สุด ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพสูงสุด คือ ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด 842 มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงสุด ($p < 0.05$).

คำสำคัญ: ลำไย ขิง กล้วย

*Email: niornchomsri@rmutl.ac.th, 054-342-550

Development of Preserved Longan Product as Health Food

Ammarit Seeklom², Yuwadee Klapitak² Worawan Sunanata²

Kamonwan Manowan² and Ni-orn Chomsri^{1*}

¹Agricultural Technology Research Institute, Rajamangala University of Technology Lanna,

²Rajamangala University of Technology Lanna Lampang,

200 Moo 17, Pichai District, Amphoe Muang, Lampang 52000

Received: 30 October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 1 July 2020

© 2020 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved

Abstract

The purpose of longan product development was to develop the healthy food products and study the quality of the product. The concept of using natural phytochemical technique to produce longan was focused in this study. The product showed potential of health benefits. The formula based on the entrepreneur was initially applied for the development. The ginger and banana were used as sources of phytochemicals. It was revealed that development of formulas and ingredients of preserved longan showed potential to promote health. The best formula resulted in the product containing phenolic compound content of 842 mg / kg with maximum antioxidant activity ($p < 0.05$).

Keywords: Longan Ginger Banana

1. บทนำ

เนื่องจากแนวความคิดการบริโภคของผู้คนในสังคมปัจจุบันได้เปลี่ยนแปลงไปตามโลกยุคกระแสโลกาภิวัตน์ยุคและการสื่อสารกันแบบไร้พรมแดนผ่านอินเทอร์เน็ต พฤติกรรมของผู้บริโภคในปัจจุบันจึงเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากความต้องการความสะดวกและรวดเร็วเป็นเรื่องที่จำเป็นในทุกๆ กิจกรรมรวมถึงการบริโภคอาหารทำให้กลุ่มอาหารสุขภาพเป็นทางเลือกที่ผู้บริโภคในยุคปัจจุบันหันมาใส่ใจและมีความต้องการเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้ ผักและผลไม้ที่มีสารพฤกษเคมีหรือ Phytochemicals หมายถึง สารเคมีที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่พบในพืช สารพฤกษเคมีเหล่านี้หลายชนิดถูกกล่าวอ้างว่ามีฤทธิ์ต่อต้านหรือป้องกันโรคบางชนิด รวมถึงโรคมะเร็งที่เชื่อว่าสารกลุ่มนี้ช่วยป้องกันได้ ตัวอย่างพืชที่มีการอ้างถึงคุณสมบัติของพฤกษเคมีมีอยู่มากมาย รวมถึงลำไยและชิงที่มีผลการศึกษวิจัยเป็นจำนวนมากที่ระบุถึงคุณสมบัติด้านมากมายเช่นโรคเกี่ยวกับหลอดเลือดหัวใจโรคมะเร็งโรคเบาหวาน (Castañeda-Ovando et al., 2009) การนำเอาลำไยเสริมผลผลิตทางการเกษตรที่เป็นอาหารสุขภาพมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ลำ ไยกวนเพื่อสุขภาพด้วยเทคโนโลยีการพัฒนาลิขสิทธิ์และศาสตร์ด้านวิทยาศาสตร์การอาหาร ถือได้ว่าเป็นช่องทางในการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มอาหารสุขภาพให้กับทางผู้ประกอบการ ให้สามารถนำไปเป็นแนวทางในการนำไปพัฒนาต่อยอดหรือผลักดันการใช้ประโยชน์สู่สาธารณะหรือเชิงพาณิชย์ต่อไปได้ ซึ่งเป็นการเพิ่มทั้งคุณค่าและมูลค่าของผลิตภัณฑ์

2. วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาลิขสิทธิ์ลำไยกวนสำหรับเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพและศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ได้

3. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การใช้เทคนิคการเสริมพฤกษเคมีธรรมชาติในการผลิตลำไยกวนสามารถทำ ให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติส่งผลดีต่อสุขภาพได้

4. วิธีการวิจัย

4.1 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพวัตถุดิบ

นำวัตถุดิบ 3 ชนิด ได้แก่ ลำไยอบแห้ง ชิง และกล้วยอบไปตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ดังนี้ ค่าพีเอชโดยใช้เครื่องวัดพีเอช (Consourt, Model C831, Belgium) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) โดยใช้hand refractometerปริมาณกรดทั้งหมด (เทียบกับการดัดจริตหรือกรดอะซิติก) โดยวิธีการไตเตรทตามวิธีดัดแปลงจาก (Kirk and Sawyer, 1991)

4.2 การเตรียมลำไยกวน

การเตรียมเนื้อลำไยทำโดยนำเนื้อลำไยอบแห้ง 300 กรัมแช่ในน้ำร้อน 500 มิลลิลิตรเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไปปั่นให้ละเอียดโดยเครื่องปั่น และนำเนื้อลำไยที่ได้ผสมกับส่วนผสมอื่นๆดังวิธีการในภาพที่ 1 โดยมีสูตรพื้นฐานเริ่มต้นดังตารางที่ 1 และรูปที่ 2

ตารางที่ 1 สูตรพื้นฐานของลำไยกวนครั้งที่ 1

Treatment	Ingredients	(g)
1	Fresh Longan	250
2	Dried Longan	250
3	Glucose syrup	150
4	Hot water	500
5	Tapioca flour	30



รูปที่ 1 การทำผลิตภัณฑ์ลำไยกวน



รูปที่ 2 ส่วนผสมในการทำลำไยกวน

4.3 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพ

ตรวจวิเคราะห์คุณภาพในด้านคุณสมบัติทางเคมี ดังนี้คือ ค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณกรดแอมิโนอิสระ ปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ทั้งหมด ฤทธิ์การยับยั้งการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารประกอบฟีนอล และความชื้นของผลิตภัณฑ์

4.4 การวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการศึกษาแล้วนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ ANOVA (Analysis of Variance) จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติแบบDuncan's New Multiple's Range Test (DMRT)

5. ผลการวิจัย

5.1 คุณภาพของวัตถุดิบ

ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของลำไยอบแห้ง ขิงผง และกล้วยอบ ที่ใช้เป็นส่วนผสมหลักในการทำลำไยกวนผสมผสาน

ตารางที่ 2 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของลำไย ขิงและกล้วย ที่ใช้เป็นส่วนผสมในการทำลำไยกวน

Quality	Longan	Ginger	Banana
			
pH	6.02	5.96	4.59
Total acidity (%)	0.83	1.92	0.24
Total soluble solids (°Brix)	51.20	21.98	25.73
Free α -amino nitrogen (mg/l)	1289.05	1260.91	25.93

Antioxidant activity ได้จากการเตรียมตัวอย่างที่ระดับการเจือจางแตกต่างกันตามที่แสดงในวงเล็บ

5.2 การพัฒนาวิธีการและส่วนผสมของลำไยกวน



ภาพที่ 3 ลักษณะลำไยกวนสูตรพื้นฐาน



ภาพที่ 4 ลักษณะลำไยที่ปรับจากสูตรพื้นฐาน

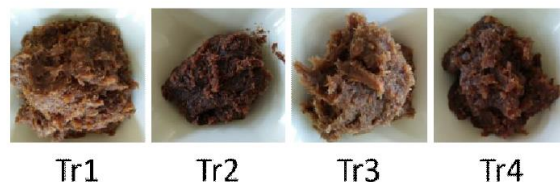
จากการพัฒนาสูตรลำไยกวนพื้นฐาน ที่เริ่มต้นข้อมูลจากผู้ประกอบการ โดยมีพารามิเตอร์ในการตัดสินใจคือคุณภาพ

ทางเคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทำให้ได้ปัจจัยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลำไยกวน 2 ปัจจัย (ตารางที่ 4)

5.3 ผลของซิงและกล้วยที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ลำไยกวน

จากการทดลองพัฒนาผลิตภัณฑ์ลำไยกวน โดยทดลองสูตรพื้นฐาน ทำให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลำไยกวนที่นำมาศึกษาต่อจำนวน 4 สูตร ตามสิ่งทดลองที่ 1-4 (ตารางที่ 4) โดยกรรมวิธีผลิตลำไยกวนผสมผสาน คือ นำเนื้อลำไยอบแห้ง แช่น้ำร้อนนาน 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไปปั่นให้ละเอียดโดยเครื่องปั่น และนำเนื้อลำไยที่ได้ผสมกับส่วนผสมอื่นๆที่วางแผนศึกษาโดยส่วนผสมหลักของการทำลำไยกวนคือ ลำไยอบแห้งที่แช่น้ำและปั่นแล้ว ซิงผง และกล้วยอบ นอกจากนี้ ยังมีการเติม กลูโคสไซรัปหรือ

แบะแซ เพื่อให้ลำไยกวนมีความคงตัวมากขึ้นในอัตราส่วนร้อยละ 5 สำหรับทุกกรรมวิธี จากนั้น นำไปกวนโดยใช้ไฟอ่อนนาน 1.5 ชั่วโมง จนเหนียวและสามารถปั้นเป็นก้อนได้ ซึ่งลำไยกวนทั้ง 4 สูตร มีลักษณะดังรูปที่ 5 และมีผลการวิเคราะห์คุณภาพต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 5 และ 6



รูปที่ 5 ลักษณะลำไยหลังจากการกวนเป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง

ตารางที่ 3 สูตรของลำไยที่ปรับจากสูตรพื้นฐาน

Ingredients	Ripe banana	Dehydrated banana
Dried logan (g)	300	300
Glucose syrup (g)	30	30
Banana (g)	150	150

ตารางที่ 4 สิ่งทดลองที่ใช้ในการศึกษาผลิตภัณฑ์ลำไยกวน

Treatment/ Formula (F)	Ginger (%)	Dehydrated Banana (%)	Code
1	6	30	G6B30
2	6	-	G6B0
3	-	30	G0B30
4	-	-	G0B0

ตารางที่ 5 ค่าสีของผลิตภัณฑ์ของลำไยกวน

Factor	L*	a*	b*
Factor A: ginger (%)	*	ns	*
Ginger (G6)	28.43+3.32 ^a	9.71+0.71	11.11+3.05 ^a
Ginger (G0)	24.86+1.58 ^b	9.85+1.67	8.80+1.12 ^b
Factor B: Banana (%)	*	*	*
Banana (B30)	28.79+2.86 ^a	9.11+0.70	11.41+2.73 ^a
Banana (B0)	24.05+1.39 ^b	10.46+1.31	8.85+1.13 ^b
Interaction (AxB)	*	ns	*
F1=G6xB30	31.35+0.80 ^a	9.64+0.59	13.77+1.35 ^a
F2=G6xB0	25.50+1.15 ^b	9.79+0.95	8.45+0.48 ^b
F3=G0xB30	26.22+0.39 ^b	8.58+0.24	9.04+0.11 ^b
F4=G0xB0	23.49+0.70 ^c	11.13+1.43	8.55+1.71 ^b

ตารางที่ 6 ค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ลำไยกวน

Factor	pH	TA (%)	TSS (°Brix)
Factor A: Ginger (%)	ns	ns	ns
Ginger (G6)	5.04+0.08	0.54+0.6	49.38+3.95
Ginger (G0)	6.24+0.56	0.57+0.06	56.08+3.81
Factor B: banana (%)	*	ns	*
Banana (B30)	5.65+0.62 ^a	0.54+0.07	52.67+7.75 ^b
Banana (B0)	5.63+0.75 ^b	0.57+0.60	52.79+0.16 ^a
Interaction (A x B)	*	*	*
G6 x B30	5.11+0.02 ^c	0.48+0.00 ^b	45.96+0.05 ^c
G6 x B0	6.19+0.02 ^b	0.61+0.00 ^a	59.39+0.01 ^a
G0 x B30	4.98+0.02 ^c	0.60+0.00 ^b	52.80+0.28 ^b
G0 x B0	6.29+0.01 ^a	0.54+0.00 ^b	52.78+0.02 ^b

ตารางที่ 6 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ลำไยกวน

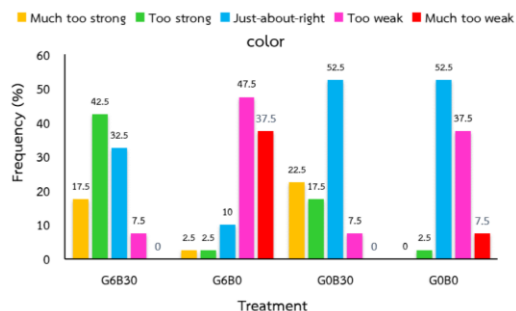
Factor	AO	TPC
Factor A: Ginger (%)	*	*
Ginger (G6)	54.84+1.33b	324.09+22.44b
Ginger (G0)	62.09+2.21a	701.14+163.27a
Factor B: banana (%)	*	*
Banana (B30)	59.93+4.70a	308.64+7.07b
Banana (B0)	57.00+3.71b	434.32+145.27a
Interaction (A x B)	*	*
F1=G6 x B30	55.87+0.59 (10)c	339.42+22.49c
F2=G6 x B0	64.00+0.29 (35)a	842.28+14.78a
F3=G0 x B30	53.82+0.90 (10)c	308.64+7.07c
F4=G0 x B0	60.18+0.30 (35)b	560.00+8.99b

Antioxidant activity ได้จากการเตรียมตัวอย่างที่ระดับการเจือจางแตกต่างกันตามที่แสดงในวงเล็บ

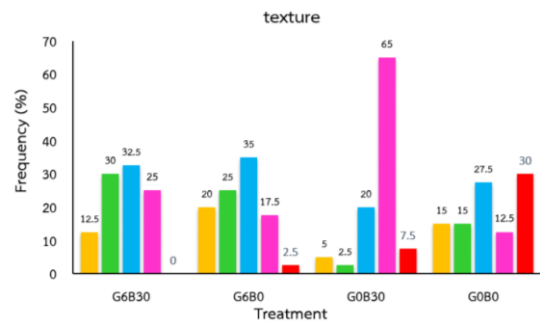
เมื่อนำผลิตภัณฑ์ลำ ไยกวนไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสได้ผลการศึกษาดังแสดงในรูปที่ 6 การทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ลำไยกวน ทำให้ทราบถึงอิทธิของส่วนผสม และการแปรรูปต่อคุณภาพด้านสี กลิ่นของลำไย ความหวาน ความเหนียวหนืด และลักษณะเนื้อสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ลำไยกวน โดยพบว่า คุณภาพทางด้านสีของผลิตภัณฑ์ ซึ่งผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้คะแนนสิ่งทดลองที่ 3 สิ่งทดลองที่ 4 โดยมีสีของผลิตภัณฑ์ที่พอดีร้อยละ 52.5 สิ่งทดลองที่ 2 โดยมีสีของผลิตภัณฑ์จางร้อยละ 47.5 และสิ่งทดลองที่ 1 โดยมีสีของผลิตภัณฑ์เข้มร้อยละ 42.5 ของจำนวนผู้ทดสอบชิม ตามลำดับคุณภาพทางด้านกลิ่นของลำไยในผลิตภัณฑ์ ซึ่งผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้คะแนนสิ่งทดลองที่ 2 และสิ่งทดลองที่ 1 โดยไม่ได้กลิ่นของลำไยน้อยที่สุดร้อยละ 50 และ 40 ส่วนสิ่งทดลองที่ 4 ได้กลิ่นของลำไยมากที่สุดร้อยละ 40 และสิ่งทดลองที่ 3 ได้กลิ่นของลำไยแบบกลาง ๆ ร้อยละ 40 ของจำนวนผู้ทดสอบชิม ตามลำดับ

คุณภาพด้านหวานของผลิตภัณฑ์ลำไยกวน ซึ่งผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้คะแนนสิ่งทดลองที่ 3 โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่บอกว่ามีความหวานของผลิตภัณฑ์ที่พอดี มี

คะแนนจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุดร้อยละ 60 สิ่งทดลองที่ 4 มีคะแนนร้อยละ 45 สิ่งทดลองที่ 1 มีคะแนนร้อยละ 32.5 และสิ่งทดลองที่มีคะแนนน้อยที่สุดคือ สิ่งทดลองที่ 2 มีคะแนนอยู่ที่ร้อยละ 25 ตามลำดับคุณภาพความเหนียวหนืดของผลิตภัณฑ์ลำ ไยกวนผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้คะแนนผลิตภัณฑ์ที่มีความเหนียวพอดีคือสิ่งทดลองที่ 3 2 4 และ 1 โดยมีคะแนนตามลำดับดังนี้ คือ ร้อยละ 45 40 25 และ 20 ตามลำดับคุณภาพเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลำไยกวน ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้คะแนนผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่พอดี คือสิ่งทดลองที่ 2 1 4 และ 3 โดยมีคะแนนตามลำดับดังนี้ คือ ร้อยละ 35 32.5 27.5 และ 20 ตามลำดับ

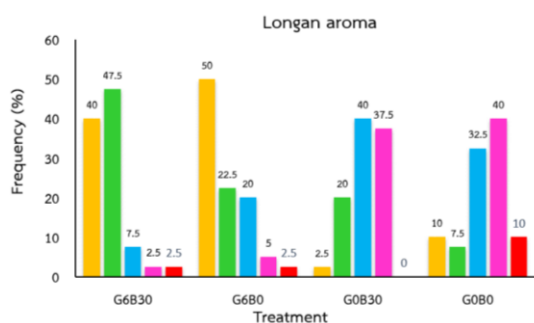


(a)

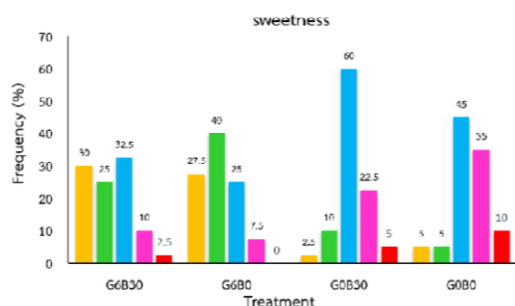


(e)

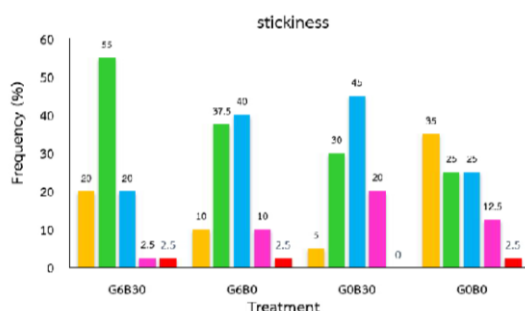
รูปที่ 6 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากการให้คะแนน คุณภาพของลำไยกวน 4 กรรมวิธี



(b)



(c)



(d)

6. อภิปรายผลการวิจัย

ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของลำไยอบแห้ง ชิงผง และกล้วยอบ ที่ใช้เป็นส่วนผสมหลักในการทำลำไยกวนผสมผสาน จากการตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติของส่วนผสมหลังที่ใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ลำไยกวน ได้แก่ เนื้อลำไยอบแห้ง กล้วยอบ และชิงแก่บดละเอียด ซึ่งในแต่ละชนิดมีคุณภาพที่ต่างกัน โดยมีคุณลักษณะที่บ่งชี้ถึงสมบัติการเป็นอาหารที่มีองค์ประกอบของพหุโภชนาการ

ในด้านการพัฒนาวิธีการและส่วนผสมของลำไยกวนทำให้ได้แนวคิด และได้กระบวนการขั้นตอนในการผลิตผลิตภัณฑ์ลำไยกวน และส่วนผสมที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ลำไยกวนให้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพที่ดีที่สุด โดยสูตรที่ 2 มีศักยภาพสูงสุด คือ ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด 842 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงสุด ($p < 0.05$)

ผลิตภัณฑ์ลำไยกวนมีลักษณะสีน้ำตาลเข้มค่อนข้างมีสีดำน้อย ลักษณะของแต่ละสิ่งทดลองแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด จากการมองด้วยตาเปล่าเนื่องจากในแต่ละสิ่งทดลองมีการใช้วัตถุดิบที่เติมลงไปไม่เหมือนกัน เช่น การเสริมชิงแก่บดละเอียดลงไปทำให้สีของผลิตภัณฑ์ลำไยกวนเข้มมากขึ้นเล็กน้อย นอกจากมีการเสริมชิงผงแล้ว ยังมีการเสริมด้วยกล้วยอบเพื่อทำให้มีรสชาติที่แปลก

จากการทดลองการผลิตผลิตภัณฑ์ลำไยกวนพบว่า การเติมขิงแก่บดละเอียดลงไปมีอิทธิพลต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์ลำไยกวน โดยทำการวัดค่าสี L^* a^* และ b^* พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าสี L^* และ b^* มีค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คือ ค่าสี L^* ของสิ่งทดลองที่เติมขิงเท่ากับ 28.43 ± 3.32 และสิ่งทดลองที่ไม่มีการเติมเท่ากับ 24.86 ± 1.58 ตามลำดับ ส่วนค่าสี b^* มีค่าแตกต่างกันคือ ค่าสี b^* ของสิ่งทดลองที่เติมขิงเท่ากับ 11.11 ± 3.05 และสิ่งทดลองที่ไม่มีการเติมเท่ากับ 8.80 ± 1.12 ตามลำดับ ส่วนค่าสี a^* เมื่อมีการเติมขิงลงไปในการผลิตผลิตภัณฑ์ส่งผลให้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p < 0.05$) แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของส่วนผสม และการแปรรูปที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์

การเติมกล้วยอบลงไปมีอิทธิพลต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์ลำไยกวน โดยทำการวัดค่าสี L^* a^* และ b^* พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าสี L^* และ b^* มีค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คือ ค่าสี L^* ของสิ่งทดลองที่เติมกล้วยอบเท่ากับ 28.79 ± 2.86 และสิ่งทดลองที่ไม่มีการเติมเท่ากับ 24.05 ± 1.39 ตามลำดับ ส่วนค่าสี b^* มีค่าแตกต่างกันคือ ค่าสี b^* ของสิ่งทดลองที่เติมขิงเท่ากับ 11.41 ± 2.73 และสิ่งทดลองที่ไม่มีการเติมเท่ากับ 8.85 ± 1.13 ตามลำดับ ส่วนค่าสี a^* เมื่อมีการเติมขิงลงไปในการผลิตผลิตภัณฑ์ส่งผลให้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เมื่อทำการศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างการเติมขิงแก่บดละเอียดและกล้วยอบ และทำการวัดค่าสี L^* a^* และ b^* พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าสี L^* และ b^* มีค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คือ ค่าสี L^* ของผลิตภัณฑ์ลำไยกวนมีค่าอยู่ในช่วง 23.49 ± 0.70 - 31.35 ± 0.80 ค่าสี b^* ของผลิตภัณฑ์ลำไยกวนมีค่าอยู่ในช่วง 8.45 ± 0.48 - 13.77 ± 1.35 ตามลำดับ ส่วนค่าสี a^* ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

การทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ลำไยกวน ทำให้ทราบถึงอิทธิพลของส่วนผสม และการแปรรูปต่อคุณภาพด้านสีกลิ่นของลำไย ความหวาน ความเหนียว

หนืด และลักษณะเนื้อสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ลำไยกวน โดยพบว่า คุณภาพทางด้านสีของผลิตภัณฑ์

7. สรุป

การพัฒนาวิธีการและส่วนผสมของลำไยกวน เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ลำไยกวนให้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพ ได้สูตรการผลิตที่ใช้ส่วนผสมของเนื้อลำไยที่เสริมขิงร้อยละ 6

กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาที่สนับสนุนการศึกษาวิจัยในทุกมิติ

เอกสารอ้างอิง

- [1] ฉัญญารัตน์ ลิ่นฤกษ์. 2559. แนวทางการพัฒนากลยุทธ์การตลาดกรณีศึกษากลุ่มชุมชนผู้ผลิตลำไยกวนโบราณตำบลบ้านโฮ้ง อำเภอบ้านโฮ้ง จังหวัดลำพูน. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น. 10(1):177-187.
- [2] ปาริชาติ ราชชนนี อุดมศักดิ์ สีหพันธ์ สุลัยภรณ์ โสมละครบุศรินทร์ เลไลคำ ศนันท พิชัย ญาณิศา โพธิ์รัตนโส. 2560. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ขิง. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. 629-633.
- [3] ปิยะพร บุตรพรหม ศิริวรรณ องค์ไชย เจริญ เรื่อง สุริยะ. 2555. สารออกฤทธิ์จากขิงมีศักยภาพปกป้องการสลายกระดูกอ่อนที่ถูกเหนี่ยวนำโดยไซโตไคน์. การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 2. 11 น.
- [4] พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธยา รัตนพานนท์. 2561. ขิงออนไลน์. <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2233/ginger-ขิง>.
- [5] มาตรฐานสินค้าเกษตร. 2556. มาตรฐานสินค้าเกษตรขิง (มกษ.3002-2556). ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ : ขิง สำนักงานมาตรฐานสินค้า

- เกษตรและอาหารแห่งชาติกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 8 น.
- [6] วทันยา ลิ้มปวยอมน ญัฎฐา เล่าหกุลจิตต์ ภรณ์ทิพย์ ดุษฎีลาวัลย์เกษรา วามะศิริ. 2557. องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันหอมระเหยขิง. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. 37(3): 297-312.
- [7] วิกีพีเดีย. 2561. ขิง. ออนไลน์.
<https://th.wikipedia.org/wiki/ขิง>.
- [8] วิกีพีเดีย. 2561. ลำไย. ออนไลน์.
<https://th.wikipedia.org/wiki/ลำไย>.
- [9] อนงค์ เสริฐวาสนา สิงหนาท พวงจันทร์แดง. 2551. การพัฒนากระบวนการแปรรูปน้ำขิงผงและขิงผง. ว. วิทย. กษ.39(3) (พิเศษ) : 481-484.
- [10] อรัญญา ศรีบุศราคม. 2555. คุณค่าของลำไย...ไม่ใช่แค่ความหวาน. จุลสารข้อมูลสมุนไพร. 30(1).
- [11] Awe, F. B., Fagbemi, T. N., Ifesan, B. O, T., and Badejo, I, A. A. 2013. Antioxidant properties of cold and hot water extracts of cocoa, Hibiscus flower extract, and ginger beverage blends. Food Research International. 52: 490-495.
- [12] El-ghorab, A. A., Nauman, M., Anjum, F. M., Hussin, S., and Nadeem, M. 2010. A comparative study on chemical composition and antioxidant activity of ginger (*Zingiber officinale*) and cumin (*Cuminum cyminum*). Food Chemistry. 58: 8231-8237.
- [13] Ghasemzadeh, A., Jaafar, H. Z. E., and Rahmat, A. 2010. Antioxidant Activities, Total Phenolics and Flavonoids Content in Two Varieties of Malaysia Young Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). Molecules. 15: 4324-4333.
- [14] Khrimian, A., Shirali, A., and Guzman, F. 2015. Absolute configurations of zingiberenols isolated from ginger (*Zingiber officinale*) Rhizomes. Journal of Natural Products. 78: 3071-3074.
- [15] Kumar, V., Kushwaha, R., Goyal, A., Tanwar, B., and Kaur, J. 2018. Process optimization for the preparation of antioxidant rich ginger candy using beetroot pomace extract. Food Chemistry. 245: 168-177.
- Singleton, K. 2010. Ginger an overview of health benefits. Food Science and Health. 45: 171-183.
- [16] Si, W., Chen, Y. P., Zhang, J., Chen, Z. Y., Chung, H. Y. 2018. Antioxidant activities of ginger extract and its constituents toward lipids. Food Chemistry. 239: 1117-1125.
- [17] Tapsell, L. C., Hemphill, I., Cobiack, L., Sullivan, D. R., Fenech, M. 2006. Health benefits of herbs and spices: the past, the present, the future. Health benefits of herbs and spices: the past, the present, the future. Medical Journal of Australia. 185(4): 1-24.
- [18] Wang, Y., Wei, X., Wang, F., Xu, J., Tang, X., and Li, N. 2018. Structural characterization and antioxidant activity of polysaccharide from ginger. International Journal of Biological Macromolecules. 111: 862-869.
- [19] Apinyavisit, K., Nathakaranakule, A., Mittal, G. S. and Soponronnarit, S. 2018. Heat and mass transfer properties of longan shrinking from a spherical to an irregular shape during drying. Biosystems engineering 169: 11 – 21.
- [20] Cakir, U., Tayman, C., Serkant, U., Yakut, H. I., Cakir, E., Ates, U., Koyuncu, I. and Karaogul, E. 2018. Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) for the treatment and prevention

- of necrotizing enterocolitis. *Journal of Ethnopharmacology* 225: 297–308.
- [21] Kirk, R. and Sawyer, R. 1991. *Pearson's composition and analysis of foods*. Longman Scientific & Technical. Harlow Essex England. 708 p.
- [22] Li, N., Lin, Z., Chen, W., Zheng, Y., Ming, Y., Zheng, Z., Wen Huang, W., Chen, L., Xiao, Y. and Lin, H. 2018. Corilagin from longan seed : Identification, quantification, and synergistic cytotoxicity on SKOV3ip and hey cells with ginsenoside Rh2 and 5-fluorouracil. *Food and Chemical Toxicology* 119: 133–140.
- [23] Liu, G., Sun, J., He, X., Tang, Y., Li, J., Ling, D., Li, C., Li, L., Zheng, F., Sheng, J., Wei, P. and Xin, X. 2018. Fermentation process optimization and chemical constituent analysis on longan (*Dimocarpus longan* Lour) wine. *Food Chemistry* 256: 268–279
- [24] Nathakaranakule, A., Jaiboon, P. and Soponronnarit, S. 2010. Far-infrared radiation assisted drying of longan fruit. *Journal of Food Engineering* 100: 662–668.
- [25] Zhao, X., Yang, Z., Gai, G. and Yang, Y. 2009. Effect of superfine grinding on properties of ginger powder. *Journal of Food Engineering* 91: 217– 222.

การพัฒนาน้ำพริกพื้นบ้านเพื่อเป็นอาหารสุขภาพ

พญุศักดิ์ มะโนชัย¹ กมลวรรณ มโนวรรณ² และนীর โนมศรี*¹

¹สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, 200 หมู่ 17 ต.พิชัย อ.เมือง จ.ลำปาง 52000

²มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาลำปาง, 200 หมู่ 17 ต.พิชัย อ.เมือง จ.ลำปาง 52000

รับบทความ 30 ตุลาคม 2561 ตอรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 1 กรกฎาคม 2563

© 2020 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

บทคัดย่อ

น้ำพริก เป็นอาหารที่ปรุงขึ้นมาเพื่อสร้างความอร่อยสำหรับอาหารหลักของครอบครัวในทุกภาคของประเทศไทย มาตั้งแต่สมัยอดีต การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการผลิตน้ำพริกพื้นบ้านให้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพที่มีความหลากหลายเพิ่มขึ้น และเพื่อศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำพริกที่ผลิตได้ ผลการศึกษาที่ได้พบว่า น้ำพริกพื้นบ้านสูตรที่เหมาะสมในการศึกษารังนี้ มีส่วนประกอบพื้นฐาน คือ หอมแดงร้อยละ 63 พริกร้อยละ 8 กระเทียมร้อยละ 8 น้ำตาลร้อยละ 7 ข่าร้อยละ 4 ตะไคร้ร้อยละ 3 และเกลือร้อยละ 2 โดยการเติมเม็ดและลำไยเป็นส่วนผสมของน้ำพริก ทำให้ได้ น้ำพริกที่มีคุณภาพทางทางเคมีกายภาพและทางประสาทสัมผัสแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) ข้อมูลที่ได้จากการพัฒนาน้ำพริกพื้นบ้านด้วยการใช้เม็ดและลำไยเป็นส่วนผสมในสูตรน้ำพริก สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเพิ่มความหลากหลายของสูตรน้ำพริกพื้นบ้าน และส่งเสริมการผลิตน้ำพริกพื้นบ้านให้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพได้ดียิ่งขึ้น

คำสำคัญ: น้ำพริกพื้นบ้าน, เม็ด, ลำไย

Journal of Innovative

*Email: niornchomsri@rmutl.ac.th, 054-342-550

Development of Traditional Chili Paste for Health Food

Phayungsak Manochai¹, Kamonwan Manowan² Ni-orn Chomsri^{1*}

¹Agricultural Technology Research Institute, Rajamangala University of Technology Lanna,
200 Moo 17, Pichai District, Amphoe Muang, Lampang 52000

²Rajamangala University of Technology Lanna Lampang, 200 Moo 17, Pichai District, Amphoe Muang, Lampang 52000

Received: 30 October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 1 July 2020

© 2020 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved

Abstract

Chili is a cooked food producing delicious taste to staple for household in all parts of Thailand since the past. This study aimed to develop the production of traditional chili paste for health and wide variety and investigate the quality of chili paste products. Results revealed that the optimum formula of traditional chili paste consisted of basic ingredients as follows: shallot 63%, chilli 8%, garlic 8%, sugar 7%, galangal 4%, lemon grass 3% and salt 2%. Supplementation of mushroom and longan provided significant difference quality of chili paste, i.e. physicochemical and sensory properties. It was found that there was a difference in pulses with physical, chemical and sensory qualities ($p \leq 0.05$). Development of traditional chili paste with mushroom and longan supplement in the formula leaded to further application for product variety and promote the production of local chili paste as a healthier product.

Keywords: traditional chili paste, mushroom, longan

1. บทนำ

น้ำพริกเป็นอาหารประเภทหนึ่งที่มีลักษณะเป็นถ้วยเล็กๆ ซึ่งน้ำพริกถูกปรุงขึ้นมาเพื่อสร้างความอร่อยสำหรับอาหารหลักของครอบครัวในทั่วทุกภาคของประเทศไทยตั้งแต่สมัยอดีต โดยจะมีการผสมผสานกันระหว่างเครื่องปรุงต่างๆ และจะต้องมีพริกเป็นวัตถุดิบหลักเสมอ น้ำพริกถือเป็นอาหารที่เชื่อมโยงฐานทรัพยากรอาหารที่สำคัญ เป็นอาหารที่ใช้พื้นฐานจากเครื่องปรุงพื้นบ้านและผักพื้นเมืองเข้าด้วยกัน ในขณะที่ที่ตั้งของประเทศไทยเป็นศูนย์กลางสำคัญของข้าวและผักพื้นเมืองที่มีคุณค่าทางสมุนไพรและโภชนาการ จากภูมิปัญญาไทยจึงมีการทำน้ำพริกเพื่อนำผักพื้นเมืองมารับประทานพร้อมกับข้าว (วิฑูรย์, 2552) พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554 ได้กำหนดความหมายของน้ำพริกว่า น้ำพริก หมายถึง “อาหารชนิดหนึ่ง ปรุงด้วยกะปิ กระเทียม พริกขี้หนู มะนาว เป็นต้น ใช้เป็นเครื่องจิ้มหรือคลุกข้าวกิน ใช้น้ำปลาหรือน้ำปลาร้าแทนกะปิก็มี่ เช่น น้ำพริกปลาร้า น้ำพริกปลาย่าง ไข่ของเปรี้ยวอื่น ๆ เช่น มะขาม มะดัน มะม่วง แทนมะนาวก็มี เรียกชื่อต่างกันไปตามเครื่องปรุง เช่น น้ำพริกมะขาม น้ำพริกมะดัน น้ำพริกมะม่วง” ทั้งนี้ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2561) มีรายชื่อมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนที่ประกาศใช้ทั้งสิ้น 1,263 มาตรฐาน ในจำนวนนี้มีเรื่องน้ำพริกจำนวน 13 เรื่อง ได้แก่ น้ำพริกเผา น้ำพริกแกง น้ำพริกป่นแห้ง น้ำพริกปลาร้า น้ำพริกอ่อน น้ำพริกหนุ่ม น้ำพริก น้ำพริกกุ้งเสียบ น้ำพริกแกงแห้ง น้ำพริกผักผลไม้ดอง น้ำพริกกุ้งแก้ว น้ำพริกกะปิผง น้ำพริกตาแดง ด้วยความเป็นเอกลักษณ์ตามแบบฉบับของแต่ละวัฒนธรรมของของอาหารพื้นบ้านอย่างน้ำพริกถือได้ว่าเป็นทุนทางวัฒนธรรมของท้องถิ่นซึ่งมีการสะสมองค์ความรู้ และถ่ายทอดมาอย่างต่อเนื่อง และเป็นภูมิปัญญาที่มีคุณค่าทางความสวยงาม รสชาติ และเอกลักษณ์ความเป็นไทย การพัฒนาต่อยอดภูมิปัญญาไทยของน้ำพริกให้เป็นอาหารสุขภาพในรูปแบบต่างๆ ถือเป็นการพัฒนาที่สอดคล้องกับกระแสการบริโภคของประชาชนที่ปรับเปลี่ยนตามเวลาและกระแสสังคม ที่ผู้คน

ยุคปัจจุบันให้ความสนใจต่อการบริโภคเพื่อสุขภาพเพิ่มมากขึ้น

เห็ดเป็นราชั้นสูง (mushroom) อยู่ในอาณาจักรฟังไจ (fungi) เห็ดมีหลายชนิด ได้แก่ เห็ดเข็มทอง เห็ดแชมปิญอง เห็ดนางฟ้า เห็ดถอบ เห็ดหูหนู เห็ดเห็ดไผ่ เห็ดนางรม เห็ดตับเต่า เห็ดซึ่งมีวิวัฒนาการสูงกว่าชนิดอื่นและมีวงจรชีวิตที่ซับซ้อนกว่าราทั่วไป เป็นตัวอย่างของอาหารที่มีประโยชน์ทั้งในทางโภชนาการและยังเป็นอาหารเป็นยา เห็ดถูกค้นพบและใช้ประโยชน์มานานนับพันปี คุณค่าทางโภชนาการเห็ดมีพลังงานน้อยมากและมีปริมาณน้ำสูงถึงร้อยละ 80-90 มีเส้นใยอาหารสูง โปรตีนสูง คาร์โบไฮเดรตต่ำ และไขมันต่ำ ปัจจุบันการบริโภคเห็ดมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น มีการนำเห็ดมาแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่า และคุณค่าทางทางโภชนาการเพื่อผู้บริโภคได้รับประโยชน์มากยิ่งขึ้น เห็ดขยายพันธุ์ด้วยการสร้างสปอร์ สปอร์ของเห็ดมีขนาดเพียง 2-4 ไมครอน ซึ่งทนทานต่อสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม หรือสภาวะแห้งแล้งที่ยาวนาน เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมจะแบ่งเซลล์เป็นเส้นใย เรียกไฮฟา (hypha) หากมีหลายไฮฟา เรียกไฮฟี (hyphae) เส้นใยมีการเพิ่มจำนวนสะสมมาก เรียกว่าขุมรา หรือไมซีเลียม (mycelium) คล้ายกับปุยฝ้ายใยสำลี เมื่อถูกน้ำหรือสายฝนราดรด จะเกิดการรวมกลุ่มเป็นตุ่มเห็ดและเจริญเป็นดอกเห็ด (fruiting body) หากอาหารรอบๆ เส้นใยมีมากพอจะขยายเซลล์เพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ เป็นลำดับ (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2561; พิมพ์กานต์, 2544) เนื่องจากคุณลักษณะคุณค่าทางโภชนาการที่สูง และยังเป็นแหล่งของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลายของเห็ดหลายๆ สปีชีส์ เห็ดจึงเป็นวัตถุดิบที่มีศักยภาพในการนำไปพัฒนาเป็นอาหารฟังก์ชัน (Roncero-Ramos and Cristina Delgado-Andrade, 2017) งานวิจัยนี้ จึงมุ่งประเด็นการนำเอาเห็ดไปใช้เป็นส่วนผสมของน้ำพริกพื้นบ้านเพื่อพัฒนาให้เป็นอาหารสุขภาพ

2.วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาการผลิตน้ำพริกเห็ดเพื่อสุขภาพ และศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำพริกเห็ดที่ได้

3. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เห็ด เป็นวัตถุดิบที่มีศักยภาพของการเป็นอาหารสุขภาพ การนำเห็ดไปใช้เป็นส่วนประกอบของน้ำพริก ซึ่งเป็นอาหารพื้นบ้านที่มีวัฒนธรรมอาหารและความเป็นเอกลักษณ์ สามารถเพิ่มคุณค่าของน้ำพริกให้มีคุณประโยชน์ส่งผลต่อสุขภาพเพิ่มขึ้นได้

4.วิธีการวิจัย

4.1 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพวัตถุดิบ

นำวัตถุดิบ 4 ชนิดได้แก่ ลำไยสด ลำไยอบแห้ง เห็ดนางฟ้าสด และเห็ดนางฟ้าแห้ง จากสถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร ต.พิชัย อ.เมือง จ.ลำปาง ไปตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีดังนี้ ค่าพีเอช โดยใช้เครื่องวัดพีเอช (Consourt, Model C831, Belgium) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) โดยใช้ hand refractometer ปริมาณกรดทั้งหมด (เทียบกับกรดซิตริกหรือกรดอะซิติก) โดยวิธีการไตเตรตตามวิธีดัดแปลงจาก Iland et al. ปริมาณกรดแอมิโนอิสระ (free amino nitrogen; FAN) ตามวิธีดัดแปลงจาก Chomsri (2008) ปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ทั้งหมด ใช้วิธี Bradford (1976) ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ใช้วิธี phenol sulfuric method ตามวิธีดัดแปลงจาก Wrolstad et al. (2012) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ใช้วิธี dinitrosalicylic acid (DNS) ตามวิธีดัดแปลงจาก Miller (1972) ฤทธิ์การยับยั้งการต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant activity) ใช้การทดสอบ ABTS test ตามวิธีดัดแปลงจาก Wongputtisin et al. (2007) และปริมาณสารประกอบฟีนอล ใช้วิธีดัดแปลงจาก Spínola et al., 2015)

4.2 การทำน้ำพริกเบื้องต้น 4 สูตร

การเตรียมน้ำพริกทำโดยการนำเอาวัตถุดิบทุกอย่างนำมาเตรียมก่อนทำการทดลองโดยการนำเอาวัตถุดิบมาทอดและเก็บไว้ จากนั้นนำวัตถุดิบที่เตรียมไว้มาผสมตามการวางแผนการทดลองที่กำหนดวางแผนศึกษาจำนวน 4 สิ่งทดลอง (ตารางที่ 1) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

4.3 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพ

ตรวจวิเคราะห์คุณภาพของน้ำพริกในด้านคุณสมบัติกายภาพทางเคมีดังนี้คือตรวจค่าสี $L^* a^* b^*$ ในด้านคุณสมบัติภาพทางเคมีดังนี้คือค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณกรดแอมิโนอิสระ ปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ฤทธิ์การยับยั้งการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารประกอบฟีนอล และความชื้นของผลิตภัณฑ์

4.4 การวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการศึกษาแล้วนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ ANOVA (Analysis of Variance) จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติแบบ Duncan's New Multiple's Range Test (DMRT)

5. ผลการวิจัย

5.1 คุณภาพของวัตถุดิบ

ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของวัตถุดิบที่ใช้ในการศึกษานี้ พบว่าวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตน้ำพริก คือ เห็ด และลำไย มีค่าพีเอชค่อนข้างเป็นกลางและมีค่าใกล้เคียงกัน ในขณะที่องค์ประกอบอื่นๆ ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจนของกรดแอมิโนอิสระ ปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด รวมถึงคุณสมบัติด้านการออกซิเดชัน มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 1)

Table 1 Chemical properties of longan and mushroom

Quality	เห็ดนางฟ้าสด	เห็ดนางฟ้าแห้ง	ลำไยแห้ง
			
pH	6.18	6.20	6.78
TSS (°Brix)	7.23	38.36	82.99
FAN (mg/kg)	1074	8867	2573
PC (µg/g)	1043	3059	3840
TPC (mg/g)	1074	3059	5753
AO (%)	59.76 (7)	47.58 (60)	53.39 (40)

TA= total acidity, TSS= total soluble solids, RS = Reducing sugar content (mg/g), TS = Total sugar content (mg/g), FAN = free alpha amino nitrogen content (mg/kg), PC = Soluble protein content (µg/g), TPC = Total phenolic compounds, AO= Antioxidant activity (% ABTS) with dilution in parentheses

Table 2 Ingredients in chili paste of base formula

Ingredients	Amount (%)
Dried longan	12.66
Red onion	29.21
Chili	3.91
Garlic	6.59
Sugar	12.52
Galangal	0.93
Lemon glass	3.41
Salt	7.93

5.2 การพัฒนาสูตรน้ำพริกพื้นฐาน

การพัฒนาสูตรน้ำพริกพื้นฐานในการศึกษานี้ เป็นการพัฒนาสูตรน้ำพริกพื้นฐานโดยผู้ประกอบการมีสูตรการทำน้ำพริกแล้วนำมาปรุงส่วนผสมของน้ำพริกแบ่งออกเป็น 3 สูตร (ภาพที่ 1) ซึ่งสูตรที่ 1 เติมกุ้งแห้งคั่วบด ร้อยละ 23 สูตรที่ 2 เติมเห็ดหล่มคั่วแห้งร้อยละ 23 และสูตรที่ 3 เติมเห็ดนางฟ้าคั่วแห้งร้อยละ 35 โดยสามารถคำนวณองค์ประกอบของสูตรพื้นฐานได้ดังแสดงในตารางที่ 2



สูตร 1

สูตร 2

สูตร 3

Figure 1 Chili pastes from three formulae

5.3 ผลของเม็ดและลำไยที่มีต่อคุณสมบัติของน้ำพริก

การพัฒนาสูตรน้ำพริกต่อจากสูตรพื้นฐานที่มีการกำหนดส่วนผสมที่ใช้ศึกษาการผลิตน้ำพริก ซึ่งมีองค์ประกอบของส่วนผสม คือ หอมแดง พริก กระเทียม น้ำตาล ข่า ตะไคร้ และเกลือ ในปริมาณที่เท่ากันในแต่ละสูตร (ตารางที่ 3) แล้วใช้แผนการทดลองแบบ 2x2 factorial in CRD ในการพัฒนาสูตรน้ำพริก โดยกำหนดปัจจัยศึกษา คือ ปริมาณของเม็ด 2 ระดับ คือ ร้อยละ 0 และร้อยละ 5 และปริมาณของลำไย 2 ระดับ คือ ร้อยละ 0 และร้อยละ 20 (ตารางที่ 4) และเมื่อผลิตน้ำพริกจำนวน 4 สิ่งทดลอง/สูตร ได้น้ำพริกที่มีลักษณะปรากฏดังภาพที่ 2 โดยน้ำพริกที่ได้มีสีออกน้ำตาลแดง ซึ่งสอดคล้องกับค่าสีที่ตรวจวิเคราะห์ได้ (ตารางที่ 5) คือ ความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) มีค่าอยู่ในช่วง 40.79-43.65, 8.62-12.32 และ 8.49-11.22 ตามลำดับ

ในด้านองค์ประกอบทางเคมีพบว่า ปริมาณของเม็ดและลำไยที่แตกต่างกัน ส่งผลกระทบต่อปริมาณความชื้นของน้ำพริกที่ผลิตได้ โดยปริมาณการเติมเม็ดที่ระดับสูงมีผลทำให้ค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์น้ำพริกมีค่าเพิ่มสูงขึ้น แต่ปริมาณการเติมลำไยที่ระดับสูงขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นลดลง ($p < 0.05$) เมื่อพิจารณาปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด และฤทธิ์การต้านออกซิเดชันพบว่า ปริมาณการเติมเม็ดที่ไม่ส่งผลให้

ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด และฤทธิ์การต้านออกซิเดชันของผลิตภัณฑ์น้ำพริกมีค่าแตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่ปริมาณการเติมลำไยที่ระดับสูงขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด และฤทธิ์การต้านออกซิเดชันลดลง ($p \leq 0.05$)



(A)



formul a 1 formul a 2 formul a 3 formul a 4

(B)

Figure 2 Ingredients using in the chili paste development (a) chili paste products from four formulae (b)

Table 3 Ingredients in chili paste developed from the base formula

Ingredients	Amount (%)
Red onion	63.00
Chili	8.00
Garlic	8.00
Sugar	7.00
Galangal	4.00
Lemon glass	3.00
Salt	2.00

Table 4 Factors using for chili paste development

Formula/ Treatment	Mushroom (%)	Longan (%)
1	5	20
2	5	0
3	0	20
4	0	0

Table 5 Effects of ingredients on colors of chili paste products

Quality	L*	a*	b*
Mushroom (M)	ns	*	ns
5%	43.47+1.80	10.63+1.78	10.88+2.52
0%	41.73+1.35	10.47+2.35	9.86+2.45
Longan (L)	ns	ns	ns
20%	42.22+2.08	9.37+1.51	9.53+2.18
0%	42.98+1.48	11.72+1.77	11.20+2.55
MxL	ns	ns	ns
F1= M5% x L20%	43.65+2.14	10.13+1.94	10.56+2.83
F2= M5% x L0%	40.79+0.42	8.62+0.52	8.49+0.81
F3= M0% x L20%	43.29+1.86	11.13+1.87	11.19+2.74
F4= M0% x L0%	42.67+1.33	12.32+1.80	11.22+2.96

Table 6 Effects of ingredients on chemical properties of chili paste products

Quality	MC (%)	TPC (mg/kg)	AO (%) [†]
Mushroom (M)	*	ns	ns
5%	5.93±2.26 ^a	3894±321	51.83±5.74
0%	4.90±1.36 ^b	3987±423	51.50±5.32
Longan (L)	*	*	*
20%	7.05±1.10 ^a	3655±181 ^b	47.16±1.11 ^b
0%	3.78±0.11 ^b	4226±194 ^a	56.17±2.43 ^a
MxL	*	ns	ns
F1= M5% x L20%	7.98±0.54 ^a	3619±12	47.23±0.84
F2= M5% x L0%	6.12±0.39 ^b	3690±305	47.09±1.73
F3= M0% x L20%	3.88±0.11 ^c	4169±89	56.44±3.66
F4= M0% x L0%	3.68±0.15 ^c	4284±304	55.91±2.02

TPC = Total phenolic compounds

[†]AO AO= Antioxidant activity (% ABTS) with 40-fold dilution

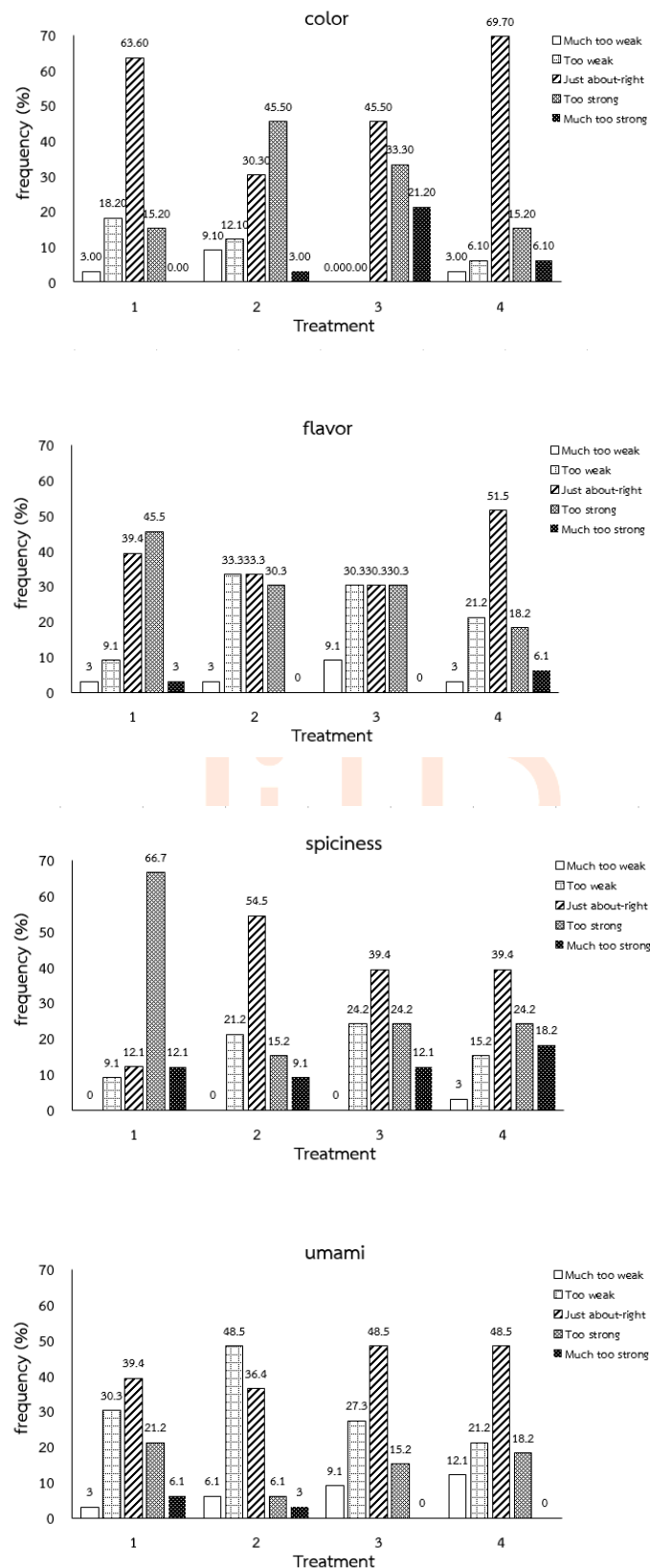


Figure 3 Quality scoring test of chili paste products

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำพริกที่มีปริมาณส่วนผสมของเห็ดและลำไยที่แตกต่างกัน โดยใช้การทดสอบการให้คะแนนคุณภาพ (quality scoring test) พบว่า ผู้ทดสอบชิมประเมินคะแนนคุณภาพของน้ำพริกทั้ง 4 สิ่งทดลอง/สูตร ด้านสี รสชาติ ความเผ็ดร้อน และรสชาติอูมามิ ในลักษณะที่ต่างกัน (ภาพที่ 3) ขึ้นอยู่กับแต่ละคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ในขณะที่ผลการประเมินความชอบรวมของผลิตภัณฑ์น้ำพริกทั้ง 4 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 7

Table 7 Overall preference scores of chill pastes

Formula	Overall preference (Scores) ^{ns}
1 	3.06±0.86
2 	3.57±0.90
3 	3.60±1.02
4 	3.69±1.03

6.อภิปรายผลการวิจัย

ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของลำไยสด ลำไยอบแห้ง เห็ดนางฟ้าสด และเห็ดนางฟ้าแห้งที่ใช้เป็นส่วนประกอบสำคัญในการทำน้ำพริก พบว่าลำไยสดมีค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 7.16, ร้อยละ 0.12, 16 องศาบริกซ์ลำไยอบแห้ง มีค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 6.78, ร้อยละ 0.70 และ 51.20 องศาบริกซ์ เห็ดนางฟ้าสด มีค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 6.18, ร้อยละ 0.43 และ 7.23 องศาบริกซ์ เห็ดนางฟ้าแห้ง มีค่าพีเอช ปริมาณกรด

ทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด เฉลี่ยเท่ากับ 6.20, ร้อยละ 4.10 และ 38.36 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ความปรวนแปรขององค์ประกอบทางเคมีอาจขึ้นกับปัจจัยหลายประการเช่นสายพันธุ์พื้นที่เพาะปลูกและฤดูกาล

7. สรุป

การพัฒนา น้ำพริกพื้นบ้านเพื่อเป็นอาหารสุขภาพด้วยการใช้เห็ดและลำไยเป็นส่วนผสมในสูตรน้ำพริก สามารถส่งเสริมให้น้ำพริกพื้นบ้านมีศักยภาพเป็นอาหารเพื่อสุขภาพได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยขอขอบคุณ โครงการ การศึกษาเชิงบูรณาการระหว่างการเรียนรู้ในสถานศึกษากับการนำวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมไปพัฒนา และยกระดับผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ชุมชนในพื้นที่ภาคเหนือ 6 จังหวัด และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาที่สนับสนุนการศึกษาวิจัยในทุกมิติ

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2561. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. แหล่งที่มา: <http://tcps.tisi.go.th/public/StandardList.aspx>, 1 มิถุนายน 2561.
- [2] พิมพ์กานต์ อร่ามพงษ์พันธ์. 2544. การเพาะเห็ดเศรษฐกิจ. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ. หน้า 25-28.
- [3] พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนานพนธ์. 2561. เห็ด. [ออนไลน์]. ได้จาก : <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1086/mushroom-เห็ด>.
- [4] วิฑูรย์ เลี่ยนจำรูญ นิรมล ยวนบุญ สุรสม กฤษณะ จุฑะวรลักษณ์ ไชยทัพ นันทนา กันตริพิเชษฐ์ ปานดำ และนันทนา กันตริ. น้ำพริก ฐาน

ทรัพยากร วิถีชุมชน ภายใต้กระแสโลกาภิวัตน์.

2550. พิมพ์ดีการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 272 น.

- [5] Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye-binding. **Analytical Biochemistry** 72: 248-254.
- [6] Chomsri, N. 2008. **Impact of protease activity of yeasts on wine fermentation and formation of volatile and non-volatile metabolites**. Dissertation, Justus-Liebig-University Giessen 183 p.
- [7] Iland, P., Ewart, A., Sitters, J., Markides, A. and Bruer, N. 2000. **Techniques for chemical analysis and quality monitoring during winemaking**. Patrick Iland Wine Promotions, Campbelltown, Adelaide, Australia. 111 p.
- [8] Miller, G.L. 1972. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry** 31: 426-428.
- [9] Spinola, V., Pinto, J. and Castilho, P, C. (2015). Identification and quantification of phenolic compounds of selected fruits from Madeira Island by HPLC-DAD-ESI-MSn and screening for their antioxidant activity. **Food Chemistry** 173: 14-30.
- [10] Wongputtisin, P., Khanongnuch, C., Pongpiachan, P and Lumyoung, S. 2007. Antioxidant activity improvement of soybean meal by microbial fermentation. **Research Journal of Microbiology** 2(7): 577-583.
- [11] Wrolstad, R.E. Decker, E.A., Schwartz, S.J. and Sporns, P. 2005. **Handbook of food analytical chemistry: water, proteins,**

enzymes, lipids, and carbohydrates.

John Wiley & Sons. Hoboken. 624.

การออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์ขนมไทย

อุบลราชธานี ฉบับพิเศษ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย, 99 ม.10 ต.ทรายขาว อ.พาน จ.เชียงราย 57120

รับบทความ 31 ตุลาคม 2561 ตอบรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 1 กรกฎาคม 2563

© 2020 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องการออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์ขนมไทยมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้เพื่อออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์และเพิ่มมูลค่าของขนมไทย เพื่อได้ขึ้นทะเบียนเป็นสินค้า OTOP และเพื่อพัฒนาคุณภาพและความน่าเชื่อถือของสินค้า กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยสมาชิกกลุ่มผู้ประกอบการวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์วิถีแห่งความพอเพียง ต.ธารทอง อ.แม่ลาว จ.เชียงราย จำนวน 10 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามความพึงพอใจใน 3 ด้าน ความต้องการด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์ ความพึงพอใจต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมกับขนมไทย ความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์ขนมไทย วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย พบว่า ความพึงพอใจด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์ รูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมกับขนมไทย และ รูปแบบบรรจุภัณฑ์ขนมไทยอยู่ในระดับดีมากที่สุด ซึ่ง ความพึงพอใจในด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์ ความต้องการด้านการออกแบบโครงสร้างให้สามารถมองเห็นสินค้าได้อยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ ชนิดของขนมที่ต้องการนำมาจัดรวมชุดบรรจุภัณฑ์ ความพึงพอใจด้านรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมกับขนมไทย วัสดุของบรรจุภัณฑ์ที่มีความแข็งแรงอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ บรรจุภัณฑ์ที่มีความโดดเด่นเป็นเอกลักษณ์เฉพาะ บรรจุภัณฑ์มีลักษณะที่สะอาด ปลอดภัย บรรจุภัณฑ์สามารถนำเสนอข้อมูลครบและชัดเจน ขนาดของบรรจุภัณฑ์มีความเหมาะสม บรรจุภัณฑ์มีความสะดวกในการเปิดปิด ความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์ขนมไทย ด้านการออกแบบโครงสร้างบรรจุภัณฑ์อยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ รูปแบบบรรจุภัณฑ์ การออกแบบกราฟิก และด้านการตลาด

คำสำคัญ บรรจุภัณฑ์, ขนมไทย

Design and Development Packaging Product of Thai Dessert

Usitara Juntawieng

Rajamangala University of Technology Lanna Chiang Rai, 99 Moo.1, Pan, Saikaw, Chaing Rai 57120

Received: 31 October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 1 July 2020

© 2020 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved

Abstract

The objectives of the research entitled Design and Development Packaging Product of Thai Dessert are to design package and Thai dessert value added, to register for OTOP (One Tambon (District) One Product), and to develop product quality. Research samples are ten people who are members of the organic farm community, Than Thong Sub-district, Mae Lao District, Chiang Rai Province. Research tool is the questionnaire of satisfactory in three aspects; package design, suitability of package for Thai dessert, and the structure of Thai dessert package. Means and standard deviation are used for data analysis.

It was found that the satisfactory for package design, suitability of package for Thai dessert, and the structure of Thai dessert package is the highest. The highest satisfactory for package design is the package that can see Thai dessert inside and types of dessert for packing is the second highest. The highest satisfactory of the suitability of Thai dessert package is the strength of packaging material. The unique of the package, clean and safe package, information presentation on a package, and a package is easy to open or close is the second highest. The highest satisfactory of the structure of Thai dessert package is packaging design structure. Package structure, graphic design, and marketing are the second highest.

Keyword: packaging product, thai dessert

1. บทนำ

ขนมไทยมีอยู่หลายชนิดหลายประเภท ทั้งเป็นขนมสดขนมแห้ง ฯลฯ ซึ่งในลักษณะของบรรจุภัณฑ์นั้นจึงจะต้องเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับตัวผลิตภัณฑ์ขนมไทยมีอยู่หลายลักษณะ ดังนั้นการเลือกผลิตภัณฑ์ที่จะต้องใช้ในการเลือกบรรจุภัณฑ์จะต้องพิจารณาถึงลักษณะของตัวขนม พิจารณาถึงอายุการเก็บและพิจารณาถึงต้นทุนการผลิต บรรจุภัณฑ์เป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหาร และมีความสำคัญในการลดความเสื่อมเสียของอาหารเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค เพราะบรรจุภัณฑ์จะช่วยให้การหุ้มห่อและปกป้องไม่ให้สัมผัสกับอากาศโดยตรง และจะช่วยให้อาหารนั้นอยู่รวมกันไม่กระจัดกระจาย

จากการประกอบกิจการขนมไทยของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์วิถีแห่งความพอเพียง ต.ธารทอง อ.แม่ลาว จ.เชียงราย ซึ่งมีผลผลิตจากสินค้าเกษตรอินทรีย์นำมาแปรรูปเป็นสินค้าขนมไทย ออกจำหน่ายในท้องถิ่นได้พบกับปัญหาการวางจำหน่ายโดยมีเพียงบรรจุภัณฑ์ทั่วไปคือถุงใส่สำหรับบรรจุขนมไทยเท่านั้น ทำให้การเก็บรักษา และการดึงดูดความสนใจไม่ดีเท่าที่ควร ส่งผลกระทบถึงยอดขายที่ไม่สามารถทำกำไรได้เท่าที่ควร หากมีฉลากสินค้าและเครื่องหมายการค้าที่สร้างความน่าเชื่อถือ มีมาตรฐานสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์รับรองคุณภาพสินค้า จะเพิ่มมูลค่าสินค้า การเข้าถึงผู้บริโภค ระดับบน(ร้านสะดวกซื้อ)ได้ดีกว่า การอยู่ในตลาดล่าง (ตลาดสด) จึงเข้าร่วมทำวิจัยกับคณบดีนักวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

ดังนั้น ผู้ทำวิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ขนมไทย เพื่อเป็นการพัฒนาและเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ขนมไทย ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์วิถีแห่งความพอเพียง ต.ธารทอง อ.พาน ให้มีเอกลักษณ์โดดเด่นและมีความแตกต่างจากคู่แข่ง และเป็นการนำเสนอแนวทางการพัฒนาในแง่ของการต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่น และเป็นการส่งเสริมรายได้ให้กับผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ชุมชน ซึ่งเป็นแนวทางแก้ปัญหาอีก ประการ

หนึ่งที่จะสร้างความเจริญแก่ชุมชน ให้สามารถยกระดับฐานะความเป็นอยู่ของคนในชุมชนให้ ดีขึ้น มีความกินดีอยู่ดี ตลอดจนกระทั้งการต่อยอดสู่การส่งออกไปยังต่างประเทศ

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบพัฒนาบรรจุภัณฑ์และเพิ่มมูลค่าของขนมไทย
2. เพื่อได้ขึ้นทะเบียนเป็นสินค้า OTOP
3. เพื่อพัฒนาคุณภาพและความน่าเชื่อถือของสินค้า

3. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

กรอบแนวคิดการวิจัย งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ เพื่อต้องการพัฒนารูปแบบการบรรจุภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์ขนมไทย ซึ่งดำเนินการในนามของ คุณแจ่มจันทร์ ไชยวรรณ ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชน โดยการประเมินความพึงพอใจต่อรูปแบบการบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ขนมไทย มุ่งเน้นการประเมินความพึงพอใจ 3 ด้านคือ ความต้องการด้านการออกแบบ ความพึงพอใจต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมกับขนมไทย ความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์ขนมไทย กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย สมาชิกกลุ่มผู้ประกอบการ ผู้บริโภค จำนวน 10 คน ตัวแปรต้น ได้แก่ รูปแบบบรรจุภัณฑ์สำหรับขนมไทย ตัวแปรตาม ได้แก่ ความพึงพอใจต่อการบรรจุภัณฑ์ที่คณะผู้วิจัยได้ออกแบบสำหรับการบรรจุภัณฑ์ขนมไทย

4. วิธีการวิจัย

4.1 กลุ่มประชากรตัวอย่าง ได้แก่ สมาชิกกลุ่มผู้ประกอบการ วิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์วิถีแห่งความพอเพียง ต.ธารทอง อ.แม่ลาว จ.เชียงราย จำนวน 10 คน

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์ขนมไทยเป็นแบบสอบถามความพึงพอใจใน 3 ด้าน ความต้องการด้านการออกแบบ ความพึง

พอใจต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมกับขนมไทย ความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์ขนมไทย

4.3 วิธีสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

แบบสอบถามความพึงพอใจเกี่ยวกับสบู่ดาวอินคา แบ่งเป็น 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ความต้องการด้านการออกแบบ

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมกับขนมไทย

ตอนที่ 3 ความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์ขนมไทย

การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งกำหนดค่าคะแนน (Weight) ออกเป็น 5 ระดับ ตามวิธีของ ลีเคอร์ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 114) ดังนี้

- | | | |
|---|---------|--------------------------------|
| 5 | หมายถึง | ผลการประเมินในระดับดีมากที่สุด |
| 4 | หมายถึง | ผลการประเมินในระดับดีมาก |
| 3 | หมายถึง | ผลการประเมินในระดับปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | ผลการประเมินในระดับน้อย |
| 1 | หมายถึง | ผลการประเมินในระดับน้อยที่สุด |

กำหนดเกณฑ์การแปลความหมายข้อมูลที่เป็นค่าเฉลี่ยต่างๆ ดังนี้

ค่าเฉลี่ยระหว่าง	ความหมาย
4.51 – 5.00	ผลการประเมินในระดับดีมากที่สุด
3.51 – 4.50	ผลการประเมินในระดับดีมาก
2.51 – 3.50	ผลการประเมินในระดับปานกลาง
1.51 – 2.50	ผลการประเมินในระดับน้อย
1.00 – 1.50	ผลการประเมินในระดับน้อยที่สุด

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติพื้นฐาน ได้แก่

ค่าคะแนนเฉลี่ย ใช้สูตร (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. 2521 : 36)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สูตร

$$S.D = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N}}$$

เมื่อ

$S.D$ แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

$\sum$ แทน ผลรวม

X แทน คะแนนแต่ละตัว

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

5. ผลการวิจัย

ตาราง 1 การวิเคราะห์เพื่อประเมินความต้องการด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์

ความต้องการด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์	$\bar{X}$	<i>S. D</i>	ระดับเกณฑ์
ชนิดของขนมที่ต้องการนำมาจัดรวมชุดบรรจุภัณฑ์			
ขนมชั้น	4.75	0.01	ดีมากที่สุด
เผือกกวน	4.35	0.39	ดีมาก
ฝักทองฟู	4.35	0.39	ดีมาก
ถั่วแปบ	4.8	0.06	ดีมากที่สุด
ขนมกล้วย	4.45	0.29	ดีมาก
ฝักทองกวน	4.6	0.14	ดีมากที่สุด
ตะโก้ใบเตย	4.65	0.09	ดีมากที่สุด
ขนมต้ม	4.5	0.24	ดีมาก
ตะโก้เผือก	4.45	0.29	ดีมาก
ขนมกล้วยน้ำว้านึ่ง	4.45	0.29	ดีมาก
ข้าวเหนียวแก้ว	4.55	0.19	ดีมากที่สุด
ขนมแข่ง	4.65	0.09	ดีมากที่สุด
ขนมเทียนไส้เค็ม/หวาน	4.7	0.04	ดีมากที่สุด
ข้าวเหนียวแดง	4.35	0.39	ดีมาก
ขนมเปียกปูน	4.35	0.29	ดีมาก
รวม	4.74	0.21	ดีมากที่สุด
ความต้องการด้านการออกแบบโครงสร้างบรรจุภัณฑ์แบบชุด			
ความสะดวกในการใช้งาน	4.95	0.05	ดีมากที่สุด
ความสวยงาม	4.85	0.05	ดีมากที่สุด
ความสามารถในการยืดอายุ	5	0.1	ดีมากที่สุด
ความสามารถในการปกป้องสินค้า	4.8	0.1	ดีมากที่สุด
รวม	4.9	0.08	ดีมากที่สุด
ความต้องการด้านการออกแบบโครงสร้างให้สามารถมองเห็นสินค้าได้			
ปิดทึบ ไม่จำเป็นต้องเห็นสินค้าภายใน	3.85	0.66	ดีมาก
สามารถมองเห็นสินค้าได้บางส่วน	4.95	0.44	ดีมากที่สุด
สามารถมองเห็นสินค้าได้อย่างชัดเจน	4.75	0.24	ดีมากที่สุด
รวม	4.51	0.45	ดีมากที่สุด
ความต้องการรูปแบบกราฟิกบนบรรจุภัณฑ์แบบชุด			
รูปแบบเรียบง่าย	4.6	0.16	ดีมากที่สุด

ความต้องการด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์	$\bar{x}$	<i>S. D</i>	ระดับเกณฑ์
ชนิดของขนมที่ต้องการนำมาจัดรวมชุดบรรจุภัณฑ์			
รูปแบบทันสมัย	4.6	0.16	ดีมากที่สุด
รูปแบบไทย ๆ	4.65	0.21	ดีมากที่สุด
รูปแบบล้านนา	4.6	0.16	ดีมากที่สุด
รูปแบบการ์ตูน	4.9	0.46	ดีมากที่สุด
รูปแบบอื่น ๆ	3.3	1.14	พอใช้
รวม	4.44	0.40	ดีมาก
ผลการประเมินความต้องการด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์โดยรวม	4.57	0.27	ดีมากที่สุด

ตารางที่ 2 สอบถามความพึงพอใจต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมกับขนมไทย

ความพึงพอใจต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมกับขนมไทย	$\bar{x}$	<i>S. D</i>	ระดับเกณฑ์
ท่านมีความพึงพอใจในบรรจุภัณฑ์เดิม	4.35	0.38	ดีมาก
บรรจุภัณฑ์มีความกะทัดรัด จัดจำได้ง่าย	4.8	0.07	ดีมากที่สุด
บรรจุภัณฑ์มีความโดดเด่นเป็นเอกลักษณ์เฉพาะ	4.85	0.12	ดีมากที่สุด
บรรจุภัณฑ์สามารถบ่งบอกได้ถึงคุณสมบัติที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ได้	4.75	0.02	ดีมากที่สุด
บรรจุภัณฑ์มีลักษณะที่สะอาด ปลอดภัย	4.85	0.12	ดีมากที่สุด
บรรจุภัณฑ์มีความสวยงาม โดดเด่น น่าสนใจ	4.7	0.03	ดีมากที่สุด
บรรจุภัณฑ์สามารถนำเสนอข้อมูลครบและชัดเจน	4.85	0.12	ดีมากที่สุด
ข้อความของบรรจุภัณฑ์มีความสวยงาม	4.8	0.07	ดีมากที่สุด
ขนาดของบรรจุภัณฑ์มีความเหมาะสม	4.85	0.12	ดีมากที่สุด
วัสดุของบรรจุภัณฑ์มีความแข็งแรง	4.9	0.17	ดีมากที่สุด
บรรจุภัณฑ์มีความสะดวกในการพกพา	4.55	0.18	ดีมากที่สุด
บรรจุภัณฑ์มีความสะดวกในการเปิดปิด	4.85	0.12	ดีมากที่สุด
ขนาดของบรรจุภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมกับราคา	4.8	0.07	ดีมากที่สุด
รวม	4.73	0.12	ดีมากที่สุด
ผลการประเมินความพึงพอใจต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมกับขนมไทยโดยรวม	4.76	0.12	ดีมากที่สุด

ตารางที่ 3 สอบถามความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์ขนมไทย

ความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์ขนมไทย	$\bar{X}$	<i>S. D</i>	ระดับเกณฑ์
ด้านรูปแบบบรรจุภัณฑ์			
1.1 ป้องกันและรักษาผลิตภัณฑ์ได้ดี	4.9	0.07	ดีมากที่สุด
1.2 วัสดุที่ใช้ในการออกแบบมีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์	4.75	0.08	ดีมากที่สุด
1.3 สามารถใช้บรรจุผลิตภัณฑ์ได้อย่างเหมาะสม	4.95	0.12	ดีมากที่สุด
1.4 บรรจุภัณฑ์เปิดปิดง่ายสะดวกต่อการรับประทาน	4.8	0.03	ดีมากที่สุด
1.5 บรรจุภัณฑ์มีความกะทัดรัดและพอดีกับผลิตภัณฑ์ภายใน	4.95	0.12	ดีมากที่สุด
1.6 มีปริมาณความจุพอเหมาะและขนาดที่พกพาได้สะดวก	4.75	0.08	ดีมากที่สุด
1.7 สามารถบรรจุได้ง่ายและเป็นระเบียบ	4.8	0.03	ดีมากที่สุด
1.8 เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้สะดวกในกรณีที่ได้รับประทานไม่หมด	4.8	0.03	ดีมากที่สุด
รวม	4.83	0.04	ดีมากที่สุด
ด้านการออกแบบโครงสร้างบรรจุภัณฑ์			
2.1 ความมั่นคงแข็งแรง	5	0.09	ดีมากที่สุด
ความสะดวกในการใช้งาน	4.85	0.06	ดีมากที่สุด
รูปร่างรูปทรงมีความโดดเด่นสวยงาม	4.9	0.01	ดีมากที่สุด
ป้องกันผลิตภัณฑ์ไม่ให้เกิดความชื้น	4.9	0.01	ดีมากที่สุด
รวม	4.91	0.04	ดีมากที่สุด
ด้านการออกแบบกราฟิก			
รูปแบบตราสินค้าของโลโก้	4.85	0.02	ดีมากที่สุด
สีของบรรจุภัณฑ์	4.85	0.02	ดีมากที่สุด
รูปแบบตัวอักษร	4.8	0.03	ดีมากที่สุด
ลวดลายกราฟิก	4.75	0.08	ดีมากที่สุด
ภาพประกอบ	4.9	0.07	ดีมากที่สุด
รวม	4.83	0.04	ดีมากที่สุด
ด้านการตลาด			
มีความโดดเด่นสวยงามและดึงดูดความสนใจเมื่อวางบนชั้นสินค้า	4.8	0.02	ดีมากที่สุด
แสดงความเป็นเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์และผู้ผลิต	4.85	0.02	ดีมากที่สุด
สื่อสารข้อมูลให้ผู้บริโภคทราบถึงผลิตภัณฑ์	4.85	0.02	ดีมากที่สุด
สามารถเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์	4.85	0.02	ดีมากที่สุด
รวม	4.83	0.02	ดีมากที่สุด
ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์ขนมไทยโดยรวม	4.85	0.05	ดีมากที่สุด

ด้านความต้องการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผลการวิจัยในภาพรวมพบว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชน อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย มีความต้องการด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ในระดับดีมากที่สุด ($\bar{X} = 4.57$, S.D. = 0.27) เมื่อพิจารณาความต้องการด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์เป็นรายข้อ พบว่าข้อที่มีความต้องการด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์มากที่สุดอันดับแรก คือ ความต้องการด้านการออกแบบโครงสร้างบรรจุภัณฑ์แบบชุด ($\bar{X} = 4.89$, S.D. = 0.08) รองลงมา คือ ชนิดของขนมที่ต้องการนำมาจัดรวมชุดบรรจุภัณฑ์ ($\bar{X} = 4.74$, S.D. = 0.21) รองลงมาอีก คือ ความต้องการด้านการออกแบบโครงสร้างให้สามารถมองเห็นสินค้าได้ ($\bar{X} = 4.51$, S.D. = 0.45) และความต้องการรูปแบบกราฟิกบนบรรจุภัณฑ์แบบชุดเป็นอันดับน้อยที่สุด ($\bar{X} = 4.44$, S.D. = 0.40)

ด้านความพึงพอใจต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมกับขนมไทย ผลการวิจัยในภาพรวมพบว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชน อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย มีความพึงพอใจต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมกับขนมไทยในระดับดีมากที่สุด ($\bar{X} = 4.76$, S.D. = 0.12) เมื่อพิจารณาความพึงพอใจต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมกับขนมไทยเป็นรายข้อ พบว่าความพึงพอใจต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมกับขนมไทยมากที่สุดอันดับแรก คือ วัสดุของบรรจุภัณฑ์ที่มีความแข็งแรง ($\bar{X} = 4.9$, S.D. = 0.17) รองลงมา คือ บรรจุภัณฑ์ที่มีความโดดเด่นเป็นเอกลักษณ์เฉพาะ บรรจุภัณฑ์ที่มีลักษณะที่สะอาด ปลอดภัย บรรจุภัณฑ์สามารถนำเสนอข้อมูลครบและชัดเจน ขนาดของบรรจุภัณฑ์มีความเหมาะสม บรรจุภัณฑ์มีความสะดวกในการเปิดปิด ($\bar{X} = 4.85$, S.D. = 0.12) และความพึงพอใจในบรรจุภัณฑ์เดิมเป็นอันดับน้อยที่สุด ($\bar{X} = 4.35$, S.D. = 0.38)

ด้าน ความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์ขนมไทย ผลการวิจัยในภาพรวมพบว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชน อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย มีความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์ขนมไทยในระดับดีมากที่สุด ($\bar{X} = 4.85$, S.D. = 0.05) เมื่อพิจารณาความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์ขนมไทยเป็นรายข้อ พบว่าข้อที่มีความ

พึงพอใจที่มีต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์ขนมไทยมากที่สุดอันดับแรก คือ ด้านการออกแบบโครงสร้างบรรจุภัณฑ์ ($\bar{X} = 4.91$, S.D. = 0.04) รองลงมา คือ ด้านรูปแบบบรรจุภัณฑ์ ด้านการออกแบบกราฟิก และด้านการตลาด ($\bar{X} = 4.83$, S.D. = 0.04)

6. อภิปรายผลการวิจัย

จากการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย พบว่า ความพึงพอใจด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์ รูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมกับขนมไทย และ รูปแบบบรรจุภัณฑ์ขนมไทยอยู่ในระดับดีมากที่สุด ซึ่ง ความพึงพอใจในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ ความต้องการด้านการออกแบบโครงสร้างให้สามารถมองเห็นสินค้าได้อยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ ชนิดของขนมที่ต้องการนำมาจัดรวมชุดบรรจุภัณฑ์ ความพึงพอใจด้านรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมกับขนมไทย วัสดุของบรรจุภัณฑ์ที่มีความแข็งแรงอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ บรรจุภัณฑ์ที่มีความโดดเด่นเป็นเอกลักษณ์เฉพาะ บรรจุภัณฑ์ที่มีลักษณะที่สะอาด ปลอดภัย บรรจุภัณฑ์สามารถนำเสนอข้อมูลครบและชัดเจน ขนาดของบรรจุภัณฑ์มีความเหมาะสม บรรจุภัณฑ์มีความสะดวกในการเปิดปิด ความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์ขนมไทย ด้านการออกแบบโครงสร้างบรรจุภัณฑ์อยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ รูปแบบบรรจุภัณฑ์ การออกแบบกราฟิก และด้านการตลาด

7. สรุป

บรรจุภัณฑ์เป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมทำให้สินค้านั้นเกิดความน่าเชื่อถือ จากผลการสำรวจความต้องการกลุ่มวิสาหกิจชุมชน อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์และฉลากสำหรับบรรจุภัณฑ์ขนมไทยเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของสินค้าและสร้างความน่าเชื่อถือให้มีมาตรฐาน

เทียบเท่ากับสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ ที่ได้รับรองคุณภาพของสินค้า และการวิจัยนี้สามารถแก้ปัญหาของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย โดยการเปลี่ยนบรรจุภัณฑ์เดิมที่เป็นถุงใส่เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาและมีฉลากสินค้าเพื่อเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ขนมไทยและเป็นการส่งเสริมรายได้ให้กับผู้ผลิตในชุมชน



รูปที่ 1 ฉลากที่ออกแบบสำหรับผลิตภัณฑ์ขนมไทย



รูปที่ 3 บรรจุภัณฑ์ที่ได้รับการออกแบบ



รูปที่ 2 จัดชุดขนมไทยในบรรจุภัณฑ์เดิมโดยใช้ถุงใส่



รูปที่ 4 การทำขนมไทย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณสมาชิกกลุ่มผู้ประกอบการวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์วิถีแห่งความพอเพียง ต.ธารทอง อ.แม่ลาว จ.เชียงราย จำนวน 10 ท่านที่ได้ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยและกรอกแบบสอบถามอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัย ขอขอบคุณนักศึกษาคณะโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] จิตติมา เสือทอง และคณะ. (2555). การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ขนมทองพับ กลุ่มสตรีแม่บ้านเขี้ยวขี้. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- [2] ณรงค์ โพธิ์พุกขานันท์. (2550). ระเบียบวิธีวิจัย. กรุงเทพฯ: เอ็กซ์เปอร์เน็ท.
- [3] บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์.(2521). การวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- [4] ประชิต ทิณบุตร. (2531). การออกแบบบรรจุภัณฑ์. กรุงเทพฯ : โอเอสพรีนติ้งเฮาส์
- [5] พงษ์รัตน์ ทวีรัตน์. (2538). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่จากถั่วดาวอินคา

อุสิธรา จันตาเวียง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย, 99 ม.10 ต.ทรายขาว อ.พาน จ.เชียงราย 57120

รับบทความ 31 ตุลาคม 2561 ตอรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 1 กรกฎาคม 2563

© 2020 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่จากถั่วดาวอินคามีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้เพื่อศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่จากถั่วดาวอินคา เพื่อศึกษาสบู่ดาวอินคาที่มีสรรพคุณต่อการรักษาสิวกับอาสาสมัครโดยการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการทดลอง เพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิตจากการแปรรูปถั่วดาวอินคา และได้ขึ้นทะเบียนเป็นสินค้า OTOP กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย **ได้แก่** อาสาสมัครที่มีอายุระหว่าง 20-30 ปี จำนวน 30 คน ผู้ชาย 15 คน และ ผู้หญิง 15 คน ที่มีปัญหาเรื่องผิวหนังมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามความพึงพอใจใน 4 ด้าน ข้อมูลทั่วไป พฤติกรรมการใช้ผลิตภัณฑ์สบู่ ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับถั่วดาวอินคาและการใช้สบู่ถั่วดาวอินคา และ ความพึงพอใจของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์สบู่ดาวอินคา วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ร้อยละและค่าเฉลี่ย

ผลการวิจัย พบว่า จากการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจของอาสาสมัคร พบว่าอาสาสมัครส่วนใหญ่เป็นนักเรียน นักศึกษาที่มีอายุระหว่าง 15-19 ปี ใช้สบู่ล้างหน้า 2 ครั้งต่อวัน ใช้สบู่เพื่อทำความสะอาดผิวหนัง ส่วนผสมหลักของผลิตภัณฑ์สบู่ที่เลือกใช้เป็นสบู่ที่มีสารสกัดจากผลไม้ นิยมใช้กลิ่นผลไม้ ส่วนมากซื้อสบู่ที่ซูเปอร์มาร์เก็ต เลือกซื้อสบู่โดยพิจารณาจากคุณภาพ อาสาสมัครส่วนมากรู้จักถั่วดาวอินคา แต่ยังไม่เคยใช้ผลิตภัณฑ์ถั่วดาวอินคา สรรพคุณของถั่วดาวอินคาที่ทราบคือช่วยลดคอเลสเตอรอลและมีประโยชน์มากในการบำรุงผิวและความงาม ควรมีกลิ่นผลไม้ในผลิตภัณฑ์สบู่ที่มีถั่วดาวอินคาเป็นส่วนผสมหลักความพึงพอใจของผลิตภัณฑ์สบู่ดาวอินคาในด้านกลิ่น สี รูปแบบผลิตภัณฑ์วัตถุดิบที่ใช้ สรรพคุณในการบำรุงและรักษาผิว เช่น ทำให้ใบหน้าขาว กระจางใส ลดรอยดำ กระ ฝ้า ลดสิวเสี้ยน ลดความมันบนใบหน้า ใช้สบู่แล้วรู้สึกสบายหน้า อยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ ผลิตภัณฑ์, สบู่, ถั่วดาวอินคา

Development of Soap Product of Sacha Inchi

Usitara Juntawieng

Rajamangala University of Technology Lanna Chiang Rai, 99 Moo.1, Pan, Saikaw, Chaing Rai 57120

Received: 31 October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 1 July 2020

© 2020 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved

Abstract

The objectives of the research entitled Development of Soap Product of Sacha Inchi are to study and develop soap product of Sacha Inchi, to study property of sacha inchi soap for pimple healing by using it with the volunteers and compare the result before and after using it, to add value of sacha inchi soap, and to register for OTOP (One Tambon (District) One Product). Research samples are 30 volunteers, 15 males and 15 females whose age between 20-30 who have pimple and facial problem . Research tool is the questionnaire of satisfactory in four aspects; personal information, behavior for using soap, knowledge about sacha inchi, and the satisfactory of sacha inchi soap. Percentage and means are used for data analysis.

It was found most of the volunteers are the students whose age between 15-19 who used soap twice a day for cleaning. Most of them used soap that contain fruits. They bought soap from the supermarket. Soaps were bought according to their quality. The volunteers knew sachu inchi that reduce cholesterol level, but they never used the product of sachu inchi. Sachu inchi soap can help with facial problem and they are satisfied with the property of sachu inchi soap.

Keyword: packaging product, soap, Sacha Inchi

1. บทนำ

ถั่วดาวอินคา (Sacha inchi) เป็นพืชที่มีดอกและฝักขนาดเล็ก ฝักอ่อนจะมีสีเขียวและมีสีน้ำตาลเข้มเมื่อฝักแก่ ฝักของถั่วดาวอินคาจะเป็น 4-6 แฉก เมล็ดกว้าง 15 ถึง 20 มิลลิเมตร หนา 7-8 มิลลิเมตร เป็นพืชที่มีประโยชน์ทุกส่วน มีอายุยาวนานและให้ผลผลิตต่อเนื่อง 15-50 ปี ต่อการปลูก 1 ครั้ง มีผลผลิตได้ตลอดปีและให้ผลผลิตสูงประมาณ 800-1,200 กิโลกรัม/ไร่ ถั่วดาวอินคาเป็นพืชเศรษฐกิจที่ให้มูลค่าสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับพืชชนิดอื่น นอกจากนี้ยังเป็นพืชที่เก็บเกี่ยวได้ตลอดปี ดูแลง่าย ต้นทุนต่ำ ค่าใช้จ่ายในการดูแลต่ำ

ถั่วดาวอินคาเป็นพืชที่ทุกส่วน เช่น เมล็ด ใบ และยอดอ่อน มีประโยชน์มีคุณค่าทางสารอาหารสูงและมีสรรพคุณมากมาย เช่น เมล็ด ช่วยลดคอเลสเตอรอล ช่วยป้องกันการแข็งตัวของเลือด ช่วยลดความเสี่ยงการเกิดโรคหัวใจ ป้องกันโรคความดันโลหิตสูง ช่วยลดน้ำหนัก ช่วยลดอาการซึมเศร้า ป้องกันโรคสมองเสื่อม รักษาโรคผิวหนัง รักษาโรคไมเกรน กระตุ้นและส่งเสริมภูมิคุ้มกันร่างกาย ลดอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ สรรพคุณของใบและยอดอ่อน เช่น ช่วยลดน้ำตาลในเลือด ช่วยลดไขมันในเส้นเลือด ป้องกันโรคหลอดเลือดและสมอง ป้องกันโรคเบาหวาน (Garmendia, Pando & Ronceros, 2011)

ประโยชน์ของถั่วดาวอินคามีมากมาย เช่น เมล็ด ถั่วดาวอินคานำมาคั่วโดยใช้ไฟร่อนรับประทานเป็นอาหารขบเคี้ยว เมล็ดจะมีกลิ่นหอม กรอบ และมีรสมันอร่อย คล้ายกับเม็ดถั่ว เมล็ดถั่วดาวอินคาสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ขบเคี้ยว เช่น ถั่วคั่วเกลือ ถั่วทอด นอกจากนี้ยังสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น ซอส ซีอิ๊ว เต้าเจี้ยว รวมถึงแปรรูปเป็นแป้งถั่วดาวอินคาสำหรับใช้ประกอบอาหารและทำขนมหวาน หรือนำมาสกัดเป็นน้ำมันซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น ใช้เป็นน้ำมันรับประทานเพื่อเป็นอาหารเสริมให้แก่ร่างกาย โดยมักผลิตในรูปบรรจุขวดหรือบรรจุแคปซูลพร้อมรับประทาน ใช้เป็นน้ำมันทอดหรือประกอบอาหาร ใช้สำหรับทาผิว แก้ปวดเมื่อย รวมถึงใช้ชโลมผมให้ดกดำและจัดทรงง่าย เมล็ดถั่วดาวอินคายังใช้เป็นส่วนผสมของเครื่องสำอาง

เช่น โฟมล้างหน้า สบู่ น้ำหอม และครีมบำรุงผิว ใบอ่อนและยอดอ่อนของถั่วดาวอินคานำมาประกอบอาหาร ใบและยอดอ่อนจะนุ่มและมีรสชาติมัน ไม่มีกลิ่นเหม็น สามารถทำอาหารได้หลายอย่าง เช่น ยอดถั่วดาวอินคาผัดน้ำมันหอย แกงจืดยอดอ่อนถั่วดาวอินคา แกงเลียงหรือแกงอ่อมยอดอ่อนถั่วดาวอินคา รวมถึงการนำยอดอ่อนมาลวกหรือรับประทานคู่กับน้ำพริกหรืออาหารจำพวกซूपหน่อไม้ ใบแก่ที่มีสีเขียวเข้มนำมาสับเป็นชิ้นเล็กแล้วตากแดดให้แห้งใช้ชงเป็นชา ใบที่มีสีเขียวสดนำมาสกัดคลอโรฟิลล์หรือนำมาสกัดเป็นน้ำคลอโรฟิลล์ เปลือกฝักและเปลือกเมล็ดใช้ทำปุ๋ยหมัก หรือนำไปอัดเป็นเชื้อเพลิงแท่งสำหรับทำอาหาร

ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากถั่วดาวอินคาส่วนมากจะใช้เมล็ดและใบทำเป็นเมล็ดถั่วดาวอินคาคั่วเกลือและใบทำเป็นชาชงดื่มเนื่องจากผู้ผลิตสามารถทำได้โดยไม่ต้องซื้อเครื่องจักรทำให้ลดต้นทุนในการผลิต ทำให้เกิดการแข่งขันในด้านการตลาดซึ่งผู้ผลิตจะต้องใช้กลยุทธ์ทางการตลาด เช่น การบรรจุผลิตภัณฑ์ที่สวยงาม ดึงดูดใจลูกค้า การจำหน่ายสินค้าให้กับผู้บริโภค ผู้บริโภคไม่ได้ซื้อสินค้าโดยมีสาเหตุมาจากความต้องการเพียงอย่างเดียว ปัจจัยแรกที่ทำให้ผู้ซื้อสนใจในตัวสินค้าได้แก่การบรรจุภัณฑ์ การบรรจุภัณฑ์มีความสำคัญอย่างมากต่อผลผลิตซึ่งช่วยรักษาคุณภาพและปกป้องตัวสินค้า ผู้ผลิตสามารถนำผลิตภัณฑ์ไปสู่ผู้บริโภคได้โดยรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ บรรจุภัณฑ์เป็นสิ่งแรกที่ผู้บริโภคเห็น ดังนั้นบรรจุภัณฑ์จะต้องทำหน้าที่บอกกล่าวสิ่งต่าง ๆ ของตัวผลิตภัณฑ์โดยการบอกข้อมูลที่จำเป็นของตัวผลิตภัณฑ์ และจะต้องมีรูปลักษณ์ที่สวยงามสะดุดตาชวนให้ผู้บริโภคซื้อ อีกปัจจัยคือด้านราคา ซึ่งหมายถึง จำนวนเงินสำหรับค่าสินค้าและบริการที่ผู้บริโภคยอมจ่ายเพื่อให้ได้มาซึ่งสินค้าและบริการนั้น โดยราคามีความสัมพันธ์กับคุณค่าของผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้าจะได้รับ ดังนั้นหากกำหนดราคาสูงเกินกว่าความรับรู้ด้านคุณค่าจะทำให้ไม่สามารถขายสินค้านั้นให้แก่ผู้บริโภคได้ ในทางตรงกันข้ามหากลูกค้ารับรู้ว่าคุณค่าของผลิตภัณฑ์สูงกว่าราคาที่ตั้งไว้จะทำให้สามารถขายผลิตภัณฑ์นั้นให้กับลูกค้าได้จำนวนมาก อย่างไรก็ตามด้วย

การเปลี่ยนแปลงทางสภาวะทางการตลาดในปัจจุบัน ทำให้การวัดระดับความพึงพอใจต่อราคาของลูกค้าเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทำให้นักการตลาดต้องพิจารณาถึงปัจจัยภายนอกและภายในธุรกิจเพื่อประกอบการตั้งราคาที่เหมาะสม การกำหนดราคาส่วนใหญ่มักพิจารณาจากต้นทุนในการดำเนินงาน เนื่องด้วยหากการประกอบกิจการขาดทุนหรือไม่มีการเกิดขึ้น จะทำให้กิจการไม่สามารถดำเนินกิจการต่อไปได้ รวมถึงการพิจารณาราคาจากผลิตภัณฑ์ของคู่แข่งซึ่งจะต้องคำนึงถึงคุณค่าที่ผู้บริโภคจะได้รับจากผลิตภัณฑ์หรือคุณค่าในสายตาของผู้บริโภค การกำหนดราคามีหลักเกณฑ์คือการกำหนดราคาโดยยึดต้นทุนเป็นหลัก เป็นวิธีที่บริษัทส่วนใหญ่นำมาใช้เพื่อให้บริษัทสามารถดำเนินงานได้จากผลกำไรที่ได้รับ ทั้งนี้บริษัทจำเป็นต้องทราบถึงต้นทุนที่แท้จริงจึงสามารถบอกกำไรเข้ากับต้นทุนโดยการกำหนดสัดส่วนกำไรต่อต้นทุนได้ การกำหนดราคาโดยยึดถืออุปสงค์เป็นหลัก เป็นการกำหนดราคาสินค้าตามสภาพตลาดหรือความต้องการสินค้าของผู้บริโภค โดยในการตั้งราคาในแต่ละช่วงนั้นคำนึงถึงต้นทุนการผลิตที่ราคาขายจะไม่ต่ำกว่าต้นทุนการผลิต เมื่อสภาพความต้องการของตลาดสูงขึ้นจะกำหนดราคาขายสินค้าสูงขึ้น หากเมื่อใดสภาพความต้องการสินค้าในตลาดต่ำ นักการตลาดจะลดราคาสินค้าลงเพื่อคงสภาพการดำเนินธุรกิจต่อไปได้ และการกำหนดราคาโดยยึดถือคู่แข่งเป็นหลัก เมื่อคำนึงต้นทุนแล้ว นักการตลาดยังสามารถตั้งราคาโดยพิจารณาจากคู่แข่งหรือผลิตภัณฑ์ที่สามารถทดแทนกันได้ในตลาด โดยการกำหนดราคาเพื่อเผชิญการแข่งขันเป็นการกำหนดราคาของผลิตภัณฑ์ให้เท่ากันหรือใกล้เคียงกับราคาสินค้าของคู่แข่ง การกำหนดราคาสูงกว่าคู่แข่งเป็นการกำหนดราคาของสินค้าให้สูงกว่าราคาตลาดหรือคู่แข่ง ส่วนใหญ่ใช้ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเด่นแตกต่างจากคู่แข่งหรือมีการกำหนดตำแหน่งผลิตภัณฑ์ที่เหนือกว่า เนื่องจากผู้บริโภครับรู้ถึงคุณค่าของผลิตภัณฑ์ที่เหนือกว่าผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ในตลาด และการกำหนดราคาต่ำกว่าคู่แข่ง เป็นการกำหนดราคาให้ต่ำกว่าราคาตลาดหรือราคาของคู่แข่งในตลาด

ใช้ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ในตลาดไม่มีข้อได้เปรียบในการแข่งขัน และต้องการจูงใจผู้บริโภคในการซื้อสินค้าหรือต้องการขายสินค้าในปริมาณที่มาก (นพรัตน์ ภูมิวิมลสาร 2558) นอกจากนี้ยังมีด้านการจัดจำหน่าย ผลิตภัณฑ์ควรถูกนำเสนอในช่องทางที่คู่ควร ในเวลาที่ถูกต้องและในปริมาณที่เหมาะสม ในขณะที่ยังคงมีต้นทุนการจัดเก็บสินค้าคงคลังและการส่งมอบในระดับที่คุ้มค่าด้วย การจัดจำหน่ายเป็นที่ซึ่งผู้บริโภคทำการซื้อผลิตภัณฑ์หรือบริการ และวิธีการในการส่งมอบผลิตภัณฑ์หรือบริการนั้น จะต้องได้รับความพึงพอใจและสร้างความสะดวกให้กับผู้บริโภค ทั้งนี้รวมเอาผลิตภัณฑ์ที่ตั้งขายในสถานที่ใดสถานที่หนึ่งและการขายด้วยพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ด้วย จากการสำรวจผู้บริโภคแสดงให้เห็นว่าศักยภาพในการนำเสนอสินค้าเป็นหนึ่งในเกณฑ์สำคัญเมื่อต้องเลือกผู้นำส่งสินค้า การจัดจำหน่ายยังหมายถึงเส้นทางในการแสดงสินค้าต่อกลุ่มผู้บริโภค ซึ่งอาจเป็นการแสดงสินค้าในหน้าต่างกระจกของร้านค้าและเป็นการแสดงสินค้าผ่านทางออนไลน์ การดำเนินการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีการขายเฉพาะในอินเทอร์เน็ตจำเป็นต้องเน้นการจัดจำหน่ายบนเว็บไซต์ของผู้ขายและกิจกรรมออนไลน์ที่ต้องจัดขึ้นบ่อย ๆ เนื่องจากการจัดจำหน่ายออนไลน์ที่ไม่มีหน้าร้านมีช่องทางจำกัดในการที่ผู้บริโภคจะติดต่อกับผู้ขายได้ ด้วยเหตุผลเดียวกันนี้ผู้ขายออนไลน์ควรพิจารณาถึงแนวทางในการนำเสนอสินค้าไปยังผู้บริโภค ถึงแม้ว่าจะมีการจัดการหน้าเว็บไซต์ผ่านตัวแทนคนกลางก็ตาม การใช้โทรศัพท์ในการจัดจำหน่ายเริ่มมีบทบาทในการติดต่อกับผู้บริโภคมากขึ้น ดังนั้นจึงควรนำการใช้โทรศัพท์มาเพิ่มประสิทธิภาพของเว็บไซต์ นอกจากนี้ผู้ผลิตต้องมีการส่งเสริมการขาย เช่น การโฆษณา การประชาสัมพันธ์ การส่งเสริมการขายเป็นเครื่องมือที่ช่วยส่งเสริมหรือกระตุ้นการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค หรือช่วยกระตุ้นให้เกิดการขายสินค้าโดยใช้การเสนอสิทธิพิเศษ การแลกซื้อ การแถม เป็นต้น

จากคุณประโยชน์ของถั่วดาวอินคาที่มีมากมาย จึงทำให้ผู้วิจัยต้องการที่จะศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากถั่วดาวอินคา ซึ่งถั่วดาวอินคาสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้มากมายและในปัจจุบันมีผู้ผลิตนำถั่วดาว

อินคาไปแปรรูปเป็นชาและของขบเคี้ยวจำหน่ายเป็นจำนวนมาก ผู้วิจัยต้องการที่จะศึกษาการแปรรูปผลิตภัณฑ์ถั่วดาวอินคาในรูปแบบอื่น เช่น การทำสบู่ดาวอินคา ซึ่งสบู่เป็นสิ่งที่มีความจำเป็นที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ปัจจุบันคนส่วนมากให้ความสนใจในเรื่องสุขภาพและความงาม สบู่ดาวอินคามีคุณสมบัติเด่นที่ช่วยบำรุงผิว รักษาสิว ฝ้า กระ รอยด่างดำ ทำให้เป็นที่ต้องการของตลาดด้านการบำรุงและรักษาผิวพรรณ

2.วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่จากถั่วดาวอินคา
2. เพื่อศึกษาสบู่ดาวอินคาที่มีสรรพคุณต่อการรักษาสิวกับอาสาสมัครโดยการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการทดลอง
3. เพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิตจากการแปรรูปของถั่วดาวอินคา
4. เพื่อได้ขึ้นทะเบียนเป็นสินค้า OTOP

3. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดของงานวิจัยคือการแปรรูปผลิตภัณฑ์ถั่วดาวอินคาเป็นสบู่ดาวอินคาที่มีสรรพคุณช่วยให้ผิวหน้าชุ่มชื้นไม่แห้งตึง ลดอาการอักเสบของสิว ลดอาการแดงและความหมองคล้ำที่เกิดจากแสงแดด ช่วยลดฝ้าและจุดด่างดำให้จางลง บำรุงผิวพรรณ และศึกษาความพึงพอใจต่อการใช้น้ำสบู่ดาวอินคา

ถั่วดาวอินคาเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงมากเพราะอุดมไปด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็น มีวิตามินเอและอี อีกทั้งมีกรดไขมันโอเมก้า 3 6 และ 9 ในปริมาณที่สูงมาก จากเหตุผลดังกล่าวทำให้การปลูกถั่วดาวอินคาซึ่งให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูง และยังสามารถนำไปผลิตเป็นยารักษาโรคและเครื่องสำอาง ซึ่งปัจจุบันมีความต้องการสูงมาก

4.วิธีการวิจัย

4.1 กลุ่มประชากรตัวอย่าง

ได้แก่ อาสาสมัครที่มีอายุระหว่าง 20-30 ปี จำนวน 30 คน ผู้ชาย 15 คน และ ผู้หญิง 15 คน ที่มีปัญหาเรื่องสิว เพื่อเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการใช้น้ำสบู่ดาวอินคา และความพึงพอใจต่อการใช้น้ำสบู่ดาวอินคา

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย ได้แก่ สบู่ดาวอินคา และ แบบสอบถามความพึงพอใจเกี่ยวกับการใช้น้ำสบู่ดาวอินคา

4.3 วิธีสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

แบบสอบถามความพึงพอใจเกี่ยวกับสบู่ดาวอินคา แบ่งเป็น 4 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ตอนที่ 2 พฤติกรรมการใช้ผลิตภัณฑ์สบู่

ตอนที่ 3 ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับถั่วดาวอินคา และการใช้น้ำสบู่ดาวอินคา

ตอนที่ 4 ความพึงพอใจของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์สบู่ดาวอินคา

โดยแบ่งระดับความคิดเห็นเป็น 5 ระดับ ดังนี้

0 – 1.50 หมายถึง พึงพอใจระดับน้อยที่สุด

1.51 – 2.50 หมายถึง พึงพอใจระดับน้อย

2.51 – 3.50 หมายถึง พึงพอใจระดับปานกลาง

3.51 – 4.50 หมายถึง พึงพอใจระดับมาก

4.51 – 5.00 หมายถึง พึงพอใจระดับมากที่สุด

4.4 วิธีดำเนินการทดลอง

4.4.1 วัสดุ-อุปกรณ์

4.4.1.1 สบู่เหลว

4.4.1.2 น้ำร้อน

4.4.1.3 เจลาติน

4.4.1.4 น้ำมันจากถั่วดาวอินคา

4.4.1.5 หัวน้ำหอม

4.4.1.6 ขาม/ซัออน

4.4.1.7 ถ้วยตวง

4.4.1.8 แม่พิมพ์ซิลิโคน

4.4.2 ขั้นตอนการทำ

4.4.2.1 ใส่เจลาคีน 1 ซอง

ใส่น้ำร้อน 1 ถ้วยตวง คนให้เข้ากัน

4.4.2.2 ใส่สบู่น้ำหอม 1/2

ถ้วย

4.4.2.3 ใส่น้ำมันถั่วดาวอิน

คา คนให้เข้ากัน

4.4.2.4 ใส่หัวน้ำหอม คนให้

เข้ากัน

4.4.2.5 นำมาพักไว้ให้เย็น

แล้วตักใส่แม่พิมพ์

4.4.2.6 นำไปแช่ตู้เย็น

ประมาณ 2-3 ชั่วโมง

4.4.2.7 นำออกจาก

แม่พิมพ์

4.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

4.5.1 ทดลองทำสบู่จากถั่วดาวอินคา

4.5.2 ทดลองใช้สบู่ถั่วดาวอินคากับ

อาสาสมัคร ในเดือนสิงหาคม - กันยายน

4.5.3 สร้างแบบสอบถามความ

คิดเห็นต่อการใช้สบู่ดาวอินคาและรวบรวมข้อมูล

4.5.4 นำผลที่ได้จากแบบสอบถาม

ความคิดเห็นมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและร้อยละ แล้วนำมาสรุปผล

4.6 การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย

$$4.6.1 \text{ ร้อยละ} = \frac{n}{N} \times 100$$

n คือ จำนวนทั้งหมด

N คือ จำนวนที่สนใจ

4.6.2 ค่าเฉลี่ย

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

$\bar{x}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ หมายถึง ผลรวมของจำนวนทั้งหมด

N หมายถึง จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

การแปรผลระดับคะแนน ความพึงพอใจเป็นดังนี้

0-1.50 หมายถึง พึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

1.51-2.50 หมายถึง พึงพอใจในระดับน้อย

2.51-3.50 หมายถึง พึงพอใจในระดับปานกลาง

3.51-4.50 หมายถึง พึงพอใจในระดับมาก

4.51-5.00 หมายถึง พึงพอใจในระดับมากที่สุด

5. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่จากถั่วดาวอินคาแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปของอาสาสมัคร พฤติกรรมการใช้ผลิตภัณฑ์สบู่ ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับถั่วดาวอินคาและการใช้สบู่ถั่วดาวอินคา และความพึงพอใจของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์สบู่ดาวอินคา ผลการวิจัยพบว่า ด้านข้อมูลทั่วไป เพศชาย คิดเป็นร้อยละ 50 และเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 50 ประกอบไปด้วย นักเรียน-นักศึกษา ร้อยละ 70 รองลงมาเป็นครู-อาจารย์ ร้อยละ 17 อายุ 15-19 ปี ร้อยละ 80 รองลงมา อายุมากกว่า 30 ปี ร้อยละ 10

ด้านพฤติกรรมการใช้ผลิตภัณฑ์สบู่ ใช้สบู่ล้างหน้า 2 ครั้ง/วัน ร้อยละ 60 รองลงมาคือใช้สบู่ล้างหน้า 1 ครั้ง/วัน ร้อยละ 27 เหตุผลที่เลือกใช้ผลิตภัณฑ์สบู่เพื่อทำความสะอาดผิวหน้า ร้อยละ 50 รองลงมาคือเพื่อขัดเซลล์ผิวออกไป ร้อยละ 33 ส่วนผสมหลักของผลิตภัณฑ์สบู่ที่เลือกใช้ สารสกัดจากผลไม้ ร้อยละ 50 รองลงมาคือ สารสกัดจากสมุนไพร ร้อยละ 27 กลิ่นที่นิยมใช้ กลิ่นผลไม้ ร้อยละ 60 รองลงมาคือ กลิ่นดอกไม้ ร้อยละ 30 สถานที่ที่ซื้อสบู่ ซูเปอร์มาร์เก็ต ร้อยละ 73 รองลงมาคือ สมาชิก

ชายตรง ร้อยละ 16 ปัจจัยการเลือกซื้อสบู่ คุณภาพ ร้อยละ 63 รองลงมาคือ ส่วนผสม ร้อยละ 33

ด้านความรู้เกี่ยวกับถั่วดาวอินคาและการใช้สบู่ ถั่วดาวอินคา รู้จักถั่วดาวอินคา ร้อยละ 77 ไม่รู้จักถั่วดาวอินคา ร้อยละ 23 ไม่เคยใช้ผลิตภัณฑ์ถั่วดาวอินคา ร้อยละ 73 เคยใช้ผลิตภัณฑ์ถั่วดาวอินคา ร้อยละ 27 สรรพคุณของถั่วดาวอินคาที่ทราบ ช่วยลดคอเลสเตอรอล ร้อยละ 40 รองลงมาคือ ป้องกันโรคเบาหวาน ร้อยละ 23 ประโยชน์ของถั่วดาวอินคาในการบำรุงผิวและความงาม มีประโยชน์มาก ร้อยละ 57 รองลงมาคือ มีประโยชน์ปานกลาง ร้อยละ 30 กลิ่นของผลิตภัณฑ์สบู่ที่มีถั่วดาวอินคาเป็นส่วนผสมหลัก กลิ่นผลไม้ ร้อยละ 56 รองลงมาคือ กลิ่นธรรมชาติ (ไม่เติมกลิ่น) ร้อยละ 23

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า กลิ่นของสบู่ มีค่าเฉลี่ย 4.35 คิดเป็นร้อยละ 88.66 ระดับความพึงพอใจอยู่ที่ระดับมาก สีของสบู่ มีค่าเฉลี่ย 4.16 คิดเป็นร้อยละ 86.00 ระดับความพึงพอใจอยู่ที่ระดับมาก การใช้สบู่ทำให้

รู้สึกสบายหน้า มีค่าเฉลี่ย 4.16 คิดเป็นร้อยละ 86.00 ระดับความพึงพอใจอยู่ที่ระดับมาก การใช้สบู่ทำให้ใบหน้าขาว กระจางใส มีค่าเฉลี่ย 3.98 คิดเป็นร้อยละ 84.66 ระดับความพึงพอใจอยู่ที่ระดับมาก การใช้สบู่ทำให้ลดรอยดำ กระ ฝ้า มีค่าเฉลี่ย 3.83 คิดเป็นร้อยละ 83.33 ระดับความพึงพอใจอยู่ที่ระดับมาก การใช้สบู่ทำให้ลดสิวเสี้ยน มีค่าเฉลี่ย 4.22 คิดเป็นร้อยละ 86.66 ระดับความพึงพอใจอยู่ที่ระดับมาก การใช้สบู่ทำให้ลดความมันบนใบหน้า มีค่าเฉลี่ย 3.98 คิดเป็นร้อยละ 84.66 ระดับความพึงพอใจอยู่ที่ระดับมาก รูปแบบผลิตภัณฑ์สบู่ มีค่าเฉลี่ย 4.35 คิดเป็นร้อยละ 86.66 ระดับความพึงพอใจอยู่ที่ระดับมาก วัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมจากธรรมชาติที่มีความปลอดภัย มีค่าเฉลี่ย 3.83 คิดเป็นร้อยละ 83.33 ระดับความพึงพอใจอยู่ที่ระดับมาก ความพึงพอใจของผลิตภัณฑ์ มีค่าเฉลี่ย 3.83 คิดเป็นร้อยละ 83.33 ระดับความพึงพอใจอยู่ที่ระดับมาก

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจ

ลำดับที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ		
		ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	แปลผล
1	กลิ่นของสบู่	4.35	88.66	มาก
2	สีของสบู่	4.16	86.00	มาก
3	การใช้สบู่ทำให้รู้สึกสบายหน้า	4.16	86.00	มาก
4	การใช้สบู่ทำให้ใบหน้าขาว กระจางใส	3.98	84.66	มาก
5	การใช้สบู่ทำให้ลดรอยดำ กระ ฝ้า	3.83	83.33	มาก
6	การใช้สบู่ทำให้ลดสิวเสี้ยน	4.22	86.66	มาก
7	การใช้สบู่ทำให้ลดความมันบนใบหน้า	3.98	84.66	มาก
8	รูปแบบผลิตภัณฑ์สบู่	4.35	86.66	มาก
9	วัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมจากธรรมชาติที่มีความปลอดภัย	3.83	83.33	มาก
10	ความพึงพอใจของผลิตภัณฑ์	3.83	83.33	มาก

6. อภิปรายผลการวิจัย

จากการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจของอาสาสมัคร พบว่าอาสาสมัครส่วนใหญ่เป็นนักเรียน นักศึกษาที่มีอายุระหว่าง 15-19 ปี ใช้สบู่ล้างหน้า 2 ครั้งต่อวัน ใช้สบู่เพื่อทำความสะอาดผิวหน้า ส่วนผสมหลักของผลิตภัณฑ์สบู่ที่เลือกใช้เป็นสบู่ที่มีสารสกัดจากผลไม้ นิยมใช้กลิ่นผลไม้ส่วนมากซื้อสบู่ที่ซูเปอร์มาร์เก็ต เลือกซื้อสบู่โดยพิจารณาจากคุณภาพ

อาสาสมัครส่วนมากรู้จักดาวอินคา แต่ยังไม่เคยใช้ผลิตภัณฑ์ถั่วดาวอินคา สรรพคุณของถั่วดาวอินคาที่ทราบคือช่วยลดคอเลสเตอรอลและมีประโยชน์มากในการบำรุงผิวและความงาม ควรใช้กลิ่นผลไม้ในผลิตภัณฑ์สบู่ที่มีถั่วดาวอินคาเป็นส่วนผสมหลัก

ความพึงพอใจของผลิตภัณฑ์สบู่ดาวอินคาในด้านกลิ่น สี รูปแบบผลิตภัณฑ์ วัตถุดิบที่ใช้ สรรพคุณในการบำรุงและรักษาผิว เช่น ทำให้ใบหน้าขาว กระชับใส ลดรอยดำ กระ ฝ้า ลดสิวเสี้ยน ลดความมันบนใบหน้า ใช้สบู่แล้วรู้สึกสบายหน้า อยู่ในระดับมาก

7. สรุป

ถั่วดาวอินคาเป็นพืชสมุนไพรที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงมากเพราะอุดมไปด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็น มีวิตามินเอและอี อีกทั้งมีกรดไขมันโอเมก้า 3 6 และ 9 ในปริมาณที่สูงมาก จากเหตุผลดังกล่าวทำให้การปลูกถั่วดาวอินคาซึ่งให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูง จากคุณสมบัติของถั่วดาวอินคางดงามสามารถนำไปผลิตเป็นยารักษาโรคและเครื่องสำอาง ซึ่งปัจจุบันมีความต้องการสูงมากจากการทำวิจัยการพัฒนาสบู่จากถั่วดาวอินคา ซึ่งมีสรรพคุณในการบำรุงและรักษาผิว ทำให้ใบหน้าขาว กระชับใส ลดรอยดำ กระ ฝ้า ลดสิวเสี้ยน ลดความมันบนใบหน้า ถั่วดาวอินคาเป็นพืชที่มีประโยชน์ทุกส่วน เช่น เมล็ด ใบ และยอดอ่อนและมีสรรพคุณมากมาย การทำวิจัยการพัฒนาสบู่จากถั่วดาวอินคาเป็นการใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติ ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่ให้มูลค่าสูง สามารถเก็บ

เกี่ยวได้ตลอดปี ดูแลง่าย ต้นทุนต่ำ และเป็นการเพิ่มมูลค่าผลผลิตจากการแปรรูปถั่วดาวอินคา



รูปที่ 1 ใส่เจลาติน



รูปที่ 2 ใส่เจลาติน น้ำร้อน สบู่เหลวใส
น้ำมันถั่วดาวอินคา หัวน้ำหอม คนให้เข้ากัน



รูปที่ 3 นำส่วนผสมทั้งหมดที่คนเข้ากันพักไว้ให้เย็น



รูปที่ 4 ตักใส่แม่พิมพ์



รูปที่ 5 นำออกจากแม่พิมพ์



สบู่สมุนไพรผสมสารสกัดจากถั่วดาวอินคา
ใช้ชำระล้างและบำรุงผิวพรรณ ให้ชุ่มชื้น สะอาด
อย่างเป็นธรรมชาติ อันเป็นคุณประโยชน์ต่อผิว
รักษาสิว ลดรอยดำ ฝ้า กระ
วิธีใช้ : ชำระล้างผิว

ปริมาณสุทธิ 60 กรัม

รูปที่ 6 ผลากสบู่ถั่วดาวอินคา



รูปที่ 7 รูปเปรียบเทียบก่อนใช้สบู่ดาวอินคา
และหลังใช้สบู่ดาวอินคา

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณอาสาสมัคร จำนวน 30 ท่านที่ได้ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยและกรอกแบบสอบถามอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัย ขอขอบคุณนักศึกษาคณะพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยร่วมกัน

เอกสารอ้างอิง

- [1] จุฬาลักษณ์ วงศ์เจริญ และคณะ. (2558). ชาดาวอินคา. คณะอุตสาหกรรมการทอเย็บ. วิทยาลัยเทคโนโลยีพายัพและบริหารธุรกิจ.
- [2] ธนัฐดาว ใจมั่น และคณะ. (2559). สบู่เจลลี่มะละกอ. วิทยาลัยการอาชีพพุมพิต. อาชีวศึกษาจังหวัดนครปฐม.
- [3] ธนกฤต ศิลปะธรากุล. (2559). ประสิทธิภาพของอาหารเสริมจากน้ำมันถั่วดาวอินคาในรูปรับประทานต่อการทำงานของสมองด้าน
- [4] นพรัตน์ ภูมิวิมลสาร. (2558). การจัดการการตลาด. พิมพ์ลักษณ์, กรุงเทพฯ: คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [5] รักชนก ภูวัฒน์, (2559). ความสามารถในการผลิตสารทุติยภูมิจากใบอ่อน ใบเพสลาดและใบแก่ของถั่วดาวอินคาเพื่อรองรับการผลิตไบชาเพื่อชุมชนของจังหวัด นราธิวาส. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์.
- [6] Brajesh Kumar. (2014). Synthesis of silver nanoparticles using Sacha inchi (Plukenetia volubilis L.) leaf extracts. Saudi Journal of Biological Science. Volume 21. Issue 6, 605-609.
- [7] Garmendia, Pando & Ronceros. (2011). Effect of sachal inchi oil on the liquid profile of patient with hyperlipoproteinemia. Rev Peru Med Exp Salud Public,

การเป็ยงผิวของกระดษสโดยเทคนิคพลสมควมด้นด่ำ

อัมพิกา ราชคม^{1*} และ หฤทัย ล่องกุลบุตร¹

¹ สาขาวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่
128 ถ. ห้วยแก้ว ต. ช้างเผือก อ. เมืองเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50300

รับบทความ 31 ตุลาคม 2561 ตอรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 1 กรกฎาคม 2563

© 2020 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการเป็ยงผิวของกระดษสโดยใช้เทคนิคพลสมควมด้นด่ำ (CF_d) ที่ความด้นด่ำ โดยสภาวะพลสมควมที่ทำการศึกษาคือ จำยกำล้งคลิ่นวิฑู 50 และ 100 วัตต์ ใช้เวลา 10 นาที่ และความด้นกำซ 1×10^{-1} Torr ส่วนพื้นที่ผิวกระดษสขนาด 3×10 cm และ 5×10 cm ผลการทดลองความสัมพันธ์ของการเป็ยงผิวตัวแปรสภาวะพลสมควม และพื้นที่ผิวของกระดษส พบว่ามุมสัมผัสมีค่าใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วง $103.67 - 108.58^\circ$ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าตัวแปร ของพลสมควม CH₄ (กำล้งของคลิ่นวิฑู เวลา และความด้นกำส) มีปริมาณเพียงพอที่จะปรับปรุงสภาวะการเป็ยงน้ำของกระดษส

คำสำคัญ: กระดษส, พลสมควมด้นด่ำ, การเป็ยงผิว, มุมสัมผัส

*E-mail a.rachakom@gmail.com, เบอร์โทรศัพท์ 0850300350

Surface wettability of Mulberry paper by low pressure plasma technique

Ampika Rachakom^{1*} and Haruthai Longkullabutra¹

¹Division of Science/Physics Faculty of Science and Agricultural Technology

Rajamangala University of Technology Lanna Chiang Mai

128 Huay Keaw Road, Chang Puek Muang Chiang Mai, Chiang Mai Province, 50300

Received: 31 October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 1 July 2020

© 2020 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved

Abstract

The aims of this research to study surface wettability of Mulberry paper by using low pressure Tetrafluoromethane (CF₄) plasma technique. The plasma condition was studied by applying 50 and 100 Watt of radio frequency power under fixed dwell time in 10 minute and gas pressure at 1×10^{-1} Torr. The surface area of mulberry paper was determined in 3×10 and 5×10 cm. The relation of surface wettability as a function of plasma parameters and mulberry paper size has been found. It was found that contact angle was approximately obtained in a range of $103.67 - 108.58^\circ$. Therefore, the result confirmed that CF₄ plasma parameter (power, pressure and time) had sufficiency to improve surface wettability for mulberry paper.

Keywords: Mulberry paper, Low pressure plasma, surface wettability, contact angle

1. บทนำ

จังหวัดเชียงใหม่ ถือเป็นจังหวัดที่มีความโดดเด่นทางด้านวัฒนธรรม หัตถกรรม และภูมิปัญญา โดยแต่ละชุมชนจะมีความสามารถในงานหัตถกรรมแต่ละท้องถิ่นแตกต่างกันออกไป แต่เนื่องจากหัตถกรรมยังมีความดั้งเดิม และยังไม่ได้รับการพัฒนาตามยุคสมัยที่เปลี่ยนไป จึงทำให้เกิดข้อจำกัดของการจำหน่ายให้เฉพาะอยู่ที่มีความสนใจเป็นพิเศษเท่านั้น

หัตถกรรมผลิตภัณฑ์กระดาษสาของบ้านต้นเปา ถือเป็นหัตถกรรมอย่างหนึ่งที่มีการผลิตเป็นกระดาษส่งขายตามความต้องการของลูกค้าทั้งใน และต่างประเทศ มีการแข่งขันค่อนข้างสูงเพราะมีการผลิตทั้งชุมชนต้นเปา ชุมชนอื่นทั้งใน และนอกจังหวัดเชียงใหม่ จึงเกิดการแย่งตลาดทำให้ราคาตกต่ำขึ้น อีกทั้งสมบัติของกระดาษสา ที่เปียก น้ำง่าย ความทนทาน และรับน้ำหนักน้อย ทำให้มีข้อจำกัดในการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ แต่อย่างไรก็ตามปัจจุบันได้มีการเล็งเห็นความสำคัญของผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การย่อยสลายได้ง่าย และไม่เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม กระดาษสาจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่ควรได้รับการพัฒนาให้มีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้น โดยการเพิ่มสมบัติเฉพาะตัวโดยเฉพาะคือ ความสามารถในการกันน้ำ เนื่องจากลักษณะของเส้นใยเซลลูโลสมีการยึดเกาะแบบหลวมทำให้มีช่องว่างจำนวนมากทำปฏิกิริยาได้ดีกับน้ำ

ในโครงการวิจัยนี้จึงสนใจปรับปรุงสมบัติกันน้ำของกระดาษสา โดยวิธีใช้นวัตกรรมพลาสมาเตตระฟลูออโรมีเทน (CF_4) ที่สถานะความดันต่ำ เพื่อเพิ่มมูลค่าให้วัสดุต้นแบบ จนสามารถนำมาต่อยอดเป็นสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีสมบัติเฉพาะตัวช่วยเพิ่มโอกาสขยายธุรกิจให้กับชุมชน และก่อให้เกิดความร่วมมือต่อเนื่องในการพัฒนาการออกแบบตามอัตลักษณ์ของท้องถิ่นให้มีความสวยงาม และโดดเด่นมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 1 (ก) (ข) กระดาษสาจากบ้านกระดาษสา บ้านต้นเปา อ. สันกำแพง จ.เชียงใหม่

2. วัตถุประสงค์

2.1 ปรับปรุงสมบัติการกันน้ำของกระดาษสา โดยใช้นวัตกรรมพลาสมาเตตระฟลูออโรมีเทน (CF_4) ที่สถานะความดันต่ำ

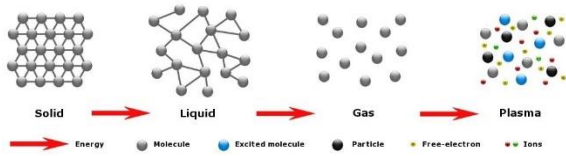
2.2 ศึกษาสภาวะการเปียกน้ำของกระดาษสาที่สภาวะกำลังคลื่นวิทยุต่างกัน

3. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

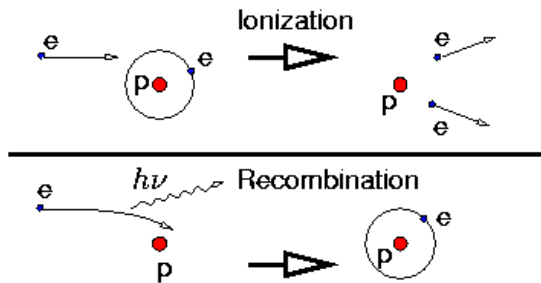
แนวคิด การนำกระดาษสาอยู่ในสภาวะพลาสมาเตตระฟลูออโรมีเทนที่ความดันต่ำ ทำให้การเปียกของพื้นผิวกระดาษสามีค่าลดลง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และสมบัติทั่วไปของวัตถุดิบที่ใช้ในงานวิจัย

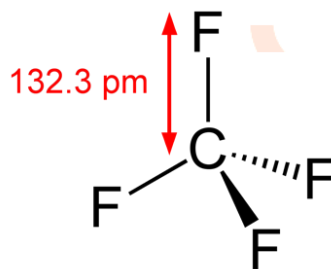
พลาสมา (plasma) คือ สภาวะที่อะตอมของก๊าซเกิดกระบวนการแตกตัว (ionization) ประกอบด้วยอิเล็กตรอนอิสระ ไอออน และอนุภาคของก๊าซ ดังรูป 2 โดยทั้งหมดมีประจุสุทธิเท่าศูนย์ หรือเรียกว่า คงสภาพความเป็นกลางทางไฟฟ้า (quasineutral gas) โดยอิเล็กตรอนและไอออนมีจำนวนเท่ากันจึงเกิดพฤติกรรมร่วม (collective behavior) เกิดการเคลื่อนที่ของอนุภาคพลาสมา พลาสมาทั้งหมดอยู่ในสถานะสมดุล จึงมีการสั่นด้วยความถี่ที่สูงมากกว่าการชนกันของอนุภาคที่อยู่ใกล้เคียง



รูปที่ 2 สถานะของสสารประกอบด้วย ของแข็ง ของเหลว ก๊าซ และพลาสมา ตามลำดับ [1]



รูปที่ 3 การแตกตัวของไอออน เมื่อมีอิเล็กตรอนมาชนกับ อะตอม เกิดการแยกตัวของอิเล็กตรอน และไอออน เมื่อมีการปลดปล่อยพลังงานออกมาเป็นพลาสมา หลังจากนั้น จะกลับมารวมตัวอีกครั้ง เพื่อให้เกิดสมดุลในระบบ [4]



รูปที่ 4 ลักษณะของโครงสร้างของก๊าซฟลูออรีนเตตระมีเทน (CF_4) [5]

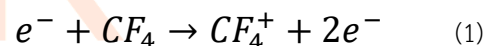
โดยในกระบวนการเกิดพลาสมา เริ่มต้นจากการให้สนามไฟฟ้าปริมาณมากแก่ก๊าซที่เป็นกลาง เมื่อมีพลังงานสูง ทำให้อิเล็กตรอนอิสระจำนวนมากพชนกับอะตอม ทำให้อิเล็กตรอนหลุดจากอะตอม จึงเกิดกระบวนการแตกตัวเป็นไอออน (ionization) เมื่อจำนวนอิเล็กตรอนที่หลุดออกมาเพิ่มจำนวนมากขึ้น จะให้ก๊าซแตกตัว และกลายเป็น “พลาสมา” ในระบบ [2,3]

เตตระฟลูออโรมีเทน (CF_4)

เป็นสารฟลูออโรคาร์บอนอย่างง่ายที่สุด มีพันธะเคมีที่แข็งแรง เนื่องจากพันธะระหว่างคาร์บอนและฟลูออรีน มีพันธะระหว่างคาร์บอน และฟลูออรีนถึงสี่พันธะ และค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีของสูงที่สุด คาร์บอนในกลุ่มนี้จึงมีประจุบวกที่มีความสำคัญเนื่องจากทำให้เกิดพันธะไอออนิก

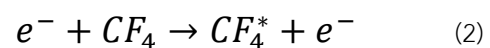
โดยในสถานะสุญญากาศพลาสมาของ CF_4 มีกระบวนการเกิดพลาสมาหลัก ๆ แบ่งออกเป็น 3 กระบวนการดังนี้

1. การแตกตัวเป็นไอออน (ionization) การเกิดพลาสมาในห้องสุญญากาศ ซึ่งก๊าซไหลผ่านในระดับคงที่ ที่ความดันต่ำ ๆ อะตอมหรือโมเลกุลของก๊าซได้รับพลังงานจากคลื่นความถี่วิทยุ (radio frequency) ทำหน้าที่เร่งอิเล็กตรอนที่อยู่ในอะตอมหลุดออกมา มีพลังงานจลน์ทำให้เกิดการชนกับอะตอม หรือโมเลกุล แสดงว่าพลังงานจลน์ของอิเล็กตรอนมีค่ามากกว่าพลังงานที่ใช้ในการแตกตัวเขียนเป็นสมการได้ว่า



2. การถูกกระตุ้น (excitation)

พลังงานที่ส่งผ่านมา ทำให้อิเล็กตรอนกระโดดไปอยู่ชั้นพลังงานที่สูงกว่า อะตอมจึงอยู่ในสถานะถูกกระตุ้น แสดงว่าพลังงานจลน์ของอิเล็กตรอนมีค่าน้อยกว่าพลังงานของการแตกตัวเป็นไอออน



CF_4^* คือ อะตอมของเตตระฟลูออโรมีเทนที่อยู่ในสถานะถูกกระตุ้น

3. การแยกตัว (dissociation)

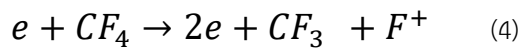
เป็นกระบวนการสุดท้ายที่โมเลกุลเกิดการแยกตัวโดยศักย์จากคลื่นวิทยุ ในระบบสุญญากาศ ยังมีการแยกตัวเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพของการเกิดปฏิกิริยา

เพิ่มขึ้น อาจเกิดการแยกตัว (dissociation) ร่วมกับการแตกตัว (ionization) หรือเกิดการแยกตัวอย่างเดียวก็ได้

การแยกตัว:

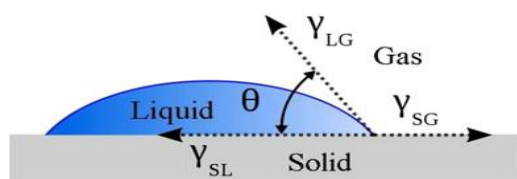


การแยกตัวร่วมกับการแตกตัว:



เนื่องจากพลังงานภายนอก ทำให้วาเลนซ์อิเล็กตรอนเปลี่ยนสถานะจากพื้น ไปสู่สถานะกระตุ้น อิเล็กตรอนได้รับการกระตุ้นในช่วงเวลาสั้นๆ ทำให้วาเลนซ์อิเล็กตรอนกลับคืนสู่สถานะพื้น และปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เกิดการเปล่งแสงออกมาช่วงความยาวคลื่นที่ตาสามารถเห็นได้ (visible light) การเปล่งแสงบ่งบอกถึงลักษณะของก๊าซที่เกิดการแตกตัว โดยแต่ละก๊าซจะเกิดการแตกตัวเป็นพลาสมาเกิดสีต่างกัน เช่น ก๊าซ CF_4 และ Ar เปล่งแสงสีม่วง ก๊าซ N_2 เปล่งแสงสีชมพูเป็นต้น นอกจากนั้นเมื่อเพิ่มกำลังจากคลื่นวิทยุสูงขึ้น ความสว่างของการเปล่งแสงยิ่งเพิ่มขึ้น

โดยพื้นผิวที่สัมผัสกับพลาสมาจะถูกปกคลุม (shield) มีการถ่ายเทพลังงานจากอนุภาคพลาสมาสู่พื้นผิววัสดุ ทำให้เกิดกระบวนการทางเคมี และฟิสิกส์บริเวณพื้นผิว มีการเปลี่ยนแปลงความหนาในระดับนาโนเมตร หรือเล็กไม่เกิน 10 nm ผิววัสดุจะมีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ผลกระทบต่อโครงสร้างของวัสดุ [3,4]

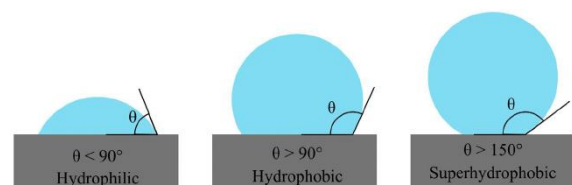


รูปที่ 5 หดน้ำลงบนพื้นผิว แสดงปริมาณตามสมการของยัง (Young equation) [6]

การต้านทานน้ำโดยการวัดมุมสัมผัส

การวัดมุมสัมผัส (contact angle, θ_C) คือมุมที่เกิดขึ้นระหว่างรอยต่อของเหลวและก๊าซ กับพื้นผิววัสดุที่เป็นของแข็ง เป็นไปตามสมการของยัง (Young equation) ดังรูปที่ 5 กล่าวถึงเกิดปฏิกิริยาของ 3 สถานะคือ ของแข็ง (S) ของเหลว (L) และก๊าซ (G) ประกอบด้วยพลังงานรอยต่อของของแข็งและก๊าซ (γ_{SG}), พลังงานรอยต่อของของแข็งและของเหลว (γ_{SL}) และพลังงานรอยต่อของของเหลวและก๊าซ (γ_{LG}) เป็นพลังงานพื้นผิว (surface tension) ซึ่งทำให้เกิดมุมสัมผัสขึ้น (θ_C) ซึ่งเป็นผลมาจากพลังงานแอดฮีชัน (Adhesion energy) ของของแข็งและของเหลว เมื่อทำการหยดน้ำลงบนพื้นผิวของวัสดุ

มุมสัมผัสบ่งบอกถึงพลังงานของผิว สถานะการเปียกที่ ขึ้นกับ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงแอดฮีชัน (adhesion) และแรงโคฮีชัน (cohesion) อธิบายดังรูปที่ 6 ตามลำดับ คือ พื้นผิวที่มีการกระจายตัวได้ดี (hydrophilic) จะมีมุมสัมผัส $\theta_C < 90^\circ$ เพราะจะมีค่าความเปียก (wettability) การยึดติด (adhesion) และพลังงานผิว (surface tension) ที่สูงส่วนพื้นผิวที่กระจายตัวได้ไม่ดี หรือไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) จะมีมุมสัมผัส $\theta_C > 90^\circ$ เพราะจะมีความเปียก (wettability) การยึดติด (adhesion) และ พลังงานผิว (surface tension) ต่ำ นอกจากนั้นพื้นผิวที่แทบจะไม่มี การเปียกน้ำ (super hydrophobic) มีหน้าสัมผัสระหว่างของเหลวและของแข็งน้อยมาก คือมีมุมสัมผัส $\theta_C > 150^\circ$ รู้จักกันในชื่อ ปรากฏการณ์ใบบัว (Lotus effect)



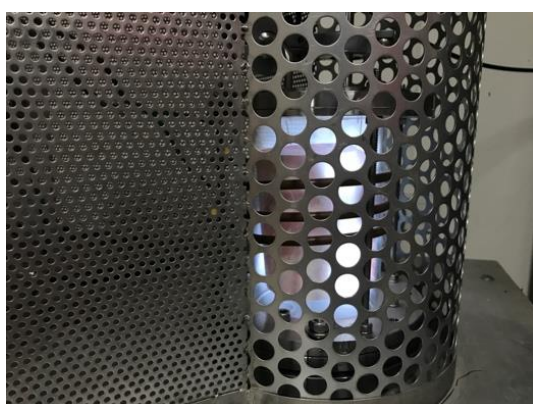
รูปที่ 6 ลักษณะมุมสัมผัส θ_C และการแปรผลลักษณะพื้นผิว [7]



รูปที่ 7 กระดาษสา ขนาด (a) 3×10 cm และ (b) 6×10 cm ก่อนนำเข้าสู่ระบบพลาสมาความดันต่ำ



รูปที่ 8 เครื่องกำเนิดพลาสมาความดันต่ำ ที่ ศูนย์วิจัยฟิสิกส์ของพลาสมาและลำอนุภาค ม. เชียงใหม่



รูปที่ 9 กระดาษสาเมื่ออยู่ในสภาวะพลาสมา CF_4

4.วิธีการวิจัย

วิธีวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ กระบวนการเตรียมกระดาษสา และ กระดาษสาอยู่ในสภาวะพลาสมาความดันต่ำ

4.1 การเตรียมกระดาษสาขนาด 3×10 cm และ 6×10 cm โดยการอบภายใต้อุณหภูมิ $27^\circ C$ เป็นเวลา 24 hr.

4.2 การศึกษากระดาษสาโดยเทคนิคพลาสมาความดันต่ำของก๊าซ CF_4 โดยใช้เครื่องกำเนิดพลาสมาดังรูปที่ 2

4.2.1 นำกระดาษสาใส่ภาชนะสุญญากาศ โดยใช้คลื่นวิทยุ 13.56 MHz นำอากาศออกจากภาชนะสุญญากาศ อยู่ในสภาวะความดัน 2×10^{-2} Torr

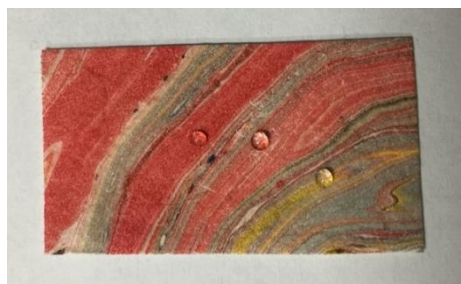
4.2.2 เติมน้ำ CF_4 ให้มีความดันอยู่ที่ 1×10^{-1} Torr เพื่อเตรียมความดันให้เหมาะสมแก่สภาวะการเกิดพลาสมา

4.2.3 ควบคุมสภาวะพลาสมาความดันต่ำ 2 เงื่อนไข คือ ภายใต้อำนาจคลื่นวิทยุเท่ากับ 50 และ 100 Watt เป็นเวลา 10 min.

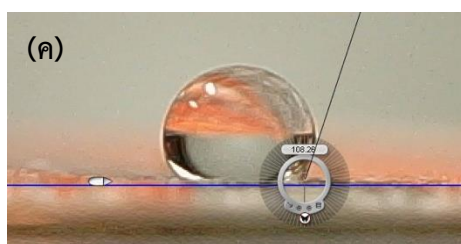
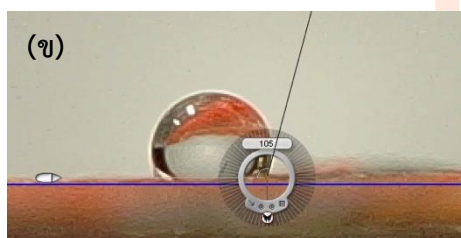
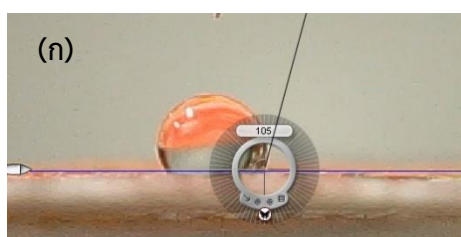
4.2.4 ศึกษาสัณฐานภายนอก ตรวจสอบสภาวะการเปียกน้ำโดยทดสอบการวัดมุมสัมผัส (contact angle)

5. ผลการวิจัย

ทำการศึกษากำลังวิทยุ 2 ขนาด 50 และ 100 watt ภายใต้อำนาจเท่ากันคือ 10 นาที่ ในสภาวะความดันของก๊าซ ที่ 1×10^{-1} Torr ลักษณะการเกิดพลาสมาของก๊าซ CF_4 มีสีม่วง เมื่อเพิ่มพลังงาน หรือกำลังของวิทยุมากขึ้น ยิ่งทำให้ความสว่างของพลาสมาเพิ่มสูงขึ้น ลักษณะภายนอกของกระดาษสา มีความแตกต่างเล็กน้อย คือที่กำลังสูงสุดที่ให้เข้าไป 100 watt กระดาษสา มีกลิ่นของสีจากกลายน้ำไหล และสีกระดาษมีความเข้มข้นเล็กน้อย เริ่มต้นจากกระดาษสาขนาดเล็กเท่ากับ 3×10 cm พบว่าสภาวะการเปียกน้ำของกระดาษสาเมื่อนำมาทดสอบการเปียกน้ำ ทำให้มองเห็นลักษณะภายนอกของหยดน้ำบนหน้ากระดาษสาดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 สัณฐานภายนอกของกระดาษสาหลังจากผ่านสภาวะพลาสมา CF_4 ที่ความดันต่ำ เมื่อถูกหยดน้ำลงไปบนพื้นผิว



รูปที่ 11 การเปียกน้ำของผิวกระดาษสา โดยวัดมุมสัมผัสระหว่างหยดน้ำและผิวของกระดาษสา (ก) กระดาษสาที่ไม่ผ่านพลาสมา ส่วนกระดาษสาที่ผ่านสภาวะพลาสมาความดันต่ำภายใต้เงื่อนไข (ข) 50 Watt และ (ค) 100 Watt โดยใช้เวลาเท่ากันคือ 10 min

จากนั้นเริ่มต้นวัดมุมสัมผัสพบว่า กระดาษสาที่ไม่ผ่านสภาวะสุญญากาศจะมีมุมสัมผัสประมาณ 105° ซึ่งโดยปกติกระดาษสาจะมีขนาดเล็ก ที่มีแรงดึงดูดผิวที่

สามารถพองหดน้ำไว้ในไม่กี่วินาที จึงเกิดการดูดซึมน้ำและเปียกน้ำอย่างรวดเร็ว ต่างจากกระดาษสาที่ผ่านสภาวะพลาสมา ด้วยกำลังวิทยุ 50 และ 100 Watt ที่มีมุมสัมผัสเท่ากับ $103.67^\circ \pm 3.08\%$ และ $108.58^\circ \pm 0.78\%$ ปริมาณพลาสมาเข้าไปทำปฏิกิริยาทั้งผิวหน้ากระดาษ จะเห็นได้ว่าปริมาณกำลังของคลื่นวิทยุ 100 watt ทำให้มีมุมสัมผัสเพิ่มขึ้น ดังรูป 11 แสดงถึงการแตกตัวของพลาสมา CF_4 ได้ดี แต่ถ้าเพิ่มกำลังของวิทยุมายิ่งขึ้นจะทำให้เกิดความร้อนขึ้นในระบบมากเกินไป ทำให้เกิดความเสียหายของผิวหน้ากระดาษ

หลังจากนั้นจึงเพิ่มขนาดของกระดาษสาเป็น 6×10 cm ซึ่งผลการทดลองแนวโน้มค่ามุมสัมผัสใกล้เคียงกับ กระดาษสาขนาด 3×10 cm จึงเห็นได้ว่ากำลังคลื่นวิทยุ ขนาด 100 watt ภายใต้เวลาเท่ากันคือ 10 นาที ในสภาวะความดันของก๊าซที่ 1×10^{-1} Torr ยังเป็นปริมาณที่เหมาะสม ทำให้การแตกตัวของพลาสมาเพียงพอต่อบริเวณผิวหน้ากระดาษทั้งหมด

6. อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของการเปียกผิวด้วย และตัวแปรสภาวะพลาสมา CF_4 สามารถสรุปเงื่อนไขของกำลังคลื่นวิทยุ เวลาที่ใช้ ที่มีผลต่อมุมสัมผัสของผิวหน้ากระดาษสา ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 เงื่อนไขของกำลังคลื่นวิทยุ และเวลา ที่มีผลต่อมุมสัมผัสของหยดน้ำบนกระดาษสา

เงื่อนไข	กำลังคลื่นวิทยุ (Watt)	เวลา (minute)	มุมสัมผัส ($^\circ$)
1	*	*	105
2	50	10	$103.67 \pm 3.08\%$
3	100	10	$108.58 \pm 0.78\%$

* คือ กระดาษสาไม่ผ่านระบบพลาสมาความดันต่ำ

ในเบื้องต้นนี้ เมื่อพิจารณากำลัณณวฤทษที่สูงจะ ทำให้อำนาจการแตกตัวของไอออนพลาสมา CF_4 ได้ง่ายขึ้น เคลือบลงบนพื้นผิวของกระดาศ ทำให้อเกิดความแข็งแรงของหุ้มไฮดรอกซิลของกระดาศ พลาสมาไอออนที่เคลือบในระดับนาโนเมตรบริเวณ ผิวหน้า ส่งผลถึงความทนทานต่อการเปียกน้ำที่เพิ่มขึ้น แต่ยังไม่เกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในการ พัฒนางานวิจัยลำดับต่อไป จะได้วิเคราะห์องค์ประกอบ ทางเคมีของพื้นผิว โดยใช้เทคนิค X-ray Photoelectron Spectroscopy (XPS) บริเวณพื้นผิว และศึกษาการเพิ่มพื้นที่ผิวของกระดาศทำให้มีขนาด ใหญ่ขึ้น เพื่อสะดวกในการนำไปใช้ทำชิ้นงานหัตถกรรม ต่างๆ

7. สรุป

ในงานวิจัยนี้สนใจทำการปรับปรุงสมบัติสมบัติ การกันน้ำของกระดาศสา โดยใช้นวัตกรรมพลาสมาเต ตระฟลูออโรมีเทน (CF_4) ที่สภาวะความดันต่ำ เพื่อจะ นำมาใช้เป็นผลิตภัณฑ์หัตถกรรม ที่มีมูลค่าเพิ่มด้วยสมบัติ เฉพาะที่กันน้ำของกระดาศ จากการศึกษาพบว่าสภาวะ การเกิดพลาสมาของ CF_4 ที่ความดัน 1×10^{-1} Torr ด้วยกำลังคลื่นวิทยุ ขนาด 50 และ 100 watt ภายใต้อเวลา เท่ากัน 10 นาทีนั้น สามารถเพิ่มพื้นที่ผิวกระดาศสูงสุด 6×10 cm มีมุมสัมผัสที่อยู๋ในช่วง $103.67^\circ - 108.58^\circ$ จึงถือได้ว่ากระดาศสาอยู่ในสภาวะพลาสมา CF_4 ที่เหมาะสม ทำให้เกิดการเปียกน้ำได้น้อย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ล้านนา ผู้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยประจำปีงบประมาณ 2561 ประเภททุน “New OTOP” ทุนวิจัยเพื่อพัฒนา ผลิตภัณฑ์ร่วมกับผู้ประกอบการกระดาศสา ขอขอบคุณผู้ อนุเคราะห์ และเอื้อเฟื้อการใช้ห้องปฏิบัติการ เครื่อง กำเนิดพลาสมาความดันต่ำ ณ ศูนย์วิจัยฟิสิกส์ของ พลาสมาและลำอนุภาค ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และขอขอบคุณ

สาขาวิทยาศาสตร์ แผนกฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ล้านนา สำหรับการเตรียมงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] Atmospheric plasma cleaning and surface preparation [On-line] Available: <https://www.bs-innoclean.lu/nettoyage-plasma-pressure-atmospherique.php?lg=en>.
- [2] ศูนย์ฟิสิกส์พลาสมาและบีมอนุภาค, “รายงานฉบับ สมบูรณ์ โครงการบริการวิชาการแก่สังคม: ลักษณะ โครงการตามยุทธศาสตร์ ศูนย์เทคโนโลยีพลาสมา เพื่อประยุกต์แก่งสิ่งทอ/วัสดุชีวภาพ”, ภาควิชา ฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, กันยายน 2551.
- [3] ประภาจรรย์ ใจงาม และ ปิยดา ผามั่ง. “การใช้ พลาสมาเตตราฟลูออโรมีเทนความดันต่ำ เพื่อ ปรับปรุงสมบัติการกันน้ำของกระดาศผักตบชวา”. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. มีนาคม 2556
- [4] What is a Plasma? [On-line] Available: <http://silas.psfc.mit.edu/introplasma/chap1.html>.
- [5] R. d’Agostino, P. Favia, C. Oehr, M. R. Wertheimer (Edited). “Plasma Process and Polymers”. Wiley-Vch Verlag Gmbh & Co. KGaA. 2005.
- [6] R. d’Agostino, P. Favia, C. Oehr, M. R. Wertheimer (Edited). “Advanced Plasma Technology”. Wiley-Vch Verlag Gmbh & Co. KGaA. 2007.
- [7] Tetrafluoromethane (CF_4) [On-line]. Available :<https://en.wikipedia.org/wiki/Tetrafluoromethane>

- [8] Contact angle [On-line]. Available:
https://en.wikipedia.org/wiki/Contact_angle
- [9] H Gundersen, H. Leinaas, C. Thaulow (2014).
Surface Structure and Wetting Characteristics
of Collembola Cuticles. Plos One. 9 (2)
:e86783.



การพัฒนากระบวนการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่ สำหรับงานโครงสร้าง

มานิตา ดุมกลาง^{1*} สมชาย บุญพิทักษ์² และสนธยา ทองอรุณศรี³

¹ สาขาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

² สาขาออกแบบอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

³ สาขาโยธาและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก

41/1 หมู่ 7 ต.ไม้งาม อ.เมือง จ.ตาก 63000

รับบทความ 31 ตุลาคม 2561 ตอรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 1 กรกฎาคม 2563

© 2020 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่สำหรับงานโครงสร้างโดยวิธีการใช้สารเคมี ได้แก่ การแช่น้ำยาบอริกบอแรกซ์และการแช่น้ำยาซีซีบี ที่ความเข้มข้น 3, 5 และ 8% เป็นเวลา 14 วัน และวิธีที่ไม่ใช้สารเคมี ได้แก่ การแช่น้ำและการย่างไฟ เพื่อศึกษาสมบัติด้าน กำลังดึง กำลังอัด และสมบัติทางกายภาพของไม้ไผ่ 3 ชนิด ได้แก่ ไม้ไผ่ชาง ไม้ไผ่รวก และไม้ไผ่สีสุกที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทน โดยเปรียบเทียบกับไม้ไผ่ที่ไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทน จากผลการทดสอบพบว่า กำลังดึงและกำลังอัดของไม้ไผ่ที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนโดยใช้สารเคมี มีแตกต่างกันตามชนิดของไม้ไผ่ ชนิดและความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้ เมื่อควบคุมความชื้นของไม้ไผ่ให้ต่ำกว่า 20% พบว่า ไม้ไผ่รวกแช่น้ำยาบอริกบอแรกซ์ 5% ไม้ไผ่ชางและไม้ไผ่สีสุกแช่น้ำยาซีซีบี 3% มีกำลังดึงสูงกว่าไม้ไผ่ชนิดเดียวกันที่แช่น้ำและไม้ไผ่ที่ไม่ผ่านกระบวนการฯ คือ มีค่า 986, 1723 และ 1757 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ สำหรับผลการทดสอบกำลังอัด พบว่า ไม้ไผ่รวกแช่น้ำยาบอริกบอแรกซ์ 8% ไม้ไผ่สีสุกแช่น้ำยาซีซีบี 5% และไม้ไผ่ชางแช่น้ำยาซีซีบี 8% มีกำลังอัดสูงกว่าไม้ไผ่ชนิดเดียวกันที่แช่น้ำและไม้ไผ่ที่ไม่ผ่านกระบวนการ คือ มีค่า 429, 525 และ 837 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ และพบว่าไม้ไผ่ชางที่ผ่านการย่างไฟมีกำลังดึงสูงสุดที่ 2,072 กก./ตร.ซม. และไม้ไผ่รวกที่ผ่านการย่างไฟมีกำลังอัดสูงสุดที่ 592 กก./ตร.ซม. และจากผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของไม้ไผ่หลังจากการเก็บเป็นเวลา 3 เดือน พบว่าไม้ไผ่ปรากฏเชื้อราบนเนื้อไม้ แต่พบการทำลายของแมลงในไม้ไผ่ชาง ไม้ไผ่รวก และไม้ไผ่สีสุกที่ไม่ผ่านกระบวนการ รวมถึงไม้ไผ่สีสุกที่ผ่านการแช่น้ำ นอกจากนี้ ผลการตรวจสอบสัณฐานวิทยาของไม้ไผ่ด้วยเครื่อง SEM และการวิเคราะห์ธาตุด้วยเครื่อง EDX พบว่าความสามารถในการดูดซึมน้ำและการเกาะติดสารเคมีของไม้ไผ่แต่ละชนิดมีแตกต่างกัน

คำสำคัญ: ไม้ไผ่ ความคงทน กำลังดึง กำลังอัด งานโครงสร้าง

*E-mail : manitanongjun@gmail.com เบอร์โทรศัพท์ 095-4594696

Development process to improve the durability of bamboo in structure members

Manita Dumklang^{1*} Somchay Bunpitak² and Sontaya Tongaroonsri³

¹ Science Branch Rajamangala University of Technology Lanna Tak

² Art Design Branch Rajamangala University of Technology Lanna Tak

³ Civil and Environmental Branch Rajamangala University of Technology Lanna Tak

41/1 M.7 T. Maingam A.Maung Tak 63000

Received: 31 October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 1 July 2020

© 2020 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved

Abstract

The main purpose of this research is to study the durability of bamboo in structure members by using chemical treatment methods, namely soaking in Boric Borax and CCB solutions in concentrations used 3, 5 and 8%, and by non-chemical treatment methods, such as water soaking and smoking. In order to study tensile strength and compressive strength of three types of treated bamboo namely ; Zang, Raug and Seesug. The Results showed that the differences in tensile strength and compressive strength of all chemically treated bamboo depend on the type of bamboo, and the type and concentration of the chemical used. At lower 20 % of moisture content controlled, Raug soaked in Boric Borax 5%, and Zang and Seesug soaked in CCB 3% had higher tensile strength (986, 1,723 and 1,757 kg/cm², respectively) than bamboo treated with water soaking and untreated bamboo. For the compressive strength test, Raug soaked in Boric Borax 8%, Seesug soaked in CCB 5% and Zang soaked in CCB 8% (429, 525 and 837 kg/cm², respectively) were all higher than bamboo treated with water soaking and untreated bamboo. Signally, smoked Zang had the highest tensile strength at 2,072 kg/cm² and smoked Raug had the highest compressive strength at 592 kg/cm². The physical properties study after storage for 3 months showed no fungi was on their pulp, whereas insects had attacked the untreated Zang, Raug and Seesug, including Seesug soaked in water. Besides, SEM and EDX techniques show that the efficiency of absorption and chemical fixation on each type bamboo are different.

Keywords: bamboo durability tensile strength compressive strength structure members

1. บทนำ

ไม้ไผ่เป็นวัสดุที่เก่าแก่ที่สุดที่มนุษย์รู้จักนำมาใช้เพื่อความสะดวกสบายในชีวิตประจำวัน ในขณะที่โลกปัจจุบันเป็นเรื่องของพลาสติกและเหล็ก แต่ก็ยังมีโครงการร่วมมือค้นคว้าเรื่องไม้ไผ่ระหว่างชาติต่างๆ เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลทางวิชาการในการใช้ไม้ไผ่ซึ่งกันและกัน ซึ่งการใช้ประโยชน์จากไม้ไผ่ของแต่ละกลุ่มคนที่สืบเนื่องมาอย่างยาวนาน สะท้อนให้เห็นทั้งสถานภาพของสังคมและศักยภาพของกลุ่มคนในการปรับใช้ทรัพยากรธรรมชาติเพื่อสร้างสรรค์แบบอย่างการดำเนินชีวิตและสร้างทรัพยากรวัฒนธรรมอย่างต่อเนื่องและมีระบบ จะเห็นได้จากการนำไม้ไผ่มาใช้ประโยชน์ด้านสิ่งก่อสร้างและสถาปัตยกรรมอย่างกว้างขวาง เช่น ใช้ในการก่อสร้าง ไม่นั่งร้าน ทาสี ฉาบปูน ใช้จักสานภาชนะต่างๆ ใช้ทำเครื่องดนตรี ใช้เป็นเยื่อกระดาษในอุตสาหกรรมทำกระดาษ โดยทั่วไปแล้วจะใช้ไม้ไผ่เป็นวัสดุหลักในการก่อสร้าง ซึ่งไม้ไผ่ที่นำมาใช้ในการก่อสร้างทั่วๆ ไปนั้น ตัดมาใช้ได้เมื่อไม้ไผ่อายุ 3-5 ปี แต่ถ้าไม่ได้รับการป้องกันกำจัดแมลงและเชื้อราแล้ว ไม้ไผ่ที่อยู่ติดดินอาจมีอายุใช้งานประมาณ 1-2 ปี เท่านั้น แต่ถ้าใช้ในที่ร่มและจากดินอาจอายุการใช้งานถึง 5 ปี ไม้ไผ่มักถูกรบกวนทำลายโดยมอดและปลวกเพราะมีอาหารในเนื้อไม้ นอกจากนี้ มันอาจถูกทำลายโดยเชื้อรา และถ้าใช้ในน้ำทะเลก็อาจถูกทำลายโดยเฟรียงได้ ซึ่งปัญหาดังกล่าว หากไม่ได้รับการแก้ไข จะทำให้การใช้ประโยชน์จากไม้ไผ่อย่างคุ้มค่าและเป็นการสิ้นเปลืองทรัพยากรธรรมชาติ ดังนั้นการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่นอกจากจะเป็นการยืดอายุการใช้งานให้ยาวนานขึ้นแล้วยังก่อให้เกิดประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนากระบวนการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่โดยวิธีการใช้สารเคมีและไม่ใช้สารเคมี เพื่อหาแนวทางในการยืดอายุการใช้งานของไม้ไผ่ได้อย่างมีประสิทธิภาพสำหรับใช้ในงานโครงสร้าง เนื่องจากไม้ไผ่เป็นพืชที่มีเส้นใยเหนียว แต่การนำไม้ไผ่มาใช้ประโยชน์ มักประสบปัญหาด้านแมลงและเชื้อราทำลายไม้เนื่องจากไม้ไผ่มีปริมาณแป้งและน้ำตาลค่อนข้างสูง ซึ่งปริมาณแป้งในลำเป็นอาหารของแมลง ดังนั้นการป้องกันรักษาไม้ไผ่จึงเป็น

สิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง แม้ว่าภูมิปัญญาท้องถิ่นสามารถคิดค้นหาวิธีป้องกันแมลงได้ในระดับหนึ่งแล้วก็ตาม แต่การยืดอายุการใช้งานของไม้ไผ่ให้ยาวนานขึ้นโดยการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดแมลงและเชื้อรานั้น ก็เป็นสิ่งจำเป็นที่ควรศึกษาถึงการใช้สารเคมีอย่างถูกวิธี ทั้งนี้เพื่อเป็นการส่งเสริมให้มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษากระบวนการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่จากการใช้สารเคมีและไม่ใช้สารเคมี

2.2 เพื่อพัฒนากระบวนการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่สำหรับงานโครงสร้าง

3. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ไม้ไผ่เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวอยู่ในวงศ์ Gramineae เช่นเดียวกับหญ้าแต่เป็นพืชตระกูลหญ้าที่สูงที่สุดในโลก และเป็นพืชเมืองร้อน ไม้ไผ่ทั่วโลกที่รู้จักกันมีประมาณ 75 สกุล ที่ได้สำรวจพบในประเทศไทยมีประมาณ 12 สกุล แยกเป็นชนิดประมาณ 44 ชนิด ไม้ไผ่ที่ปลูกกันมากในประเทศไทยและนำมาใช้ประโยชน์มีอยู่ประมาณ 32 ชนิด ไม้ไผ่แต่ละชนิดมีเปอร์เซ็นต์ซิลิกาแตกต่างกันตั้งแต่ 1-6 % ดังนั้นโครงสร้างของไม้ไผ่จึงแตกต่างจากไม้ทั่วไป ทำให้ยากแก่การดูดซึมน้ำยา การอาบน้ำยาไผ่จึงยากกว่าไม้อื่นและใช้เวลานาน

3.1 ปริมาณแป้งในลำไผ่

ไม้ไผ่มีการเจริญเติบโตรวดเร็วมาก ในแถบร้อน ไม้ไผ่แต่ละลำจะเจริญเติบโตเต็มที่ภายใน 6 เดือน ปริมาณแป้งภายในลำของไผ่ก่อนแตกหน่อจะสูง และลดลงเมื่อเกิดหน่อใหม่ จนกระทั่งหน่อเจริญเต็มที่แล้ว ลำไผ่จะมีการสะสมแป้งมากขึ้นอีก และจะลดลงอีกครั้งเมื่อเหง้ามีการเจริญเติบโต ในช่วงฤดูร้อนมีแป้งสะสมอยู่มากเพื่อใช้ในการแตกหน่อและเติบโตในช่วงฤดูฝน อายุของไม้ไผ่มีความสัมพันธ์กับปริมาณแป้ง ไผ่อ่อนอายุ 1 ปี จะยังไม่มีแป้ง เมื่ออายุมากขึ้นและโตเต็มที่จึงจะมีแป้ง ลำไผ่ส่วนโคนจะมีแป้งน้อยกว่าส่วนกลางและมีมากที่ส่วนปลาย จึงทำ

ให้ส่วนโคนของไม้ไผ่มีความทนทานต่อแมลงและเชื้อรา ปริมาณแป้งในไม้ไผ่โดยทั่วๆ ไปมีประมาณ 2-6 % และมีมากถึง 10 % ได้ ขึ้นอยู่กับชนิด อายุ ความสูงของลำและพื้นที่ปลูก ในช่วงที่ไม้กำลังออกดอกปริมาณแป้งในลำจะต่ำ พันธุ์ไม้ที่มีแป้งน้อยกว่าจะทนทานต่อมอดมากกว่า ไม้ไผ่ที่มีปริมาณแป้งน้อยกว่า 1% เป็นไม้ไผ่คุณภาพดีสามารถนำไปใช้ในการก่อสร้างได้ ไม้ไผ่อายุ 2 ปี มีแป้งมากแต่ไฟเบอร์ในไม้ยังไม่แข็งพอจึงถูกทำลายได้มากกว่าไม้แก่ที่มีแป้ง ดังนั้นเมื่อตัดไม้ไผ่มาใช้ ปริมาณแป้งในลำ อายุและชนิดของไม้ไผ่ ความชื้นของไม้จะเป็นตัวดึงดูดให้แมลงมาเจาะได้ภายในเวลา 24 ชั่วโมง ปริมาณแป้งในไม้ไผ่มีส่วนสัมพันธ์กับความอ่อนแอของไม้ไผ่ที่มีต่อแมลงและเชื้อราทำลายไม้ การลดปริมาณแป้งทำได้โดย การผึ่งพริ้มใบและกิ่ง การแช่น้ำ การใช้ความร้อนโดยการอบหรือการรมควัน การย่างไฟและการต้ม

3.2 ความชื้นในไม้ไผ่และการผึ่งให้แห้งในกระแสดอากาศ

ความชื้นในลำไม้ไผ่ขึ้นกับชนิด อายุ ฤดูกาล พื้นที่ปลูก และความยาวของลำไม้ไผ่ อายุ 1 ปี มีความชื้นในลำสูงมากกว่า 100 % ส่วนไม้แก่มีประมาณ 60-70 % ส่วนโคนของลำมีความชื้นสูงกว่าส่วนปลาย ความชื้นในลำไม้ไผ่ที่ยังไม่ตัดออกจากกอประมาณ 70-140 % ความชื้นของไม้ไผ่มีความสำคัญต่อการเข้าทำลายของแมลงและเชื้อราอย่างยิ่ง และมีความสำคัญต่อวิธีการป้องกันรักษา ไม้ไผ่ที่ต้องการความชื้นในลำช่วยให้น้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ผ่านเข้าไปในลำไม้ไผ่ได้ดีขึ้น ไม้ไผ่ที่มีความชื้น 15-20 % ไม่เหมาะกับการเจริญของเชื้อรา ถ้าสูงกว่า 20 % เชื้อราจะเข้าทำลายได้ง่าย

3.3 การเก็บรักษาไม้ไผ่

หลังจากการผึ่งแห้งดีแล้ว การเก็บรักษาไม้ไผ่ควรวางในที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี วางนอนบนชั้นหรือบนขาตั้งให้สูงจากพื้นประมาณ 30 ซม. ในที่แห้ง ถ้าพื้นมีความชื้น ความสูงไม่ควรน้อยกว่า 40 ซม. วางเรียงเป็นชั้นๆ ระหว่างชั้นควรมีไม้วางขวาง อย่าวางทับซ้อนกันไปมาๆ เพราะในฤดูฝนอากาศชื้น ไม้ไผ่ที่แห้งแล้วจะดูดความชื้น ถ้า

อากาศระบายถ่ายเทไม่ดีจะทำให้เกิดราที่ผิวไม้และราเสียสีในเนื้อไม้ได้

3.4 ความทนทานตามธรรมชาติของไม้ไผ่

ไม้ไผ่เป็นไม้ที่มีความทนทานตามธรรมชาติต่ำ มีอายุการใช้งานเพียงไม่กี่ปี เนื่องจากเนื้อไม้มีปริมาณแป้งมาก จึงเหมาะแก่การเข้าทำลายของแมลงและเชื้อรา การทำลายเกิดขึ้นได้ตั้งแต่ตัดใหม่ๆ ภายใน 24 ชม. ขณะผึ่งไม้ช่วงเก็บรักษาในระหว่างการทำผลิตภัณฑ์และขณะใช้งาน ปัญหาจากศัตรูทำลายไม้จึงเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ถ้ามีความรู้เกี่ยวกับไม้ไผ่ ศัตรูของไม้ไผ่ สาเหตุของการเข้าทำลาย วิธีการป้องกันและการใช้สารเคมีอย่างถูกต้อง จะช่วยแก้ปัญหาการผุของไม้ไผ่ได้ ไม้ไผ่ที่ถูกแมลงเจาะเข้าไปหลังจากการตัดใหม่ๆ ทำให้ไม้ผุได้ภายใน 3-6 เดือน แต่การผุที่เกิดจากเชื้อราทำลายไม้เป็นไปได้ช้ากว่า แม้ว่า จะเข้าทำลายในเวลาไล่เลี่ยกัน การทำลายที่รุนแรงขึ้นอยู่ กับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม และมีความชื้นเป็นส่วนสำคัญ ไม้ไผ่ที่ไม่ได้ผ่านกรรมวิธีป้องกันรักษาเนื้อไม้ มีอายุการใช้งานเมื่อใช้กลางแจ้งสัมผัสผืนดิน 1-3 ปี ใช้ในร่มสัมผัสผืนดิน 4-7 ปี ในสภาพแวดล้อมที่แห้งในร่มใช้ได้มากกว่า 15 ปี

3.5 กรรมวิธีการป้องกันรักษาไม้ไผ่

ไม้ไผ่ที่นำมาใช้ในการก่อสร้างทั่วๆ ไปนั้น ตัดมาใช้ได้เมื่อไม้ไผ่อายุ 3-5 ปี แต่ถ้าไม่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขกำจัดแมลงและเชื้อราแล้ว ไม้ไผ่ที่อยู่ติดดินอาจมีอายุใช้งานประมาณ 1-2 ปี เท่านั้น การป้องกันรักษาไม้ไผ่ทำได้หลายวิธี แล้วแต่ความเหมาะสมของไม้ใช้งาน วิธีการส่วนใหญ่เป็นการลดปริมาณแป้งในไม้ และแก้ไขสภาวะแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการเข้าทำลายของแมลงและเชื้อราทำลายไม้ การใช้สารเคมีให้เกาะติดหรือดูดซึมเข้าไปในเนื้อไม้เป็นการป้องกันระยะยาว เพื่อช่วยรักษาไม้ไผ่ให้มีความทนทานต่อแมลงและเชื้อราทำลายไม้ จึงช่วยยืดอายุการใช้งานให้นานขึ้น การป้องกันและดูแลไม้ไผ่ทำได้โดยการไม่ใช้สารเคมีและใช้สารเคมี การรักษาให้ไม้ไผ่มีอายุยืนนานนั้นอาจทำได้ต่างๆ กันดังนี้

3.5.1 การป้องกันรักษาไม้ไผ่โดยไม่ใช้สารเคมี

1) การแช่น้ำ เป็นวิธีที่ทำได้ง่ายและเสียค่าใช้จ่ายน้อย การแช่น้ำก็เพื่อทำลายสารในเนื้อไม้ที่มี

อาหารของแมลงต่างๆ เช่น พวกน้ำตาล แบ้งให้หมดไป การแช่ต้องแช่ให้มิดลำไม้ไผ่ ถ้าเป็นน้ำไหลซึ่งมีระยะเวลาแช่น้ำสำหรับไม้สดประมาณ 3 วัน ถึง 3 เดือน แต่ถ้าเป็นไม้ไผ่แห้งต้องเพิ่มอีกประมาณ 15 วัน ทำให้ปริมาณแบ้งลดลงและมอดไม่เข้าทำลาย ไผ่แต่ละชนิดมีปริมาณแบ้งไม่เท่ากัน ไผ่ที่มีปริมาณแบ้งมากจะต้องแช่นานขึ้น แช่ในน้ำไหลหรือน้ำนิ่งก็ได้

2) การต้มในน้ำ ถ้าเป็นเส้นตออบบางใช้เวลาประมาณ 1 ชม. แต่ถ้าเป็นลำหรือกระบอกควรใช้เวลาต้มนานประมาณ 4-6 ชม. แต่ถ้าใส่โซดาไฟ (โซเดียมไฮดรอกไซด์) 0.5-1 % ลงไปด้วยจะลดเวลาการต้มลงเป็น 30 นาที

3) การย่างด้วยไฟ เป็นวิธีการง่ายๆ ที่ทำกันมานานแต่โบราณ จะทำให้เนื้อไม้มีลักษณะแกร่ง ไผ่สดนำมาย่างไฟอุณหภูมิ 120-130 °C ประมาณ 20 นาที วิธีนี้มักใช้กับไม้ไผ่ลำเล็กต้นหรือไม้ไผ่เนื้อหนา การย่างด้วยไฟโดยตรงจะทำให้ลำไม้มีสีดำเป็นรอยไหม้ได้ การย่างต้องหมุนลำไม้ให้ทั่วระวางอย่าให้ไหม้ อาจมีความชื้นอยู่ในลำไผ่ จึงต้องนำไปผึ่งแดดให้แห้งโดยมัดส่วนปลายเข้าด้วยกัน ส่วนล่างกระจายออก

4) การอบหรือรมควัน ใช้กับไม้ไผ่ที่นำไปใช้ก่อสร้างโดยไม่ต้องใช้น้ำยาป้องกันรักษาไม้ไผ่ โดยสร้างห้องอบทรงสูง หรือตามความยาวของไม้ไผ่ เพื่อวางเรียงไม้ไผ่ในแนวตั้ง มีปล่องข้างบนที่มุดทั้งสี่ อบหรือรมด้วยควันไฟโดยใช้ความร้อนต่ำ ลำไผ่ที่ใส่เข้าไปอบควรผึ่งให้เหลือความชื้นในลำต่ำกว่า 50 % ก่อน อบจนความชื้นของไม้ไผ่เหลือประมาณ 12-15 % ใช้เวลาอบ 12-20 วัน ไม้ไผ่ที่อบควรเจาะรูเหนือข้อและใต้ข้อทุกปล่องเพื่อลดแรงดันผิว ลดการแตกของไม้ เมื่ออบแล้วไม้ไผ่จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลป้องกันมอดและเชื้อราได้

3.5.2 การป้องกันรักษาไม้ไผ่โดยใช้สารเคมี

การป้องกันรักษาไม้ไผ่โดยใช้สารเคมีเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก แต่การใช้สารเคมีจะให้ผลในการป้องกันรักษาไม้ไผ่ได้ดีกว่าการไม่ใช้สารเคมี และสามารถป้องกันได้ในระยะยาวทำให้ไม้ไผ่มีความทนทานเพิ่มขึ้น จึงช่วยยืดอายุการใช้งานให้นานขึ้น แต่ทั้งนี้การใช้สารเคมีให้เกิด

ประโยชน์อย่างคุ้มค่าต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการใช้งานไม้ เพื่อเลือกใช้สารเคมีและวิธีการป้องกันรักษาเนื้อไม้ให้ถูกต้อง ก่อนใช้ควรศึกษาข้อมูลความเป็นพิษของสารชนิดเพิ่มขึ้น ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและข้อควรปฏิบัติเมื่อได้รับพิษ

วิธีการใช้สารเคมีป้องกันแมลงและเชื้อราทำลาย

1) การฉีดพ่น ใช้ในกรณีที่ตัดไม้ไผ่มามาก เป็นการป้องกันชั่วคราวระยะแรกไม่ให้แมลงและเชื้อราเข้าทำลาย โดยการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดแมลงหรือผสมสารกันราด้วย ฉีดพ่นภายในเวลา 24 ชม. หลังตัด ฉีดพ่นให้ทั่วทั้งท่อน วางในแนวนอนซ้อนกัน มีไม้คั่นเพื่อให้อากาศถ่ายเทและอย่าวางบนดินโดยตรง

2) การทา ถ้าไม่มีปริมาณไม่มากหรือท่อนสั้น ใช้แปรงทาให้ทั่ว การทาดำด้วยน้ำมันสนแต่งสีไม้ผสมน้ำมันก๊าดป้องกันมอดไม้ไผ่ได้ การทาไม้ให้ทาน้ำยาป้องกันแมลงตามรอยเจาะ รอยตัดของไม้ไผ่ในขณะประกอบงานได้ และยังใช้ทาเสาไม้ที่อาบน้ำยาบริเวณระดับคอดินหรือสัมผัสผิวดินเพื่อป้องกันความชื้นที่จะดูดซึมผิวไม้ได้ โดยใช้ น้ำมันที่มีความชื้นหรือด้วยยากันความชื้น น้ำมันที่ข้นมากๆ ถ้าทำให้ร้อนจะซึมเข้าไปในไม้ได้ดี ถ้าต้องการให้น้ำยาซึมเข้าไปในไม้ได้มากๆ ต้องทาซ้ำหลายๆ ครั้ง สำหรับไม้ไผ่ถ้าชุบผิวไม้ออกจะซึมได้ดี

3) การจุ่ม ได้ผลกว่าการฉีดพ่นและการทา จุ่มไม้ไผ่สดเป็นท่อนหรือจุ่มไม้ไผ่ผ่าซีกที่มิดหลวมๆ ขณะจุ่มควรเขย่าให้น้ำยาทั่วถึงเป็นการจุ่มในสารป้องกันกำจัดแมลง หรือสารป้องกันเชื้อรา ใช้เวลาจุ่มประมาณ 5-10 นาที

4) การแช่ ทำได้ 2 แบบ คือ

- การแช่ในแนวตั้ง (Steeping) ใช้กับไม้ไผ่สดที่ตัดใหม่ วิธีนี้เสียค่าใช้จ่ายน้อยและทำได้ครั้งละหลายๆ ลำ เหมาะกับไม้ไผ่ลำเล็กและเนื้อหนา เช่น ไผ่รวก แช่ในแนวตั้งให้โคนลำแช่อยู่ในน้ำอย่างน้อย 30 ชม.

- การแช่ในแนวนอนในถังเปิด (Soaking) ใช้ได้ดีกับไม้ไผ่แห้ง ความชื้นของไม้ประมาณ 20% ไม้แห้งจะดูดซึมน้ำยาได้ดีกว่าไม้สดและใช้เวลาน้อยกว่า

5) การอัดน้ำยาด้วยวิธีการแทนที่น้ำเลี้ยง (Sap-replacement treatment) เป็นวิธีการที่ใช้แรงดันประมาณ 1-1.5 bar (1 bar = แรงอัด 15 ปอนด์/ตร.นิ้ว หรือ 10 กก./ตร.ซม.) อัดน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ให้เข้าไปแทนที่น้ำเลี้ยงในลำไม้ น้ำเลี้ยงภายในเนื้อไม้จะไหลออกมาทางปลายท่อนไม้ อีกด้านหนึ่ง กรรมวิธีนี้ใช้กับไม้ที่ไม่มีความชื้นสูงและตัดมาใหม่ๆ

6) การอบผลิตภัณฑ์ไม้ไฟด้วยกำมะถัน สำหรับผลิตภัณฑ์ไม้ไฟจักสาน ไม้จักตอก เมื่อมีความชื้นจะทำให้เกิดเชื้อราได้ง่าย ดังนั้นการทำให้แห้งและป้องกันเชื้อราหรือกำจัดเชื้อราที่ขึ้นอยู่บนผิว ควรอบด้วยควันกำมะถันใช้เวลา 6 ชม. ส่วนไม้ทำไม้จัมพัน ไม้เสียบลูกชิ้น ไม้ตะเกียบ ใช้เวลา 12 ชม. อาจคลุมอบด้วยผ้าใบทำเป็นกระโจมหรือห้องอบสังกะสี หลังจากอบแล้วควรนำออกผึ่งแดดหรือวางในที่ที่มีอากาศถ่ายเทให้กลับหาย จึงเก็บใส่ถุงพลาสติกมัดให้แน่นจะป้องกันเชื้อราและแมลงได้

7) การรมด้วยสารเคมี (Fumigation) เป็นมาตรการในการกำจัดและป้องกันแมลงทำลายไม้ที่อาจติดไปกับผลิตภัณฑ์ไม้ไฟต่างๆ ที่ส่งไปขายยังต่างประเทศ สามารถกำจัดแมลงตัวแก่ หนอนและไข่ได้ การรมด้วยสารกำจัดแมลงมักใช้ methyl bromide หรือสารรมควันชนิดอื่น การรมไม่มีพิษตกค้าง มีผลในการกำจัดแมลงเท่านั้น ป้องกันการเข้าทำลายของแมลงไม้ได้

3.6 การใช้ไม้ไฟในงานก่อสร้าง

การใช้ไม้ไฟเสริมคอนกรีต ในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 เหล็กเสริมคอนกรีตขาดแคลนจึงได้มีผู้นำไม้ไฟมาผ่าเป็นซี่เล็กๆ แล้วใช้เสริมคอนกรีตแทนเหล็ก แม้ในปัจจุบันก็ยังมีผู้ใช้วิธีนี้อยู่ ไม้ไฟนั้นมีค่าพิกัดแห่งความยืดหยุ่นต่ำ และเป็นวัสดุที่ยึดตัวมากกว่าเหล็กถึงประมาณ 14 เท่า เมื่อรับแรงเท่ากัน ไม้ไฟด้านแรงดึงได้ 13,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรที่ข้อและด้านแรงดึงได้ 17,000 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรที่ปล้อง เพราะเหตุที่ไม้ไฟดูตัวมาก เมื่อนำมาเสริมคอนกรีตแทนเหล็กเสริม ทำให้การยึดเกาะกับคอนกรีตต่ำ ถ้านำไม้ไฟมาเสริมคอนกรีตขณะที่เทคอนกรีตซึ่งมีน้ำผสมอยู่ ไม้ไฟจะพองตัว และต่อมาไม้ไฟหดตัวลงเนื่องจากน้ำระเหยไป จะทำให้ไม้ไฟที่

เสริมแยกตัวกับคอนกรีตที่หุ้มอยู่ ไม้ไฟจึงไม่เหมาะสมสำหรับมาเสริมคอนกรีตโครงสร้าง แต่อาจใช้ได้สำหรับเสริมพื้นคอนกรีตที่ติดกับดินและไม่ได้รับน้ำหนักมากนัก

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำไม้ไฟมาใช้ในงานโครงสร้างมีเป็นจำนวนมาก ทั้งการศึกษาคุณสมบัติของไม้ไฟ และการศึกษาคุณสมบัติของคอนกรีตเสริมไม้ไฟในส่วนต่างๆ ของโครงสร้าง อาทิเช่น

Amanda and Untao (2001) ศึกษาคุณสมบัติเชิงกลของไม้ไฟจะเปลี่ยนแปลงตามความยาวและอายุของไม้ไฟ พบว่ากำลังของไม้ไฟจะเพิ่มขึ้นตามอายุ โดยจะมีกำลังสูงสุดเมื่อไม้ไฟมีอายุ 2.5-4 ปี และหลังจากนั้นกำลังจะลดลง ปล้องของไม้ไฟจะช่วยป้องกันการโก่งเดาะของลำต้น แต่จะเป็นจุดที่เกิดการเสียหายเมื่อไม้ไฟรับแรงในแนวแกน ปัญหาสำคัญของการนำไม้ไฟมาใช้คือ ไม้ไฟมักจะเป็นที่อยู่อาศัยของราและแมลงซึ่งทำให้ไม้ไฟเสียหายได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการป้องกันไม้ไฟจากสิ่งเหล่านี้ หากจะนำไม้ไฟไปใช้งาน

จิตติกุล (2540) ศึกษาสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของไม้ไฟต่ง จากผลการวิจัยพบว่าไม้ไฟต่งเขียวมีค่าเฉลี่ยความชื้นที่สภาพสดตามธรรมชาติเท่ากับ 46% และค่าเฉลี่ยการหดตัวที่สภาพแห้งทางด้านสัมผัส รัศมีและความยาว เท่ากับ 2.53% 1.35% และ 0.21% ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยโมดูลัสแตกหักเท่ากับ 135 เมกะพาสคัล โมดูลัสการยืดหยุ่นเท่ากับ 13,115 เมกะพาสคัล และค่าความเหนียว 676 เมกะพาสคัล ค่าเฉลี่ยความเค้นดึง ความเค้นอัด และความเค้นเฉือนขนานเส้นยาวเท่ากับ 314 72 และ 14 เมกะพาสคัล ตามลำดับ

Ghavami (2004) ศึกษาสมบัติเชิงกลของไม้ไฟ 6 ชนิด พร้อมทั้งศึกษาการเคลือบผิวของไม้ไฟเพื่อป้องกันความชื้น เนื่องจากไม้ไฟมีข้อเสีย คือ สามารถดูดซึมน้ำได้จากการศึกษาพบว่า อัตราส่วนระหว่างกำลังต่อน้ำหนักของไม้ไฟมีค่ามากกว่าเหล็กถึง 6 เท่า ปริมาณไม้ไฟที่เสริมในคานคอนกรีตและทำให้คานรับน้ำหนักสูงสุดคือ 3% ของหน้าตัดคาน และควรมีการใช้น้ำยาป้องกันการดูดน้ำเคลือบผิวไม้ไฟ

สุวรรณา (2546) ศึกษาความทนทานในภาคสนามของไม้ไผ่ที่ผ่านการป้องกันรักษาเนื้อไม้แบบใช้สารเคมีและไม่ใช้สารเคมี เพื่อใช้เป็นไม้ค้ำยันในสวนผลไม้ พบว่าไม้ไผ่ที่ผ่านการป้องกันรักษาเนื้อไม้แบบใช้สารเคมีโดยการแช่น้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ 3 ชนิด ได้แก่ 3% CCA 1% (Antiborer + Antiblue) และ 1% (Devatern + IF 1000) ให้ผลความทนทานในการใช้งานยาวนานกว่าไม้ไผ่ที่ผ่านการป้องกันรักษาเนื้อไม้แบบไม่ใช้สารเคมี โดยการแช่น้ำนํ้าและการแช่น้ำไหล

สำหรับงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะศึกษาการพัฒนากระบวนการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่ โดยวิธีการใช้สารเคมีและไม่ใช้สารเคมี เพื่อหาแนวทางในการยืดอายุการใช้งานของไม้ไผ่ได้อย่างมีประสิทธิภาพสำหรับใช้ในงานโครงสร้าง เพื่อการยืดอายุการใช้งานของไม้ไผ่ให้ยาวนานขึ้น

4.วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้มีขั้นตอนการดำเนินงาน 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกเป็นศึกษาการพัฒนากระบวนการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่ที่ใช้สารเคมีและไม่ใช้สารเคมี และขั้นตอนที่สองเป็นการทดสอบสมบัติของไม้ไผ่ ได้แก่ กำลังดึง กำลังอัด และศึกษาสมบัติทางกายภาพของไม้ไผ่ที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทน โดยไม้ไผ่ที่ทำการศึกษา 3 ชนิด ได้แก่ ไม้ไผ่ซาง ไม้ไผ่รวก และไม้ไผ่สีสุก ซึ่งในกระบวนการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่โดยใช้สารเคมี ได้ทำการศึกษาการแช่ไม้ไผ่ในน้ำยาเคมี 2 ชนิด ได้แก่ น้ำยาเคมีผสมของ Boric acid กับ Borax ที่มีความเข้มข้น 3, 5 และ 8% โดยน้ำหนัก และน้ำยาเคมี Copper Chrome Boron (CCB) ที่มีความเข้มข้น 3, 5 และ 8% โดยน้ำหนัก สำหรับกระบวนการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่โดยไม่ใช้สารเคมี มี 2 วิธี ได้แก่ การแช่น้ำและการย่างไฟ

ผลการทดสอบสมบัติต่างๆ ของไม้ไผ่ทั้ง 3 ชนิด ที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนโดยวิธีการใช้สารเคมีและไม่ใช้สารเคมี จะถูกนำมาวิเคราะห์ผลเพื่อเปรียบเทียบกับไม้ไผ่ชุดควบคุมที่ไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทน

4.1 วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย

4.1.1 วัสดุที่ใช้ในงานวิจัย

1) ไม้ไผ่ที่นำมาทดสอบ 3 ชนิด ได้แก่ ไม้ไผ่ซาง ไม้ไผ่รวก และไม้ไผ่สีสุก ซึ่งมาจากแหล่งเดียวกันคือ อ.เมือง จ.ตาก

2) สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมน้ำยาเคมี ได้แก่

- กรดบอริก (Boric acid, H_3BO_3) AR grade ความบริสุทธิ์ 99.5 %

- บอแรกซ์ (Borax) หรือ โซเดียมเตตราโบเรต (Sodium tetraborate, $Na_2B_4O_7$) AR grade ความบริสุทธิ์ 99.5%

- โซเดียมไดโครเมต (Sodium dichromate, $Na_2Cr_2O_7$) เกรดสำหรับห้องปฏิบัติการ ความบริสุทธิ์ 99.0%

- คอปเปอร์ซัลเฟต (Copper (II) sulphate anhydrous, $CuSO_4$) AR grade ความบริสุทธิ์ 99.0%

4.1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

อุปกรณ์และเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับงานวิจัยนี้ ได้แก่ เครื่องชั่งน้ำหนักสาร เตาไฟฟ้า กล่องพลาสติกสำหรับบรรจุน้ำยาเคมี เครื่องวัดความถี่จำเพาะ ส่วนเจาะ เครื่องวัดความชื้น อินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์ เครื่องทดสอบ Universal Testing Machine (UTM) และเครื่อง Scanning electron microscope (SEM)

4.2 วิธีเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาวิธีการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่โดยการใช้สารเคมีและไม่ใช้สารเคมีของไม้ไผ่ 3 ชนิด ได้แก่ ไม้ไผ่ซาง ไม้ไผ่รวก และไม้ไผ่สีสุก

โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 กระบวนการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่โดยไม่ใช้สารเคมี มี 2 วิธี ได้แก่ การแช่น้ำและการย่างไฟ

4.2.1.1 การแช่น้ำ มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. ใส่ไม้ไผ่ลงในกล่องพลาสติก ปริมาตร 20 ลิตร

2. นำไม้ไผ่ที่ผ่าซีกหรือตัดเป็นปล้องแล้ว จุ่มแช่ลงในน้ำที่บรรจุในกล่องพลาสติก และจัดเรียงไม้ไผ่แต่ละ

ขึ้นให้จมอยู่ใต้ระดับผิวน้ำ ดังรูปที่ 1 โดยแยกตามชนิดของไม้ไผ่

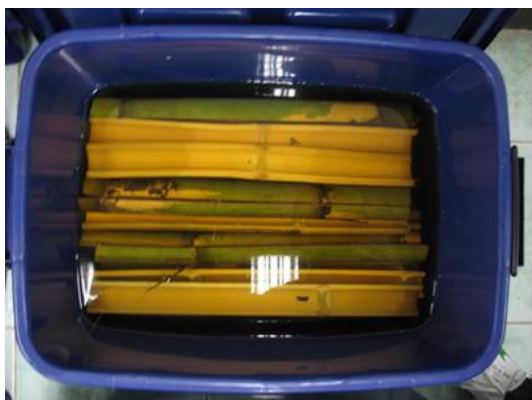
3. ปิดฝากล่องพลาสติกให้สนิท พร้อมทั้งบันทึกวัน และเวลาที่เริ่มทำการทดลอง

4. เปลี่ยนน้ำในกล่องพลาสติกทุกๆ 5 วัน เพื่อป้องกันการหม็นเน่าของไม้ไผ่ที่เกิดจากการหมักของเชื้อจุลินทรีย์

5. ยกไม้ไผ่ขึ้นจากน้ำเมื่อแช่ไม้ไผ่จนครบ 30 วัน

6. ผึ่งไม้ไผ่จนแห้งในกระแสดอากาศแห้ง จนมีความชื้นไม่เกิน 20 % ซึ่งตรวจสอบโดยเครื่องวัดความชื้น

7. นำไม้ไผ่ที่ผึ่งจนแห้ง ไปเตรียมเป็นชิ้นงานเพื่อทดสอบกำลังดึง และกำลังอัด



รูปที่ 1 ไม้ไผ่ที่ทำการเพิ่มความคงทนโดยการแช่น้ำ



รูปที่ 2 การตรวจวัดอุณหภูมิของไม้ไผ่ขณะย่างไฟ

4.2.1.2 การย่างไฟ มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. ตัดไม้ไผ่ให้เป็นลำยาวประมาณ 1-2 เมตร ตรวจวัดค่าความชื้นไม้ไผ่แต่ละชิ้นก่อนการย่างไฟด้วยเครื่องวัดความชื้น

2. นำไม้ไผ่แต่ละชนิดมาเรียงบนที่ย่างไฟที่ให้ความร้อนด้วยถ่านไม้ และควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 100-120 °C โดยใช้ปืนวัดอุณหภูมิตรวจวัดค่าความร้อนในการย่างไฟ ดังรูปที่ 2

3. พลิกลำไม้ไผ่กลับไปกลับมาอย่างสม่ำเสมอ ให้ความร้อนกระจายอย่างทั่วถึงตลอดทั้งลำปล้องไม้ไผ่ โดยระวังไม่ให้ไม้ไหม้ไหม้ สกปรกจากสีผิวไม้ไผ่เริ่มเป็นสีน้ำตาลเข้ม

4. ค่อยๆ ย่างไม้ไผ่จนกระทั่งไม้ไผ่แห้งสนิท ซึ่งไม้ไผ่แต่ละชนิดจะใช้เวลาในการย่างไฟไม่เท่ากัน

5. ตรวจวัดระดับความชื้นของไม้ไผ่ด้วยเครื่องวัดความชื้น โดยให้มีความชื้นไม่เกิน 20 %

6. นำไม้ไผ่ที่ผ่านการย่างไฟจนแห้ง ไปเตรียมเป็นชิ้นงานเพื่อทดสอบกำลังดึง และกำลังอัด

4.2.2 วิธีการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่โดยใช้สารเคมี

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่โดยใช้สารเคมี ได้แก่ การแช่ไม้ไผ่ในน้ำยาเคมีที่เตรียมขึ้น 2 ชนิด คือ น้ำยา Boric Borax และน้ำยา Copper Chrome Boron หรือ CCB ที่มีความเข้มข้น 3, 5 และ 8%

4.2.2.1 การแช่น้ำยา Boric Borax มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

ก. วิธีการเตรียมน้ำยา Boric Borax

1. ชั่งน้ำหนักสาร Boric acid และ Borax ในปริมาณที่ต้องการเตรียมที่ความเข้มข้น 3, 5 และ 8% โดยน้ำหนัก

2. เติมน้ำลงในกล่องพลาสติกที่บรรจุสารเคมีที่ชั่งน้ำหนักแล้ว ประมาณ 5 ลิตร คนให้สารละลายในน้ำสำหรับ Boric acid ซึ่งเป็นผลึกของแข็งที่ละลายในน้ำได้ยากกว่า Borax อาจต้องใช้ความร้อนช่วยให้การละลายดีขึ้น โดยการต้มที่อุณหภูมิประมาณ 50 °C ก่อนนำไปผสมกับ Borax

3. คนสารละลาย Boric acid และ Borax ให้เข้ากัน แล้วปรับปริมาตรของน้ำยาเคมี โดยการเติมน้ำให้ครบ 20 ลิตร เพื่อให้ได้ความเข้มข้นของน้ำยาเคมีตามที่ต้องการ

ข. วิธีการแช่ไม้ไผ่ในน้ำยา Boric Borax

1. นำปล้องไม้ไผ่หรือซีกไม้ไผ่ที่ผ่าแล้ว จุ่มแช่ลงในน้ำยา Boric Borax ที่บรรจุในกล่องพลาสติก โดยจัดเรียงไม้ไผ่แต่ละชิ้นให้จมอยู่ใต้ระดับน้ำยาเคมี โดยแยกตามชนิดของไม้ไผ่ ดังรูปที่ 3

2. ปิดฝากล่องพลาสติกให้สนิท และบันทึกวันเวลาที่เริ่มทำการทดลอง

3. ตรวจสอบค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำยาเคมีอย่างสม่ำเสมอ สัปดาห์ละ 2 ครั้ง โดยรักษาระดับค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำยาเคมีให้เท่ากับตอนเริ่มต้น หากตรวจพบว่ามีความต่ำกว่าเดิมจึงค่อยๆ เติมน้ำยาเคมีลงไปเพื่อปรับให้ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำยาเคมีคงเดิม

4. ยกไม้ไผ่ขึ้นจากน้ำยา Boric Borax เมื่อแช่ไม้ไผ่จนครบ 14 วัน

5. นำไม้ไผ่ไปผึ่งให้แห้งในกระแสดอากาศแห้ง จนมีความชื้นไม่เกิน 20 % ซึ่งตรวจสอบโดยเครื่องวัดความชื้น ก่อนนำไปเตรียมชิ้นงานเพื่อทดสอบกำลังดึงและกำลังอัด

4.2.2 การแช่น้ำยา Copper Chrome Boron

ก. วิธีการเตรียมน้ำยา CCB

สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมน้ำยา CCB มี 3 ชนิด ได้แก่ Boric acid Copper sulphate และ Sodium dichromate โดยมีขั้นตอนในการเตรียม ดังนี้

1. ชั่งน้ำหนักสาร Boric acid Copper sulphate และ Sodium dichromate ในอัตราส่วน 1.5 : 3 : 4 โดยให้ความเข้มข้นในหน่วยร้อยละโดยน้ำหนัก

2. เติมน้ำลงในกล่องพลาสติกที่บรรจุสารเคมีทั้ง 3 ชนิดที่ชั่งน้ำหนักแล้ว ประมาณ 5 ลิตร คนให้สารเคมีแต่ละชนิดละลายในน้ำ สำหรับ Boric acid ซึ่งละลายในน้ำได้ยากกว่า Copper sulphate และ Sodium dichromate อาจต้องใช้ความร้อนช่วยให้การละลายดี

ขึ้น โดยการต้มที่อุณหภูมิประมาณ 50 °C ก่อนนำไปผสมกับสารละลายอีก 2 ชนิด

3. นำสารละลายทั้ง 3 ชนิดมาผสมให้เข้ากัน แล้วปรับปริมาตรน้ำยาเคมีให้มีปริมาตร 20 ลิตร เพื่อให้ได้ความเข้มข้นของน้ำยา CCB ตามที่ต้องการ

ข. วิธีการแช่ไม้ไผ่ในน้ำยา CCB

นำไม้ไผ่มาแช่ในน้ำยา CCB โดยทำวิธีเดียวกับการแช่ในน้ำยา Boric Borax ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 3 ไม้ไผ่ที่ทำการเพิ่มความคงทนโดยการแช่น้ำยา Boric Borax



รูปที่ 4 ไม้ไผ่ที่ทำการเพิ่มความคงทนโดยการแช่น้ำยา CCB

4.3 การทดสอบกำลังดึงของไม้ไผ่

การเตรียมชิ้นงานและการทดสอบกำลังดึงของไม้ไผ่ มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. นำไม้ไผ่มาผ่าซีก ให้ได้ขนาดตามต้องการ คือ กว้างประมาณ 2-3 cm
2. ผ่าเปลือกไม้ไผ่ออกทั้งสองข้าง โดยให้ความหนา 2-4 mm
3. วัดระยะจากจุดกึ่งกลางไม้ 5 cm ที่ไม่ใช่บริเวณที่เป็นข้อปล้อง เพื่อทดสอบเป็นพื้นที่ทดสอบกำลังดึง
4. วัดขนาดพื้นที่ โดยวัดความกว้างและความหนา อย่างละ 3 ค่า เพื่อหาค่าเฉลี่ย โดยไม้ไผ่แต่ละชนิด ใช้ชิ้นทดสอบอย่างน้อยชนิดละ 15 ชิ้น
5. นำไม้ไผ่ไปทดสอบกำลังดึง โดยเครื่อง UTM ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ลักษณะของไม้ไผ่ขณะทดสอบกำลังดึง



รูปที่ 6 ลักษณะของไม้ไผ่ขณะทดสอบกำลังอัด

4.4 การทดสอบกำลังอัดของไม้ไผ่

การเตรียมชิ้นงานและการทดสอบกำลังอัดของไม้ไผ่ มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. ตัดปล้องไม้ไผ่ให้มีความยาวปล้องละ 15 cm
2. วัดระยะเส้นผ่าศูนย์กลางภายในและภายนอกของปล้องไม้ไผ่ด้วยเวอร์เนีย อย่างละ 3 ค่า เพื่อหาค่าเฉลี่ย และคำนวณขนาดพื้นที่สำหรับรับกำลังอัด โดยไม้ไผ่แต่ละชนิดจะใช้ชิ้นทดสอบอย่างน้อย ชนิดละ 3 ชิ้น
3. นำไม้ไผ่ไปทดสอบกำลังอัดโดยเครื่อง UTM ดังรูปที่ 6

4.5 การศึกษาสมบัติทางกายภาพของไม้ไผ่

4.5.1 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของไม้ไผ่ที่เกิดจากเชื้อราและแมลงทำลายไม้

ไม้ไผ่ทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ไม้ไผ่ขาง ไม้ไผ่รวก และ ไม้ไผ่สีสุก ที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนภายหลังจากการผึ่งให้แห้งในกระแสอากาศแห้ง ไม้ไผ่บางส่วนได้ถูกนำมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสีผิวอันเนื่องมาจากการเกิดเชื้อรา และการตรวจสอบรอยเจาะบนเนื้อไม้ที่เกิดจากแมลงทำลายไม้ โดยสังเกตการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวภายหลังจากที่เก็บไม้ไผ่ไว้ในสภาวะปกติ เป็นเวลา 3 เดือน แล้วจึงเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงของไม้ไผ่ทุกชนิดที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทน

4.5.2 การศึกษาสัณฐานวิทยาของไม้ไผ่โดยเครื่อง Scanning electron microscope (SEM) และการวิเคราะห์ปริมาณธาตุด้วยเครื่อง Energy-dispersive X-ray microanalyser (EDX)

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาสัณฐานวิทยาของไม้ไผ่โดยใช้เครื่อง SEM ซึ่งเป็นกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด และทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุบนโครงสร้างของไม้ไผ่ด้วยเครื่อง EDX โดยทำการทดสอบในภาชนะสุญญากาศต่ำโดยที่ผิวชิ้นงานไม่แตกหรือยุบตัว ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้



รูปที่ 7 ลักษณะชิ้นงานไม้ไผ่
เพื่อศึกษาสัณฐานวิทยาโดยเครื่อง SEM

1. ฝ่าไม้ไผ่ให้เป็นแท่งเล็กๆ กว้างประมาณ 3 มม. หนา 2 มม. และยาว 2 ซม.
2. นำแท่งไม้ไผ่ไปแช่ในไนโตรเจนเหลวประมาณ 40 วินาที แล้วนำมาหักเป็นชิ้นเล็กๆ โดยมีความยาวประมาณ 3 มม.
3. นำชิ้นงานไม้ไผ่ที่หักแล้ว ซึ่งมีขนาด ความกว้าง x ความยาว x ความหนา เท่ากับ 3 มม. x 3 มม. x 2 มม. มาวางเรียงไว้บน stub ดังรูปที่ 7 โดยบันทึกตำแหน่งของชิ้นงานไม้ไผ่แต่ละชนิด แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 56 °C เป็นเวลา 20 ชม. เพื่อไล่ความชื้น
4. นำ stub ที่มีชิ้นงานไม้ไผ่ในข้อ 3 ไปเคลือบผิวด้วยทองคำ เป็นเวลา 60 วินาที ด้วยเครื่อง Gold

sputter coater แล้วจึงนำไปถ่ายภาพแสดงสัณฐานวิทยาของไม้ไผ่และวิเคราะห์ปริมาณธาตุ ด้วยเครื่อง SEM และเครื่อง EDX ตามลำดับ

5. วิเคราะห์ภาพสัณฐานวิทยาจากเครื่อง SEM และหาปริมาณธาตุจากสเปกตรัมรังสีเอกซ์ที่ได้จากเครื่อง EDX

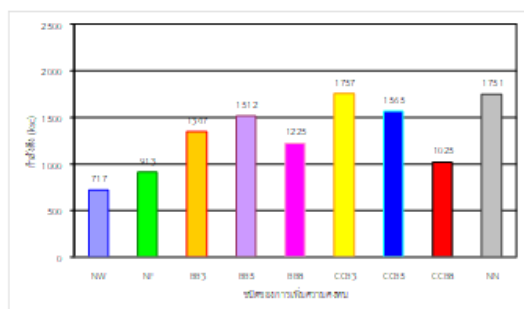
5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการทดสอบกำลังดึงของไม้ไผ่

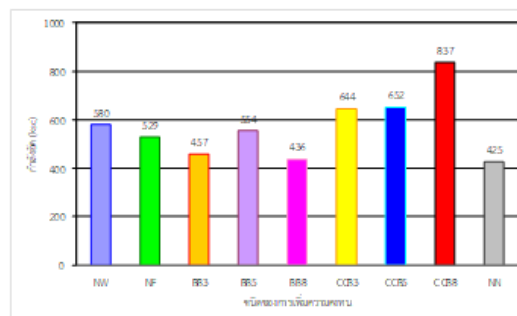
การทดสอบกำลังดึงของไม้ไผ่ที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนและที่ไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่ 3 ชนิด ได้แก่ ไม้ไผ่ซาง ไม้ไผ่รวก และไม้ไผ่สีสุก โดยใช้ตัวอย่างในการทดสอบกำลังดึงจำนวน 15 ตัวอย่างในแต่ละชุดการทดสอบเพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ย ผลการทดสอบแรงดึงดังตารางที่ 1 และรูปที่ 8 แสดงให้เห็นว่ากระบวนการเพิ่มความคงทนมีผลต่อกำลังดึงของไม้ไผ่ โดยกระบวนการแต่ละชนิดมีผลต่อกำลังดึงของไม้ไผ่แต่ละชนิดแตกต่างกัน โดยพบว่าไม้ไผ่รวกแช่น้ำยา Boric Borax 5% ไม้ไผ่ซางและไม้ไผ่สีสุกแช่น้ำยา CCB 3% มีกำลังดึงสูงกว่าไม้ไผ่ชนิดเดียวกันที่แช่น้ำและไม้ไผ่ที่ไม่ผ่านกระบวนการ คือ มีค่า 986, 1723 และ 1757 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบกำลังดึงของไม้ไผ่ที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทน

กระบวนการเพิ่มความคงทน	สัญลักษณ์	กำลังดึง (กก./ตร.ซม.)		
		ไม้ไผ่ซาง	ไม้ไผ่รวก	ไม้ไผ่สีสุก
แช่น้ำ	NW	1110	890	717
ย่างไฟ	NF	2072	640	913
แช่น้ำยา Boric Borax 3%	BB3	1695	725	1347
แช่น้ำยา Boric Borax 5%	BB5	1701	986	1512
แช่น้ำยา Boric Borax 8%	BB8	1059	525	1225
แช่น้ำยา CCB 3%	CCB3	1723	862	1757
แช่น้ำยา CCB 5%	CCB5	1309	642	1565
แช่น้ำยา CCB 8%	CCB8	946	774	1025
ไม้ไผ่ที่ไม่ผ่านกระบวนการ	NN	1582	881	1751



รูปที่ 8 กำลังตั้งของไม้ไผ่สีสุกที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทน



รูปที่ 9 กำลังอัดของไม้ไผ่สีสุกที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทน

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบกำลังอัดของไม้ไผ่ที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทน

กระบวนการเพิ่มความคงทน	สัญลักษณ์	กำลังอัด (กก./ตร.ซม.)		
		ไม้ไผ่ซาง	ไม้ไผ่รวก	ไม้ไผ่สีสุก
แช่น้ำ	NW	580	211	439
ย่างไฟ	NF	529	592	277
แช่น้ำยา Boric Borax 3%	BB3	457	249	244
แช่น้ำยา Boric Borax 5%	BB5	554	297	461
แช่น้ำยา Boric Borax 8%	BB8	436	429	410
แช่น้ำยา CCB 3%	CCB3	644	192	514
แช่น้ำยา CCB 5%	CCB5	652	172	525
แช่น้ำยา CCB 8%	CCB8	837	311	464
ไม้ไผ่ที่ไม่ผ่านกระบวนการ	NN	425	394	402

5.2 ผลการทดสอบกำลังอัดของไม้ไผ่

การทดสอบกำลังอัดของไม้ไผ่ที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนและไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่ 3 ชนิด ได้แก่ ไม้ไผ่ซาง ไม้ไผ่รวก และไม้ไผ่สีสุก โดยใช้ตัวอย่างในการทดสอบกำลังตั้งจำนวน 3 ตัวอย่างในแต่ละชุดการทดสอบเพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ย ผลการทดสอบแรงอัดดังตารางที่ 2 และรูปที่ 9 แสดงให้เห็นว่า กระบวนการเพิ่มความคงทนมีผลต่อกำลังอัดของไม้ไผ่ โดยกระบวนการแต่ละชนิดมีผลต่อกำลังอัดของไม้ไผ่แต่ละชนิดแตกต่างกัน โดยพบว่า ไม้ไผ่รวกแช่น้ำยา Boric Borax 8% ไม้ไผ่สีสุกแช่น้ำยา CCB 5%

และไม้ไผ่ซางแช่น้ำยา CCB 8% มีกำลังอัดสูงกว่าไม้ไผ่ชนิดเดียวกันที่แช่น้ำ และไม้ไผ่ที่ไม่ผ่านกระบวนการ คือ มีค่า 429, 525 และ 837 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ

5.3 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของไม้ไผ่

ในการศึกษาสมบัติทางกายภาพของไม้ไผ่ที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนและไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่ 3 ชนิด ได้แก่ ไม้ไผ่ซาง ไม้ไผ่รวก และไม้ไผ่สีสุก จากการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อไม้ที่มาจากเกิดการเกิดเชื้อราและลักษณะรอยเจาะเข้าทำลายเนื้อไม้ของแมลงภายหลังจากเก็บไม้ไผ่ไว้ในสภาวะปกติเป็นระยะเวลา 3 เดือน รวมถึงการศึกษาลักษณะวิทยา

ของไม้ไผ่ ที่แสดงลักษณะโครงสร้างภายในของไม้ไผ่โดยการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง SEM และการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุในโครงสร้างของไม้ไผ่ด้วยเครื่อง EDX ได้ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ผล ดังนี้

5.3.1 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อไม้ที่เกิดจากเชื้อราและการทำลายเนื้อไม้เนื่องจากแมลง

การศึกษากการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อไม้ไผ่ที่เกิดจากเชื้อราและการทำลายเนื้อไม้เนื่องจากแมลง พิจารณาได้จากปริมาณของพื้นที่ผิวไม้ไผ่ที่เกิดเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพดังกล่าวโดยคิดเป็นร้อยละของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเทียบกับพื้นที่ผิวทั้งหมดของไม้ไผ่ช่วงไม้ไผ่รวก และไม้ไผ่สีสุกที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนและไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทน ซึ่งผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 3 และรูปที่ 10

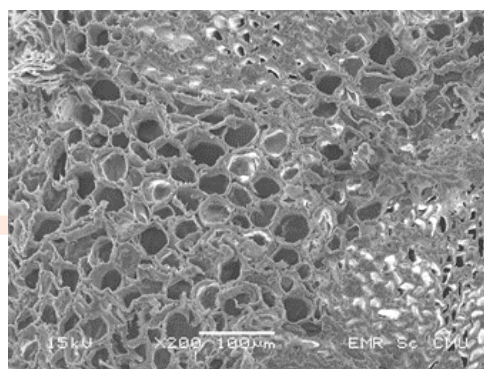
5.3.2 ผลการศึกษาสัณฐานวิทยาของไม้ไผ่ด้วยเครื่อง SEM และผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุต่างๆ บนโครงสร้างไม้ไผ่ด้วยเครื่อง EDX

สัณฐานวิทยาของไม้ไผ่ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง SEM ซึ่งแสดงถึงลักษณะโครงสร้างของไม้ไผ่ในแนวนานเส้นใย และภาคตัดขวางของไม้ไผ่ที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนโดยกระบวนการต่างๆ เทียบกับไม้ไผ่ชุดควบคุมที่ไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทน ดังรูปที่ 11 และรูปที่ 12แสดงตัวอย่างสัณฐานวิทยาของไม้ไผ่รวกที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนโดยการแช่น้ำยา Boric Borax และการแช่น้ำยา CCB ตามลำดับ

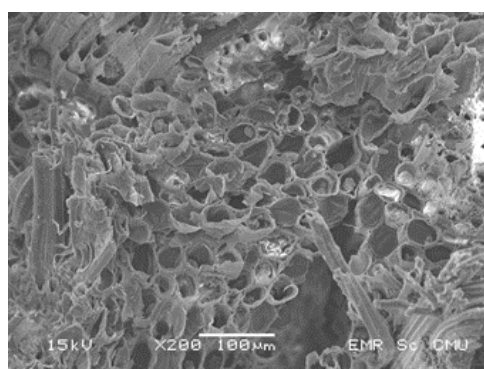
สำหรับผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุต่างๆ บนโครงสร้างไม้ไผ่ด้วยเครื่อง EDX แสดงดังตารางที่ 4



รูปที่ 10 ลักษณะรอยเจาะของแมลงบนเนื้อไม้สีสุกที่ไม่ผ่านกระบวนการ



รูปที่ 11 ลักษณะโครงสร้างภาคตัดขวางของไม้ไผ่รวกที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนจากการแช่น้ำยา Boric Borax 8% โดยเครื่อง SEM



รูปที่ 12 ลักษณะโครงสร้างภาคตัดขวางของไม้ไผ่รวกที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนจากการแช่น้ำยา CCB 8% โดยเครื่อง SEM

ตารางที่ 3 สมบัติทางกายภาพของไม้ไผ่ที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความทนคงในช่วงเวลา 3 เดือน

ชนิดของไม้ไผ่	กระบวนการเพิ่มความทนคง	ปริมาณการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของไม้ไผ่ (%)	
		การเกิดเชื้อรา	การทำลายของแมลง
ไม้ไผ่ช้าง	NW	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	NF	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	BB 3%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	BB5%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	BB8%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	CCB 3%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	CCB 5%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	CCB 8%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	NN	ไม่ตรวจพบ	1 %
ไม้ไผ่รวก	NW	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	NF	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	BB 3%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	BB5%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	BB8%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	CCB 3%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	CCB 5%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	CCB 8%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	NN	ไม่ตรวจพบ	1 %
ไม้ไผ่สีสุก	NW	ไม่ตรวจพบ	3 %
	NF	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	BB 3%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	BB5%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	BB8%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	CCB 3%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	CCB 5%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	CCB 8%	ไม่ตรวจพบ	ไม่ตรวจพบ
	NN	ไม่ตรวจพบ	15 %

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุต่างๆ บนโครงสร้างไม้ไผ่ด้วยเครื่อง EDX

ชนิดของไม้ไผ่	กระบวนการเพิ่มความคงทน	ปริมาณธาตุที่ตรวจพบ (weight %)					
		B	C	O	Na	Cr	Cu
ไม้ไผ่ ขาว	NW	0.0	55.0	44.9	0.0	0.0	0.0
	NF	0.0	54.3	45.6	0.0	0.0	0.0
	BB 8%	14.5	53.4	31.6	0.3	0.0	0.0
	CCB8%	6.4	53.2	37.6	0.1	0.6	2.1
	NN	0.0	54.8	45.1	0.0	0.0	0.0
ไม้ไผ่ รวก	NW	0.0	53.4	46.5	0.0	0.0	0.0
	NF	0.0	52.2	47.7	0.0	0.0	0.0
	BB 8%	14.1	54.5	31.1	0.1	0.00	0.0
	CCB 8%	4.3	53.1	37.5	0.3	1.2	3.4
	NN	0.0	52.1	47.8	0.0	0.0	0.0
ไม้ไผ่ สีสุก	NW	0.00	53.8	46.1	0.0	0.0	0.0
	NF	0.00	53.3	46.6	0.0	0.0	0.0
	BB8%	14.4	54.9	30.5	0.1	0.0	0.0
	CCB 8%	4.4	49.5	40.1	0.2	1.8	4.0
	NN	0.00	53.1	46.8	0.0	0.0	0.0

6. อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเกี่ยวกับการทดสอบสมบัติต่างๆ ของไม้ไผ่ทั้ง 3 ชนิด คือ ไม้ไผ่ขาว ไม้ไผ่รวก และไม้ไผ่สีสุก ที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนโดยใช้สารเคมี ได้แก่ การแช่น้ำยา Boric Borax และน้ำยา CCB ที่มีความเข้มข้น 3 % 5% และ 8 % กับวิธีไม่ใช้สารเคมี ได้แก่ การแช่น้ำและการย่างไฟ เปรียบเทียบกับไม้ไผ่ที่ไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทน ดังแสดงผลในตารางที่ 1-4 สามารถอภิปรายผลได้ตามหัวข้อต่างๆ ดังนี้

6.1 กำลังดึงของไม้ไผ่ที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทน

จากผลการทดสอบดังตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าไม้ไผ่แต่ละชนิดมีกำลังดึงที่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกำลังดึงของไม้ไผ่แต่ละชนิดที่ไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนกับไม้ไผ่ที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนที่ไม่ใช้สารเคมี ได้แก่การแช่น้ำและการย่างไฟ พบว่า ไม้ไผ่ขาวย่าง

ไฟมีกำลังดึงเพิ่มขึ้น (2,072 กก./ตร.ซม.) ขณะที่ไม้ไผ่ขาวแช่น้ำกลับมีกำลังดึงลดลง (1,110 กก./ตร.ซม.) เมื่อเทียบกับไม้ไผ่ขาวที่ไม่ผ่านกระบวนการใดๆ (1,582 กก./ตร.ซม.) ซึ่งผลดังกล่าวตรงกันข้ามกับไม้ไผ่รวกย่างไฟที่มีกำลังดึงลดลง (640 กก./ตร.ซม.) ขณะที่ไม้ไผ่รวกแช่น้ำกลับมีกำลังดึงเพิ่มขึ้น (890 กก./ตร.ซม.) เมื่อเทียบกับไม้ไผ่รวกที่ไม่ผ่านกระบวนการใดๆ (881 กก./ตร.ซม.) นอกจากนี้ไม้ไผ่สีสุกที่ผ่านการแช่น้ำและย่างไฟมีกำลังดึงลดลง (717 และ 913 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ) เมื่อเทียบกับไม้ไผ่รวกที่ไม่ผ่านกระบวนการใดๆ (1,751 กก./ตร.ซม.)

สำหรับไม้ไผ่ที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนโดยใช้สารเคมี พบว่ากำลังดึงของไม้ไผ่มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ไผ่และวิธีการเพิ่มความคงทนที่แตกต่างกัน โดยพบว่าไม้ไผ่ขาวที่แช่ด้วยน้ำยา Boric Borax ที่ความเข้มข้น 3 % 5 % และน้ำยา CCB 3 % มีกำลังดึงเพิ่มขึ้น (1,695 1,701 และ 1,723 กก./ตร.ซม.

ตามลำดับ) เมื่อเทียบกับไม้ไผ่ซางที่ไม่ผ่านกระบวนการใดๆ (1,582 กก./ตร.ชม.) ขณะที่ไม้ไผ่ซางที่แช่น้ำยา Boric Borax และน้ำยา CCB ที่ความเข้มข้นอื่นๆ มีกำลังดิ่งลดลง สำหรับไม้ไผ่รวกที่แช่น้ำยา Boric Borax ที่ความเข้มข้น 5 % เท่านั้นที่มีกำลังดิ่งเพิ่มขึ้น (986 กก./ตร.ชม.) เมื่อเทียบกับไม้ไผ่รวกที่ไม่ผ่านกระบวนการใดๆ (881 กก./ตร.ชม.) ส่วนที่ความเข้มข้นอื่นๆ มีกำลังดิ่งลดลง ขณะที่ไม้ไผ่สีสุกแช่น้ำยา CCB ที่ความเข้มข้น 3 % เท่านั้นที่มีกำลังดิ่งเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (1,757 กก./ตร.ชม.) เมื่อเทียบกับไม้ไผ่รวกที่ไม่ผ่านกระบวนการใดๆ (1,751 กก./ตร.ชม.) ส่วนที่ความเข้มข้นอื่นๆ มีกำลังดิ่งลดลง

6.2 กำลังอัดของไม้ไผ่ที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทน

จากผลการทดสอบดังตารางที่ 4.2 เมื่อพิจารณาสมบัติด้านกำลังอัดของไม้ไผ่แต่ละชนิดแล้ว จะเห็นว่าคล้ายกับการอธิบายผลของกำลังดิ่งของไม้ไผ่ โดยพบว่ากำลังอัดของไม้ไผ่มีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ไผ่และวิธีการเพิ่มความคงทนที่ต่างกันพบว่า ไม้ไผ่ซางที่ผ่านการแช่น้ำและย่างไฟ มีกำลังอัดเพิ่มขึ้น (580 และ 529 กก./ตร.ชม. ตามลำดับ) จากไม้ไผ่ที่ไม่ผ่านกระบวนการใดๆ (425 กก./ตร.ชม.) ทั้งนี้เนื่องจากการย่างไฟเป็นการไล่ความชื้นในไม้ไผ่ซางให้ลดลงอย่างรวดเร็ว ทำให้เส้นใยของไม้ไผ่ซางจัดเรียงตัวชิดกันมากขึ้น มีความเหนียวมากขึ้น ส่งผลให้กำลังอัดเพิ่มขึ้น ซึ่งไม้ไผ่รวกย่างไฟก็ให้ผลคล้ายกันคือมีกำลังอัดเพิ่มขึ้น (592 กก./ตร.ชม.) เมื่อเทียบกับไม้ไผ่รวกที่ไม่ผ่านกระบวนการใดๆ (394 กก./ตร.ชม.) ขณะที่ไม้ไผ่สีสุกย่างไฟให้ผลตรงกันข้ามคือมีกำลังอัดลดลง (277 กก./ตร.ชม.) เมื่อเทียบกับไม้ไผ่สีสุกที่ไม่ผ่านกระบวนการใดๆ (402 กก./ตร.ชม.) ซึ่งอาจเกิดเนื่องจากไม้ไผ่สีสุกเป็นไม้ไผ่ที่มีปล้องขนาดใหญ่ การให้ความร้อนอาจทำให้เส้นใยของไม้ไผ่สีสุกขยายตัวออกจากกันมากกว่าจัดเรียงชิดกันเหมือนไม้ไผ่ซางและไม้ไผ่รวก แต่ทั้งนี้การแช่น้ำกลับทำให้ไม้ไผ่สีสุกมีกำลังอัดเพิ่มขึ้น (439 กก./ตร.ชม.) ขณะที่ไม้ไผ่รวกแช่น้ำกลับมีกำลังอัดลดลง (211 กก./ตร.ชม.) ซึ่งผลดังกล่าวมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับโครงสร้างภายในของไม้ไผ่แต่ละชนิด

เมื่อพิจารณากำลังอัดของไม้ไผ่ทั้ง 3 ชนิดที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนโดยใช้สารเคมี พบว่ากำลังอัดของไม้ไผ่มีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ไผ่และวิธีการเพิ่มความคงทนที่ต่างกัน โดยพบว่าไม้ไผ่ซางที่แช่น้ำยา Boric Borax และน้ำยา CCB ที่ความเข้มข้น 3 % 5 % และ 8% มีกำลังอัดเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับไม้ไผ่ซางที่ไม่ผ่านกระบวนการใดๆ ซึ่งผลดังกล่าวคล้ายกับไม้ไผ่สีสุกในทุกกรณี ยกเว้นไม้ไผ่สีสุกที่แช่น้ำยา Boric Borax ที่ความเข้มข้น 3 % โดยมีค่ากำลังอัดต่ำที่สุดที่ (249 กก./ตร.ชม.) ขณะที่ไม้ไผ่รวกมีผลตรงกันข้ามกับไม้ไผ่ซางและไม้ไผ่สีสุก คือ ไม้ไผ่รวกที่แช่น้ำยา Boric Borax ที่ความเข้มข้น 3 % 5 % และน้ำยา CCB ที่ความเข้มข้น 3 % 5 % และ 8% มีกำลังอัดลดลงเมื่อเทียบกับไม้ไผ่รวกที่ไม่ผ่านกระบวนการ ยกเว้นไม้ไผ่รวกที่แช่น้ำยา Boric Borax ที่ความเข้มข้น 8 % มีค่ากำลังอัดสูงที่สุดที่ (429 กก./ตร.ชม.)

6.3 สมบัติทางกายภาพของไม้ไผ่ที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทน

จากผลการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของไม้ไผ่ทุกชนิดที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนและไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนในตารางที่ 3 พบว่าไม่มีการตรวจพบการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อไม้ที่เกิดจากเชื้อราในไม้ไผ่แต่ละชนิด ภายหลังจากการเก็บไว้ในสภาวะปกติเป็นระยะเวลา 3 เดือน ซึ่งผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าไม้ไผ่ทุกชนิดในทุกกระบวนการที่ทดสอบอยู่ในสภาวะที่มีความชื้นต่ำหรืออยู่ในสภาวะที่แห้งจนเชื้อราไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ซึ่งสอดคล้องกับช่วงเวลาที่ทำการศึกษาที่เป็นช่วงฤดูหนาวและย่างเข้าสู่ฤดูร้อนอากาศค่อนข้างแห้งและมีความชื้นต่ำ สำหรับการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของไม้ไผ่ที่เกิดจากการเข้าทำลายเนื้อไม้ของแมลงนั้น ได้มีการตรวจพบและสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน ในกรณีของไม้ไผ่สีสุกที่ไม่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนและที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนโดยการแช่น้ำ โดยเกิดขึ้นร้อยละ 15 และร้อยละ 3 ตามลำดับ ซึ่งรอยเจาะที่ตรวจพบเกิดขึ้นบริเวณข้อปล้องด้านในของลำต้นเป็นส่วนใหญ่และมีผงไม้ที่เกิดขึ้น

เนื่องจากการเจาะของแมลง ดังรูปที่ 10 ออกจากนี้ยังพบ การเจาะทำลายเนื้อไม้ของแมลงในไม้ไผ่ขางและไม้ไผ่รวกที่ไม่ผ่านกระบวนการใดๆ เพียงเล็กน้อย คิดเป็นร้อยละ 1 ของพื้นที่ผิวทั้งหมดของไม้ไผ่ที่พิจารณา ซึ่งน้อยกว่าที่พบในไม้ไผ่สีสุก แต่ในปริมาณการถูกทำลายไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ไผ่

จากข้อมูลในตารางที่ 4 และรูปที่ 11 และรูปที่ 12 จะเห็นได้ว่าความสามารถในการดูดซึมสารเคมีของไม้ไผ่ และการเกาะติดของสารเคมีบนโครงสร้างไม้ไผ่แต่ละชนิด มีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ไผ่ ซึ่งภายหลังจากการนำไม้ไผ่ที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนโดยแช่น้ำยา Boric Borax และน้ำยา CCB ที่ความเข้มข้น 8 % เป็นเวลา 14 วัน มีการตรวจพบธาตุ B, Na, Cr และ Cu บนโครงสร้างไม้ไผ่ โดยพบว่า ไม้ไผ่ขางมีความสามารถในการดูดซึมธาตุ B และธาตุ Na ได้ดีกว่า ไม้ไผ่สีสุกและไม้ไผ่รวก ซึ่งให้ผลคล้ายกับการแช่น้ำยา CCB โดยไม้ไผ่ขางมีการดูดซึมธาตุ B ในน้ำยา CCB ได้ดีกว่า ไม้ไผ่สีสุกและไม้ไผ่รวก ขณะที่ไม้ไผ่ขางมีการดูดซึมธาตุ Na ในน้ำยา CCB ได้น้อยกว่า ไม้ไผ่สีสุกและไม้ไผ่รวก สำหรับความสามารถในการดูดซึมธาตุ Cr และธาตุ Cu ในน้ำยา CCB พบว่า ไม้ไผ่สีสุกสามารถดูดซึมธาตุ Cr และธาตุ Cu ได้ดีกว่า ไม้ไผ่รวกและ ไม้ไผ่ขาง

7. สรุป

จากผลการวิจัยที่ได้ศึกษากระบวนการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่โดยการใช้สารเคมีและไม่ใช้สารเคมี ทำให้ทราบแนวทางที่เหมาะสมในการยืดอายุการใช้งานของไม้ไผ่ 3 ชนิด ได้แก่ ไม้ไผ่ขาง ไม้ไผ่รวก และไม้ไผ่สีสุก สำหรับใช้ในงานโครงสร้าง เมื่อพิจารณาผลของกระบวนการเพิ่มความคงทนต่อกำลังดึงและกำลังอัดของไม้ไผ่ 3 ชนิด สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ผลกระทบของกระบวนการเพิ่มความคงทนต่อกำลังของไม้ไผ่ พบว่า ไม้ไผ่ขางและไม้ไผ่สีสุกมีพฤติกรรมที่คล้ายคลึงกัน แต่มีความแตกต่างจากไม้ไผ่รวกอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้อาจเกิดจากไม้ไผ่ขางและไม้ไผ่สีสุกเป็นไม้ไผ่ที่มีปล้องขนาดใหญ่และมีรูตรงกลางปล้องขนาดใหญ่

ใหญ่ตามไปด้วย ในขณะที่ไม้ไผ่รวก เป็นไม้ไผ่ที่มีขนาดเล็ก มีความหนาแน่นของเส้นใยสูง การรับแรงดึงและแรงอัดจึงมีผลแตกต่างกันไปตามลักษณะโครงสร้างภายในของไม้ไผ่

2. เมื่อพิจารณาจากผลการทดสอบกำลังดึงและกำลังอัด โดยไม่คำนึงถึงผลของประสิทธิภาพในการเพิ่มความคงทนพบว่า น้ำยา CCB ที่ความเข้มข้น 3% เหมาะสำหรับการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่ขางและไม้ไผ่สีสุก และน้ำยา Boric Borax ที่ความเข้มข้น 5% เหมาะสำหรับการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่รวก

3. จากผลการศึกษามิติทางกายภาพของไม้ไผ่ แสดงให้เห็นว่ากระบวนการเพิ่มความคงทนของไม้ไผ่โดยวิธีต่างๆ มีประสิทธิภาพในการยืดอายุไม้ไผ่ไม่เท่ากัน ทั้งนี้วิธีการไม่ใช้สารเคมีมีประสิทธิภาพในการยืดอายุไม้ไผ่ได้น้อยกว่าวิธีการใช้สารเคมี

4. ไม้ไผ่ที่ผ่านกระบวนการเพิ่มความคงทนโดยการใช้สารเคมี ได้แก่ การแช่น้ำยา Boric Borax และ น้ำยา CCB พบว่าไม่มีการเข้าทำลายเนื้อไม้ของแมลงโดยน้ำยา CCB จะให้ผลในการป้องกันด้านการเกิดเชื้อราและแมลงทำลายไม้ดีกว่าน้ำยา Boric Borax ทั้งนี้เพราะในน้ำยา CCB มีส่วนประกอบของสารคอปเปอร์ซัลเฟต ซึ่งมีธาตุทองแดงเป็นธาตุองค์ประกอบที่สามารถป้องกันการเกิดเชื้อราและยังมีส่วนผสมของกรดบอริกที่สามารถป้องกันแมลงทำลายไม้ได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ผู้ให้การสนับสนุนทุนวิจัยนี้ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่อำนวยความสะดวกในด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ ตลอดจนสถานที่ห้องปฏิบัติการเคมี สำหรับการดำเนินงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] กองส่งเสริมอุตสาหกรรมในครอบครัวกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมฝ่ายส่งเสริมหัตถกรรมไทย.

- กรุงเทพฯ : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมใน
ครอบครัว. 2528.
- [2] รัฐีกุล ภาคคีรี. (2540). **สมบัติทางกายภาพ
และเชิงกลของไม้ไผ่ตง**.วิทยานิพนธ์(วนศาสตร์)
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [3] ทองคำ พันนัทธี. (2541). **ไม้ไผ่กับชีวิตไทย
วัฒนธรรมไทย**. ป.35 ฉ.12.
- [4] ไพวรรณ เล็กอุทัย มยุรี จิตต์แก้ว และ อรุณี
วีณิน. (2547).**การป้องกันรักษาไม้ไผ่**.
สำนักวิจัยเศรษฐกิจและผลิตผลป่าไม้ กรมป่า
ไม้. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : หจก.อักษรสยาม
การพิมพ์.
- [5] เยาวฤทธิ์ กระตุกซ์ (ม.ป.ป.). **การออกแบบ
เครื่องเรือนในระบบอุตสาหกรรม**. กองบริการ
อุตสาหกรรม กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม.
- [6] สนม ครุฑเมือง. **สารานุกรมของใช้พื้นบ้าน
ไทยในอดีตเขตหัวเมืองฝ่ายเหนือ**. กรุงเทพฯ :
บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้ง กรุ๊ป จำกัด.
- [7] สุวรรณ อ่าเผือก. (2550) . **การศึกษาความ
ทนทานในภาคสนามของไม้ไผ่ที่ผ่านการ
ป้องกันรักษาเนื้อไม้แบบใช้สารเคมีและไม่ใช้
สารเคมี เพื่อใช้เป็นไม้ค้ำยันในสวนผลไม้**.
(หน้า 726-737). สำนักวิจัยเศรษฐกิจและ
ผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้.
- [8] Department of Science and Technology,
Government of India. (2006),
Preservative of Bamboo, Training
Manual. Ghavami, K. (2004). **Bamboo as
Reinforcement inStructural Concrete
Elements** (pp 637-649). Cement &
Concrete Composites. Vol.27.
- [9] Liese, W. (2004), **Preservation of
Bamboo Culm in Relation to Its
Structure**. Simposio Internacional
Guadua.

วารสารวิจัยเทคโนโลยีนวัตกรรม
Journal of Innovative Technology Research (JITR)

เป็นวารสารพิมพ์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการทางด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
ล้านนา รวมทั้งสถาบันและหน่วยงานอื่น ๆ ทั่วประเทศ

วัตถุประสงค์ : เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการทางด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม

ขอบเขตเนื้อหา ประกอบด้วย :

1. เทคโนโลยีนวัตกรรม ด้านอาหาร เกษตร และเทคโนโลยีชีวภาพ
2. เทคโนโลยีนวัตกรรม ด้านเทคโนโลยีทางการแพทย์และสุขภาพ
3. เทคโนโลยีนวัตกรรม ด้านวิศวกรรม พลังงานและสิ่งแวดล้อม
4. เทคโนโลยีนวัตกรรม ด้านศิลปกรรมและสถาปัตยกรรมศาสตร์

กำหนดตีพิมพ์เผยแพร่ : ปีละ 2 ฉบับ ดังนี้

1. ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน
2. ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม

ISSN: 2586-8500 (Print), ISSN: 2586-8632 (Online)

นโยบายการพิจารณาตีพิมพ์ผลงาน

ข้อแนะนำทั่วไป :

1. บทความในวารสารวิจัยนี้ต้องไม่เคยเผยแพร่ในวารสาร รายงานหรือ สิ่งพิมพ์อื่นใดมาก่อน และไม่อยู่ในระหว่างการพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารอื่น
2. ต้นฉบับจะต้องได้รับการกลั่นกรอง ตรวจสอบเชิงวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิก่อนการตีพิมพ์
3. ส่งทางระบบวารสารออนไลน์ วารสารวิจัยเทคโนโลยีนวัตกรรม

ประเภทของบทความที่ตีพิมพ์ :

1. บทความวิจัย (Research Article) เป็นบทความที่ได้จากงานวิจัย
2. บทความวิชาการ (Academic Articles) เป็นบทความที่มีลักษณะ ดังนี้
 - 1) Literature Review เป็นบทความจากการทบทวนเอกสาร ซึ่งเป็นผลมาจากการวิจัยหลาย ๆ ครั้ง ถือเป็นบทความที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง
 - 2) Technical Paper เป็นบทความนำเสนอกระบวนการในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ การทดสอบภาคสนาม รวมไปถึงเทคนิคการวิเคราะห์ใหม่ๆ
 - 3) Professional Practice เป็นบทความที่มาจากประสบการณ์ หรือความชำนาญของผู้เขียน
 - 4) Policy Paper เป็นบทความเกี่ยวกับนโยบายด้านต่างๆ ของหน่วยงาน

ขั้นตอนการดำเนินงานภายหลังรับต้นฉบับ :

1. ขอความยินยอมการได้รับบทความหรือสิ่งตีพิมพ์ (ต้นฉบับ) ทางอีเมล
2. กองบรรณาธิการวารสารวิจัยเทคโนโลยีนวัตกรรม ตรวจสอบบทความเบื้องต้น และให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบบทความแล้วหากพบว่าเนื้อหายังไม่สมบูรณ์ ไม่ผ่านการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิทางวารสารฯ จะแจ้งทางอีเมลส่วนบทความที่สามารถปรับปรุงแก้ไขได้ ทางวารสารฯ จะแจ้งสิ่งที่ต้องปรับ แก้ไขให้เจ้าของบทความทราบเพื่อทำการแก้ไขต่อไป การแก้ไขนี้อาจทำถึง 2 ครั้ง จนกว่าบทความจะมีความสมบูรณ์ได้มาตรฐานและผู้ทรงคุณวุฒิยินยอมให้ลงตีพิมพ์ได้
3. บทความที่ผ่านผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ยืนยันให้ตีพิมพ์ได้แล้ว จะเข้าสู่การพิจารณาโดยกองบรรณาธิการวารสารฯ เป็นขั้นสุดท้าย บทความบางเรื่องอาจไม่ได้รับการพิจารณาในขั้นตอนนี้ ซึ่งผลการพิจารณาของกองบรรณาธิการวารสารฯ ถือเป็นที่สุด
4. แจ้งกำหนดการตีพิมพ์ให้เจ้าของผลงานทราบทางอีเมล

การส่งต้นฉบับ :

1. ส่งแฟ้มข้อมูลบทความนามสกุล .Doc
2. ทางระบบออนไลน์ <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/JIT/user/register>

ติดต่อสอบถาม

กองบรรณาธิการวารสารวิจัยเทคโนโลยีนวัตกรรม
สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
98 หมู่ 8 ตำบลป่าป้อง อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ 50220
โทรศัพท์ : 0 5326 6518 #1006 , โทรสาร : 0 5326 6522
Email: jitr.rmutil@gmail.com

บรรณาธิการ รองศาสตราจารย์ ดร.พานิช อินต๊ะ
โทร. (+66) 89 755 1985
Email: panich.intra@gmail.com

ผู้ประสานงาน นางสาวณิกมล โพธิ์แก้ว
โทร. (+66) 87 079 0797
Email: ph.nichkamol@gmail.com



R : Responsibility - รับผิดชอบต่อการกิจต่อชุมชนสังคมประเทศชาติ

M : Morality - ยึดมั่นในคุณธรรมความงามความดี

U : Unity - ความเป็นหนึ่งเดียว

T : Technology - วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นฐานการพัฒนา

L : Learning society - สังคมแห่งการเรียนรู้

JiTR
Journal of Innovative
Technology Research



สถาบันวิจัยและพัฒนา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

98 หมู่ 8 ตำบลป่าปึง อ.คลองสะแกกค จ. เชียงใหม่ 50220

โทร: 0 5326 6516 #1022 , โทรสาร : 0 5326 6522

<http://jittr.rmutil.ac.th/>