



JiTR
Journal of Innovative
Technology Research

วารสารวิจัยเทคโนโลยีนวัตกรรม

Journal of Innovative Technology Research

ปีที่ 4 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2563 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

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

สารบัญ

01	การออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดขนาดดินเพื่อใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสาน.....	1-7
	ศักดิ์สิทธิ์ ชื่นชมขนาดจาด*, แม่น พักทอง, พิชิตชัย จันทร์ศิริ, ภัทรวรรณ สวัสดิ์ประวิทย์ และ วศินี อัจจุ	
02	การวิจัยและวิเคราะห์กระบวนการผลิตหาเพื่อหาความสูญเสียเปล่าในกระบวนการผลิตข้าวหลอง เบอร์ 12.....	8-15
	เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิต กรณีศึกษา : โรงงานแปรรูปข้าวขนแมว	
	ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่	
	อลงกรณ์ งานดี*, วชิรญญ วรรณพรหม, จิตตฤทธิ ทองปรอน และวรจักร เมืองใจ	
03	การออกแบบและพัฒนาเครื่องสกรูลำเลียงดินในกระบวนการผลิตอิฐบล็อกประสาน.....	16-20
	สมชาย โพธิ์พยอม, พินิจ บุญเยี่ยม, นิติกร หลีชัย, วริศ จิตต์ธรรม,	
	ประเทียบ พรหมสีนง และ ศักดิ์สิทธิ์ ชื่นชมขนาดจาด*	
04	ผลของน้ำตาล กลีเซอรอล และอุณหภูมิการทำแห้งต่อคุณภาพของมัลเบอร์รี่อบแห้ง.....	21-28
	ปิยะนุช รสเครือ* สุภัทรา แท่งทอง และ กรรณิการ์ อินตะ	
05	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาเส้นอบกรอบด้วยการเติมปลาสด.....	29-39
	นภาพร ดีสนาม* และ พิระภา เครือลุน	
06	การพัฒนาเครื่องสีข้าวกล้องขนาดครัวเรือน.....	40-46
	กมลศักดิ์ รัตนวงษ์*, แม่น พักทอง, ศักดิ์สิทธิ์ ชื่นชมขนาดจาด, เอกรัฐ ชะอู่เมียด,	
	ศุภชัย ชุมมนวัฒน์ และ สมชาย โพธิ์พยอม	
07	การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้กรอบด้วยวัตถุดิบแตกหักจากกระบวนการบรรจุหีบห่อกล้วยทอดกรอบ.....	47-52
	สิรินทรา สิทธิชัยวงศ์* ประเมศ ศรีแก้ว, หริพล ธรรมนารักษ์ และสมอ บุญพันธ์	
08	การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์กล้วยกรอบ.....	53-61
	กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกล้วยหอมทองยัดเยียด อำเภอจุน จังหวัดพะเยา	
	หริพล ธรรมนารักษ์* ชินดนัย คำคม และลัทพล บุตรเทศ	

- 09 รูปแบบการพัฒนาสถาบันเครือข่ายด้วยกระบวนการสอนแบบ STEM.....62-68
กรณีศึกษาโรงเรียนนครชุมพิทยา รัชมังคลาภิเษก
ประเทียบ พรหมสินอง, แมน พักทอง, ไพบุลย์ สวนพันธุ์, ศักดิ์สิทธิ์ ชื่นชมณาจาด และปรีดา เสมา*
- 10 เทคโนโลยีไมโครนาโนแบบเปิดในกระบวนการล้างถ้วยหอมทองเพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้ออีโคไล.....69-75
ชินานาฏ วิทยาประภากร,* วิษณุ ทองเล็ก และ พรรณพร กุลมา



Content

- 01 **Design and Development of Sizing Sort Soil Machine for Brick Block Manufacturing.....1-7**
Saksit Chuenchomnakjad*, Man Fakthong, Phichatchai Chankeeree,
Phattharawan Sawatprawit and Wasinee Artroo
- 02 **Research And Analysis Of Tea Production Process To Find Wastes Oolong Tea No.12.....8-15**
To Improve Production Process Case Study: Factory Tea, Bankhunmaewak,
Khunwang The Royal Project Development Center, Khunwang District, Chiang Mai Province
Alongkorn Ngandee*, Watahnyu Wannaphrom, Jutturit Thongpron, Worrajak Maungjai
- 03 **Design and Development of Transport Screw Machine for Brick Block Manufacturing.....16-20**
Somchai Peopayom, Phinich Boonaiem, Nitikorn Leechai,
Jittham, Prataeb Promsinongand Saksit Chuenchomnakjad*
- 04 **Effects of Sugar and Glycerol Content and Temperature Drying.....21-28**
On Quality of Dried Mulberry
Piyanuch Roskhru* Supattra Tangtong and Kannika Inta
- 05 **Development of Fish Crispy Snack Bar Product with Supplementation.....29-39**
of Fermented Fish (Hypophthalmichthys molitric)
Napaporn Deesan* and Peerapa Kruealun
- 06 **The Development of a Household Rice Milling Machine.....40-46**
Kamonsak Rattanawong*, Man Fakthong, Saksit Chuenchomnakjad,
Accarat Chaoumead, Suppachai Chumnumwat and Somchai Peopayom
- 07 **The Development of Crispy cookie products with raw materials.....47-52**
from packaging process Decisive
Sirintra Sitthichaiwong* Porramet Srikaew, Haripon Thammanarak and Samor Boonphan

- 08 **Application of Augmented Reality Technology to Promote the Distribution.....53-61**
 of Crispy Bananas Product of Kluai Hom Thong Yad Yiad Community Enterprise,
 Chun District, Phayao Province
 Haripon Thammanarak* Chindanai khamkhom and Lattaphon Bootted
- 09 **The Development model of Institute Network with STEM Teaching Process:.....62-68**
 Nakornchumphittaya School Case study
 Prataeb promsinong, Man Fakthong, Paiboon Sounpan,
 Saksit Chuenchomnakjad and Preda Sama*
- 10 **Micro/Nano Bubbles Technology in Gold Banana Washing Process.....69-75**
 for Reduce *E. coli* Contaminate
 Chinanat Withayaprapakorn*, Vishnu Thonglek and Phannaphon Kullama



กองบรรณาธิการ

ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ศีลศิริ	สง่าจิต	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
บรรณาธิการ : รองศาสตราจารย์ ดร.พานิช	อินตะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
รองบรรณาธิการ : ดร.สุรพล	ใจวงศ์ษา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยบรรณาธิการ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพพร	พัชรประภิต	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	ลัคนทินวงศ์	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	Pacharaparakiti	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 1, มกราคม – มิถุนายน พ.ศ. 2563
ISSN: 2586-8500 (Print), ISSN: 2586-8632 (Online)

ศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ	ชุติมา	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย	นิมมล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร.พีระพงศ์	ทีฆสกุล	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
รองศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี	ชัยเจริญ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.อนิรุทธ์	มัทธจักร์	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติศักดิ์	อาริยะเครือ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จารุณี	ชามาตย์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตรยุทธ์	จิตอ่อนน้อม	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุศราภรณ์	มหาโยธี	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญ	คงกระพันธ์	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประชา	เย็นยกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลภัสสรดา	พิชญ์ธีรนาถ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัตน์ชนก	พราหมณ์ศิริ	มหาวิทยาลัยพิษณุโลก
ดร.ขวัญชีวา	ไตรพิริยะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

บทบรรณาธิการ

วารสารวิจัยเทคโนโลยีนวัตกรรม (Journal Of Technology Innovative Research: JITR) ฉบับนี้ ปีที่ 4 ฉบับ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2563) เพื่อให้ให้นักวิจัย นักวิชาการ คณาจารย์ และนักศึกษา ได้เผยแพร่บทความทางวิชาการ หรือบทความวิจัย

วารสารฉบับนี้ ประกอบด้วยผลงานวิจัย ทั้งหมด 10 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

การออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดขนาดดินเพื่อใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสาน

ศักดิ์สิทธิ์ ชื่นชมนาคจาด*, แมน พักทอง, พิชิตชัย จันทศิริ,
ภัทรวรรณ สวัสดิ์ประวิทย์ และ วศินี อาจรู้

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก 65000

รับบทความ 10 ตุลาคม 2561 ตอบรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 15 มิถุนายน 2563

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

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดขนาดดินเพื่อลดปัญหาการแตกหักในกระบวนการผลิตอิฐบล็อกประสาน เครื่องคัดขนาดดินเพื่อใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานมีขนาดของเครื่องดังนี้ ความกว้าง 700 มิลลิเมตร ความยาว 1,300 มิลลิเมตร ความสูง 650 มิลลิเมตร รูตะแกรงร่อนขนาด 3 มิลลิเมตร ใช้มอเตอร์ขนาด 2 แรงม้า กระแสไฟฟ้า 380 โวลต์ เป็นต้นกำลัง ความเร็วรอบ 204 รอบต่อนาที จากผลการทดลองพบว่า อัตราการนำดินลูกรังเข้าสู่กระบวนการคัดขนาดดินด้วยเครื่องคัดขนาดดินต่อการคัดแยกดินลูกรังที่ใช้ผลิตอิฐบล็อกประสาน โดยผ่านช่องปล่อยดินที่มีขนาดความกว้าง×ยาว 3 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 มีขนาด 22.5 ตารางเซนติเมตร ระดับที่ 2 มีขนาด 45 ตารางเซนติเมตร และระดับที่ 3 มีขนาด 90 ตารางเซนติเมตร โดยช่องปล่อยดินระดับที่ 2 มีอัตราการนำเข้าดินเฉลี่ยดีที่สุดคือ 1,299.6 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

คำสำคัญ: เครื่องคัดขนาดดิน, อิฐบล็อกประสาน

Design and Development of Sizing Sort Soil Machine for Brick Block Manufacturing

Saksit Chuenchomnakjad*, Man Fakthong, Phichatchai Chankeeree,
Phattharawan Sawatprawit and Wasinee Artroo

Program of Industrial Engineering
Rajamangala University of Technology Lanna Phitsanulok 65000

Received: 10 October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 15 June 2020

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

Abstract

This research aimed to design and develop the sizing sort soil machine for reducing the fracture problem of brick block manufacturing. The size of the machine to be used in the production of brick blocks was 700 mm in width, 1,300 mm in length, 650 mm in height with 3 mm sieve holes, a motor of 2 hp, 380 V power and 204 rpm. The results showed that the rate of lateritic soil into the sizing process with the sizing machine influenced the grading of the lateritic soil used in the production of bricks. There were 3 levels of the soil release channel with width per length such as level 1 with size of 22.5 cm², level 2 with size of 45 cm² and level 3 with size of 90 cm². The soil level 2 had the best average of soil import rate at 1,299.6 kg/h.

Keywords: Sizing Sort Soil Machine, Brick Block

1. บทนำ

อิฐบล็อกประสานถือว่าเป็นวัสดุก่อสร้างชนิดหนึ่ง ซึ่งในปี พ.ศ. 2510 เกิดบล็อกดินซีเมนต์และบล็อกประสานของ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) เป็นบล็อกแรกที่ทำดินลูกรังมาผสมกับซีเมนต์และน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสม มาอัดเป็นแท่งด้วยเครื่องอัดซินวาแรม หลังจากบ่มประมาณ 14 วัน ก็สามารถนำมาก่อสร้างได้ ซึ่งการผลิตนั้นจะใช้แรงงานคนในการผลิตเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งบล็อกดินซีเมนต์และบล็อกประสาน วว. ได้มีการวิจัย ปรับปรุง และพัฒนาอย่างต่อเนื่องกลายมาเป็นอิฐบล็อกประสาน ที่มีหลากหลายรูปแบบ หลากหลายราคา อิฐบล็อกประสานจึงเป็นอีกตัวเลือกหนึ่งที่นิยมใช้ในงานก่อสร้างบ้านในปัจจุบัน ทำให้อาชีพการผลิตอิฐบล็อกประสานได้รับความนิยมเพราะสามารถสร้างรายได้และขั้นตอนการผลิตนั้นไม่ซับซ้อนมากนัก^[1]

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้มีการสร้างเครื่องอัดอิฐบล็อกประสานอยู่แต่ยังคงใช้แรงงานคนในการผสมดิน ดินที่ได้นั้นเป็นดินที่มีสิ่งเจือปนอยู่ด้วย เช่น เศษไม้และก้อนหินเล็กๆ เมื่อนำมาผสมกับทรายและปูนแล้วนำเข้าเครื่องอัดอิฐบล็อกประสาน พบปัญหาว่าก้อนอิฐบล็อกประสานที่ได้มีความหนาแน่นน้อยแตกหักง่าย ผิวก้อนอิฐบล็อกประสานไม่เรียบสวยงาม นอกจากนี้ยังพบปัญหาขาดแคลนแรงงานคนในการผลิตและเวลาในการผลิตที่นานทางคณะผู้จัดทำจึงมีแนวความคิดเห็นที่จะนำเครื่องสกรูลำเลียงดิน เครื่องย่อยดิน เครื่องคัดขนาดดิน เครื่องผสมดิน เครื่องสายพานลำเลียงและเครื่องอัดอิฐบล็อกประสาน มาวางเป็นระบบการผลิตอิฐบล็อกประสานที่ครบวงจร เพื่อประหยัดต้นทุนที่เกิดจากแรงงานและลดเวลาในการผลิต อีกทั้งเพื่อให้ได้ส่วนผสมในการผลิตอิฐบล็อกประสานให้มีความสมบูรณ์ ความแข็งแรง และทนทานมากยิ่งขึ้น การออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดขนาดดินเพื่อใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานที่สร้างขึ้นนี้เป็น การนำความรู้ ทักษะวิชาชีพ และอื่นๆ ที่ได้ศึกษาตามหลักสูตร นำมาบูรณาการเพื่อพัฒนานวัตกรรมให้ดียิ่งขึ้น

^[2-5] ตลอดจนสามารถนำเครื่องคัดขนาดดินมาประยุกต์ใช้งานได้จริงและใช้เป็นแนวทางในการประกอบอาชีพได้ในอนาคตต่อไป

2. วิธีการวิจัย

2.1 การออกแบบโครงสร้างเครื่องคัดขนาดดินเพื่อลดการแตกหักในการผลิตอิฐบล็อกประสาน โดยได้ทำการออกแบบเครื่องคัดขนาดดินมีขนาดความกว้าง 700 มิลลิเมตร ขนาดความยาว 1,300 มิลลิเมตร ขนาดความสูง 650 มิลลิเมตร โดยขนาดที่ออกแบบสามารถรองรับกับขนาดของเครื่องตีดิน ใช้มอเตอร์ขนาด 2 แรงม้า กระแสไฟฟ้า 380 โวลต์ เป็นตัวส่งถ่ายกำลังไปยังชุดขับเคลื่อนระยะชักชุดตะแกรงคัดขนาดดินทำให้ชุดตะแกรงคัดขนาดดินเคลื่อนที่เพื่อที่จะได้ดินตามขนาดที่ต้องการไปสู่กระบวนการผสม ดังรูปที่ 1

2.2 การศึกษาอัตราส่วนการนำเข้ดินลูกรังขณะผ่านช่องปล่อยดินที่มีความกว้างxความยาวในหน่วยเซนติเมตร 3 ระดับ ได้แก่ 0.5x45, 1x45 และ 2x22.5 คิดเป็นพื้นที่ 22.5, 45 และ 90 ตารางเซนติเมตรตามลำดับ โดยทดสอบอัตรานำเข้ดินลูกรังที่มีผลต่อปริมาณดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานได้ดีที่สุด และการศึกษาอัตราส่วนดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานได้ต่อดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานไม่ได้ ผ่านตะแกรงขนาด 3 มิลลิเมตร โดยมีวิธีการทดลอง ดังนี้

1) การเตรียมวัตถุดิบในการคัดขนาดดินเพื่อใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสาน ได้แก่ ดินลูกรังที่ผ่านการย่อยดินมาแล้วโดยนำวัตถุดิบที่เตรียมมาทำการทดลองและเก็บข้อมูล

2) นำดินลูกรังที่ผ่านการย่อยดินจากเครื่องย่อยดินลงมาที่ช่องใส่ดินเพื่อให้เครื่องคัดขนาดดินและทำการคัดขนาดดินต่อไป

3) เมื่อนำดินลูกรังใส่ลงช่องใส่ดินเรียบร้อยแล้วจากนั้นก็จะทำเปิดเครื่องคัดขนาดดิน

4) ทำการโยกคันโยกลิ้นชักของช่องปล่อยดินให้เหมาะสมกับกำลังของเครื่องคัดขนาดดิน ซึ่งปรับได้ 3 ระดับ คือ ระดับที่ 1 ขนาด 22.5 ตารางเซนติเมตร ระดับ

ที่ 2 ขนาด 45 ตารางเซนติเมตร และระดับที่ 3 ขนาด 90 ตารางเซนติเมตร

5) เมื่อนำดินลงในช่องปล่อยดินแล้ว เครื่องก็จะทำการคัดขนาดดินที่มาจากเครื่องย่อยดินเครื่องคัดขนาดดินมีทางออก 2 ช่องทาง คือ ช่องที่ 1 ช่องทางดินที่ใช้ผลิตอิฐบล็อกประสานไม่ได้และช่องที่ 2 ช่องทางดินที่ใช้ผลิตอิฐบล็อกประสานได้

6) ดินที่ผ่านการคัดขนาดจากเครื่องคัดขนาดดิน ผ่านรูตะแกรงขนาด 3 มิลลิเมตร จากรูปที่ 2 จะเห็นได้ว่า ภาชนะที่ 1 นั้นจะเป็นดินที่สามารถนำไปผลิตเป็นอิฐบล็อกประสานได้ สำหรับภาชนะที่ 2 นั้นจะเป็นหินและมีขนาดใหญ่กว่า 3 มิลลิเมตร ไม่สามารถนำไปผลิตเป็นอิฐบล็อกประสานได้ ซึ่งน้ำหนักของดินที่ได้ทั้ง 2 ส่วน

3. ผลการวิจัย

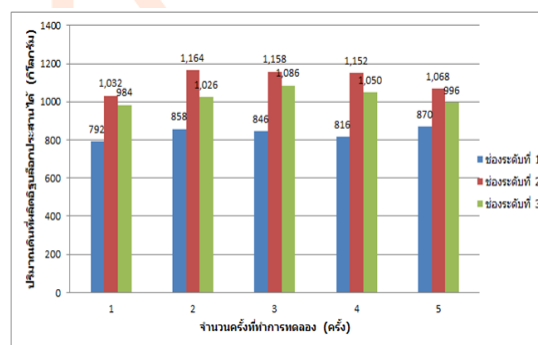
จากการออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดขนาดดิน เพื่อใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสาน ทำการทดสอบสมรรถนะของเครื่องคัดขนาดดิน โดยให้นำดินลูกรังที่ผ่านเครื่องย่อยดินมาทำการทดลอง 2 ขั้นตอน คือ การศึกษาอัตราการนำเข้ดินลูกรังเข้าสู่กระบวนการคัดขนาดดินและการศึกษาปริมาณดินที่ผ่านการคัดขนาดด้วยเครื่องคัดขนาดดิน ใช้อัตราความเร็วรอบที่ 204 รอบต่อนาที ผ่านรูตะแกรงขนาด 3 มิลลิเมตร ให้ผลการทดลองดังนี้

3.1 การศึกษาอัตราการนำดินลูกรังเข้าสู่กระบวนการคัดขนาดดิน การศึกษาอัตราการนำดินลูกรังเข้าสู่กระบวนการคัดขนาดดินด้วยเครื่องขนาดดิน เพื่อใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสาน พบว่าอัตราการนำดินลูกรังเข้าสู่กระบวนการคัดขนาดดิน โดยผ่านช่องปล่อยดิน

3 ระดับ ในระดับที่ 1 ขนาด 22.5 ตารางเซนติเมตร ให้อัตราการนำเข้ดินเฉลี่ยที่ 996 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ระดับที่ 2 ขนาด 45 ตารางเซนติเมตร ให้อัตราการนำเข้ดินเฉลี่ยที่ 1,299.6 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และในระดับที่ 3 ขนาด 90 ตารางเซนติเมตร ได้อัตราการนำเข้ดินเฉลี่ยที่ 1,453.2 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยอัตราการนำเข้ดินเฉลี่ยในระดับที่ 3 ขนาด 90 ตารางเซนติเมตร ให้ค่าสูงสุดแสดงดังตารางที่ 1



รูปที่ 2 เครื่องคัดขนาดกำลังทำการคัดขนาดดิน



รูปที่ 3 ปริมาณดินที่ใช้ผลิตอิฐบล็อกประสานได้

ตารางที่ 1 อัตราการนำดินลูกรังเข้าสู่กระบวนการคัดขนาดดิน

ครั้งที่	ขนาดช่องปล่อยดิน (ตารางเซนติเมตร)		
	22.5	45	90
1	966	1,188	1,488
2	1,032	1,356	1,428
3	990	1,362	1,476
4	954	1,338	1,476
5	1,038	1,254	1,398
ค่าเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	996	1,299.6	1,453.2

ตารางที่ 2 ปริมาณดินลูกรังที่ผ่านการคัดขนาดดิน ในอัตราส่วนดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานได้ต่อดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานไม่ได้

ครั้งที่	ขนาดช่องปล่อยดิน (ตารางเซนติเมตร)					
	22.5		45		90	
	ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	ใช้ได้	ใช้ไม่ได้
1	792	174	1,032	156	984	504
2	858	174	1,164	192	1,026	402
3	846	144	1,158	204	1,086	390
4	816	138	1,152	186	1,050	426
5	870	168	1,068	186	996	402
ค่าเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	836.4	140.4	1,114.8	184.8	1,028.4	424.8

ตารางที่ 3 ร้อยละดินลูกรังที่ผ่านการคัดขนาดในอัตราส่วนดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานได้ต่อดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานไม่ได้

ครั้งที่	ขนาดช่องปล่อยดิน (ตารางเซนติเมตร)					
	22.5		45		90	
	ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	ใช้ได้	ใช้ไม่ได้
1	81	19	87	13	71	29
2	83	17	86	14	71	29
3	85	15	85	15	74	26
4	85	15	86	14	72	28
5	84	16	85	15	72	28
ค่าเฉลี่ย (%)	84	16	86	14	72	28

3.2 การศึกษาปริมาณดินลูกรังที่ผ่านการคัด

ขนาด การศึกษาปริมาณดินลูกรังที่ผ่านการคัดขนาดโดยผ่านช่องปล่อยดินเพื่อหาอัตราส่วนดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานได้ต่อดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานไม่ได้ แสดงดังตารางที่ 2 พบว่าปริมาณดินลูกรังที่ผ่านการคัดขนาดโดยดินผ่านช่องปล่อยดิน 3 ระดับ คือ ในระดับที่ 1 ขนาด 22.5 ตารางเซนติเมตร ได้ดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานได้ เฉลี่ยที่ 836.4 กิโลกรัมต่อดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานไม่ได้ เฉลี่ยที่ 140.4 กิโลกรัมในระดับที่ 2 ขนาด 45 ตารางเซนติเมตร ได้ดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานได้ เฉลี่ยที่ 1,114.8 กิโลกรัมต่อดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานไม่ได้ เฉลี่ยที่ 184.8 กิโลกรัม และในระดับที่ 3 ขนาด 90 ตารางเซนติเมตร ได้ดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานได้ เฉลี่ยที่ 1,028.4 กิโลกรัมต่อดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานไม่ได้ เฉลี่ยที่ 424.8 กิโลกรัม จากตารางที่ 3 การทดลองหาปริมาณดินลูกรังที่ผ่านการคัดขนาดในอัตราส่วนดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานได้ต่อดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานไม่ได้ที่คิดเป็นร้อยละ พบว่าดินที่ผ่านช่องปล่อยดิน 3 ระดับ คือ ในระดับที่ 1 ขนาด 22.5 ตารางเซนติเมตร ได้ดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานได้ เฉลี่ยที่ร้อยละ 84 ต่อดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานไม่ได้ เฉลี่ยที่ร้อยละ 16 ในระดับที่ 2 ขนาด 45 ตารางเซนติเมตร ได้ดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานได้ เฉลี่ยที่ร้อยละ 86 ต่อดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานไม่ได้ เฉลี่ยที่ร้อยละ 14 และในระดับที่ 3 ขนาด 90 ตารางเซนติเมตร ได้ดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานได้เฉลี่ยร้อยละ 72 ต่อดินที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานไม่ได้เฉลี่ยร้อยละ 28 แสดงดังรูปที่ 3 ปริมาณดินที่ใช้ผลิตอิฐบล็อกประสานได้ พบว่าที่ระดับที่ 1 มีปริมาณดินที่ใช้ผลิตอิฐบล็อกประสานได้ต่ำที่สุด เฉลี่ยที่ 836.4 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ระดับที่ 2 มีปริมาณดินที่ใช้ผลิตอิฐบล็อกประสานได้สูงที่สุด เฉลี่ยที่ 1,114.8 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และระดับที่ 3 มีปริมาณดินที่ใช้ผลิตอิฐบล็อกประสานได้ระดับปานกลาง เฉลี่ยที่ 1,028.4 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

4. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

อัตราการนำดินลูกรังเข้าสู่กระบวนการคัดขนาดดินผ่านช่องปล่อยดิน 3 ระดับมีผลต่อการคัดแยกดินลูกรังที่ใช้ผลิตอิฐบล็อกประสาน โดยขนาดของช่องปล่อยดินในระดับที่ 3 ขนาด 90 ตารางเซนติเมตร ให้ค่าอัตราการนำเข้าดินเฉลี่ยสูงสุดที่ 1,453.2 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เนื่องจากมีช่องนำเข้าดินที่มีขนาดกว้างกว่าจึงสามารถนำเข้าดินได้มากกว่าช่องนำเข้าดินที่มีขนาดเล็ก แต่พบว่ามีกรณีช่องนำเข้าดินขนาดใหญ่ให้ปริมาณดินที่ไม่สามารถผลิตอิฐประสานได้ในร้อยละที่สูงกว่าขนาดของช่องปล่อยดินขนาดเล็กคือ ในระดับที่ 2 ขนาด 45 ตารางเซนติเมตร ที่ให้ปริมาณดินที่ใช้ผลิตอิฐบล็อกประสานได้สูงที่สุด เฉลี่ยที่ 1,114.8 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เนื่องจากตะแกรงร้อนไม่สามารถร่อนดินที่มีปริมาณมากได้ทัน ดังนั้นอาจแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นนี้โดยการปรับความลาดเอียงของช่องปล่อยดิน การปรับความเร็วรอบให้เหมาะสม และอาจสร้างตะแกรงร่อนดินเพิ่มอีก 1 ชั้นให้มีรูตะแกรงขนาดใหญ่ขึ้น

สรุป

อัตราการนำเข้าของดินลูกรังที่มีผลต่อการคัดขนาดดินลูกรังที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานจากช่องปล่อยดินระดับที่ 2 ขนาด 45 ตารางเซนติเมตร ให้อัตราการนำเข้าของดินลูกรังเฉลี่ยที่ 1,299.6 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีอัตราส่วนดินลูกรังที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานได้ต่อดินลูกรังที่ใช้ในการผลิตอิฐบล็อกประสานไม่ได้ เฉลี่ยที่ 1,114.8 : 184.8 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 86 : 14 ซึ่งเป็นอัตราการนำเข้าที่ดีและให้อัตราส่วนดินที่ใช้ผลิตอิฐบล็อกประสานได้สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับช่องปล่อยดินระดับที่ 1 และระดับที่ 3

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก ที่ให้การสนับสนุนด้านงบประมาณ เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] จิรศักดิ์ เพ็ชรวิภาค, ตำนานบล็อกดินซีเมนต์และบล็อกประสาน วว. ตอนที่ 2, กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2556: 57-60.
- [2] บรรเลง ศรีนิล และประเสริฐ ก้วยสมบูรณ์, ตารางโลหะ, กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2543: 392 หน้า.
- [3] พรชัย จงจิตรไพศาล, กลศาสตร์การสันสะเทือน, กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2547: 242 หน้า.
- [4] พรทิพย์ เรืองธรรม, ทฤษฎีการออกแบบ (Design Theory), มหาสารคาม: อินทนิล, 2556: 104 หน้า.
- [5] วรวิทย์ อังภากรณ์ และ ชาญ ถนังงาน, การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล 2, กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2548: 360 หน้า.
- [6] บุญธรรม ภัทราจารุกุล, ชิ้นส่วนเครื่องกล, กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2555: 344 หน้า.
- [7] วิทยา พรหมพฤกษ์ และ ณัฐพงษ์ แกมทับทิม, การออกแบบและพัฒนาเครื่องแยกกลีบกระเทียมแบบแกนพลาสม่าเหวี่ยงแกนนอน, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพิษณุโลก, 2553: 50 หน้า.
- [8] วินิต ชินสุวรรณ, ณรงค์ ปัญญา และศรีสมร ทวีโชคชาญชัย, การศึกษาปัจจัยสำหรับออกแบบเครื่องทำความสะอาดข้าวเปลือกหอมมะลิในระดับกลุ่มเกษตรกร, วารสารวิจัย มข., 2541: 19-30.
- [9] เขาวลิต สกัต และสุพจน์ พะสุ, เครื่องร่อนมูลไส้เดือนดิน, ปรินญาณพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพเชียงใหม่, 2554: 551 หน้า.
- [10] ผดุงศักดิ์ วานิชชัง, ใจทิพย์ วานิชชัง และเพ็ญขวัญ วานิชชัง, การคัดเลือกเมล็ดพันธุ์ข้าว, วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับพิเศษ, 2556: 167-173.
- [11] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนทร สืบคำ และ ประพัฒน์ ทองจันทร์, การออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดและคัดแยกเมล็ดพันธุ์ฝักซีฝรั่ง, รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2555: 43 หน้า.

**การวิจัยและวิเคราะห์กระบวนการผลิตเพื่อหาความสูญเสียในกระบวนการผลิตข้าวหลาม เบอร์ 12
เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิต กรณีศึกษา : โรงงานแปรรูปชาขุนแม่วาก
ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่**

อลงกรณ์ งานดี*, วรณัฐ วรรณพรม, จิตตฤทธิ ทองปรอน และวรจักร เมืองใจ

¹ส่วนสนับสนุนการดำเนินงานมูลนิธิโครงการหลวง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

²สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

^{1,2}128 ถนนห้วยแก้ว อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50300

³วิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

98 หมู่ 8 ตำบลป่าป้ออำเภอดอยสะเก็ดจังหวัดเชียงใหม่ 50220

รับบทความ 26 ตุลาคม 2561 ตอบรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 15 มิถุนายน 2563

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

บทคัดย่อ

มูลนิธิโครงการหลวงได้ส่งเสริมอาชีพเกษตรกรรมให้กับชุมชนในพื้นที่สูง ทำให้ชุมชนมีรายได้จากการปลูกชาจีนและความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น ส่งผลให้ชุมชนมีการประกอบอาชีพปลูกชาจีนมากขึ้นเนื่องจากมีการบำรุงชาในแปลงที่ไม่ซับซ้อน ทางมูลนิธิโครงการหลวงจึงเล็งเห็นการสร้างมูลค่าเพิ่มของชาจีน โดยการสร้างโรงงานชาจีนขุนแม่วากเพื่อรองรับวัตถุดิบ ผลิต 3 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ข้าวหลาม ชาเขียว ชาแดง โดยข้าวหลามจะมีได้รับความนิยมจากท้องตลาดมากที่สุด ราคาขาย กิโลกรัม ละ 1200 บาท จากราคารับซื้อใบชาสดจากสมาชิกเกษตรกร กิโลกรัมละ 80 บาทเนื่องจากการผลิตข้าวหลามมีขั้นตอนกระบวนการผลิตที่ซับซ้อนจึงต้องใช้ผู้มีประสบการณ์เฉพาะทางในการควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิด โดยผู้มีประสบการณ์เฉพาะทางกำลังอยู่ในช่วงสูงวัย และเกษตรกรรุ่นใหม่ไม่นิยมปลูกชาและไม่สนใจการผลิตชาเพราะขั้นตอนการผลิตที่ซับซ้อนและใช้เวลาผลิตนานมากกว่า 30 ชั่วโมง ซึ่งในงานวิจัยชิ้นนี้มีเป้าหมายเพื่อเก็บขั้นตอนกระบวนการผลิตข้าวหลาม Work In Process เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลและทำการวิเคราะห์หาความสูญเสียในกระบวนการผลิตเพื่อการพัฒนากระบวนการผลิต ซึ่งในงานวิจัยชิ้นนี้ได้เก็บข้อมูลขั้นตอนกระบวนการผลิตข้าวหลามเบอร์ 12 ให้เป็นมาตรฐานการผลิต และขยายผลสู่โรงงานชาทั้ง 4 แห่ง ของมูลนิธิโครงการหลวง จากผลการดำเนินงานที่ได้ทำการปรับปรุงแผนผังโรงงาน Plan Lay Out ของโรงงานชาขุนแม่วาก จากเดิมมีระยะขนส่งภายในกระบวนการผลิตภายในโรงงานชา 1,423 เมตร ลดลงเหลือ 1366 เมตร ต่อบรรจุการผลิต ซึ่งสามารถลดความเมื่อย และเวลาของการผลิตลดลง และได้ทำควบคู่กับการซ่อมเครื่องจักรภายในโรงงานซึ่งสามารถลดความเมื่อยได้ร้อยละ 11 ลดเวลาการรอคอยได้ 2 ชั่วโมง สามารถลดค่าแรงล่วงเวลาต่อบรรจุการผลิต 248 บาท คิดต่อปีคือ 248X275วันเท่ากับ 78,100 บาท ต่อปี

คำสำคัญ: กระบวนการผลิตข้าวหลามเบอร์ 12 โรงงานชาขุนแม่วาก ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวาง

E-mail: yambanta@gmail.com, Tel. 088-9921562

**Research And Analysis Of Tea Production Process To Find Wastes Oolong Tea No.12
To Improve Production Process Case Study: Factory Tea, Bankhunmaewak,
Khunwang The Royal Project Development Center, Khunwang District, Chiang Mai Province**

Alongkorn Ngandee*, WatahnyuWannaphrom, Jutturit Thongpron, Worrajak Maungjai

¹Cooperation Support Foundation Royal Project, Rajamangala University of Technology Lanna

²Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Rajamagala University of Technology Lanna

^{1,2}128 Huaykeaw rd., Changpuak, Muang, Chiang Mai, Thailand, 50300

³College of Integrated Science and Technology, Rajamangala University of Technology Lanna

98 Moo 8, Papong, Doisaket, Chiang Mai, 50220

Received: 26 October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 15 June 2020

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

Abstract

The Royal Project Foundation has promoted agriculture to highland communities. The community earns from growing Chinese tea and living better. As a result, the community has become more profitable in cultivating Chinese tea due to its simplified tea culture. The Royal Project Foundation seeks to increase the value of Chinese tea. The three main products are Oolong tea, Green tea, Red tea, and Oolong tea. The price is 1200 baht per kilogram. Since the production of Oolong tea is a complex process, it requires a specialized person to supervise closely. Experienced people are in the height. In the present study, the aim of this research was to collect the Oolong Tea Process Work In Process Use as a database and analyze the wastes in the production process to develop the process. In this research, the process of production of Oolong tea 12 has been collected as a standard. And spread to the 4 tea plant of the Royal Project Foundation. The results of the operation. The Plan Lay Out of the Tea Factory was renovated. The transportation time in the tea process was 1423meters, down to 1366 meters per production cycle. Which can reduce the stamina. And the time of production down. And it was done in conjunction with the repair of machinery within the factory, which can reduce fatigue by 11 percent, reducing waiting time by 2 hours, can reduce the overtime pay per production cycle is 248 Baht per year is 248X275 day is 78,100 Baht per year.

Keywords: Process Tea No.12, The Royal Project Foundation

1. บทนำ

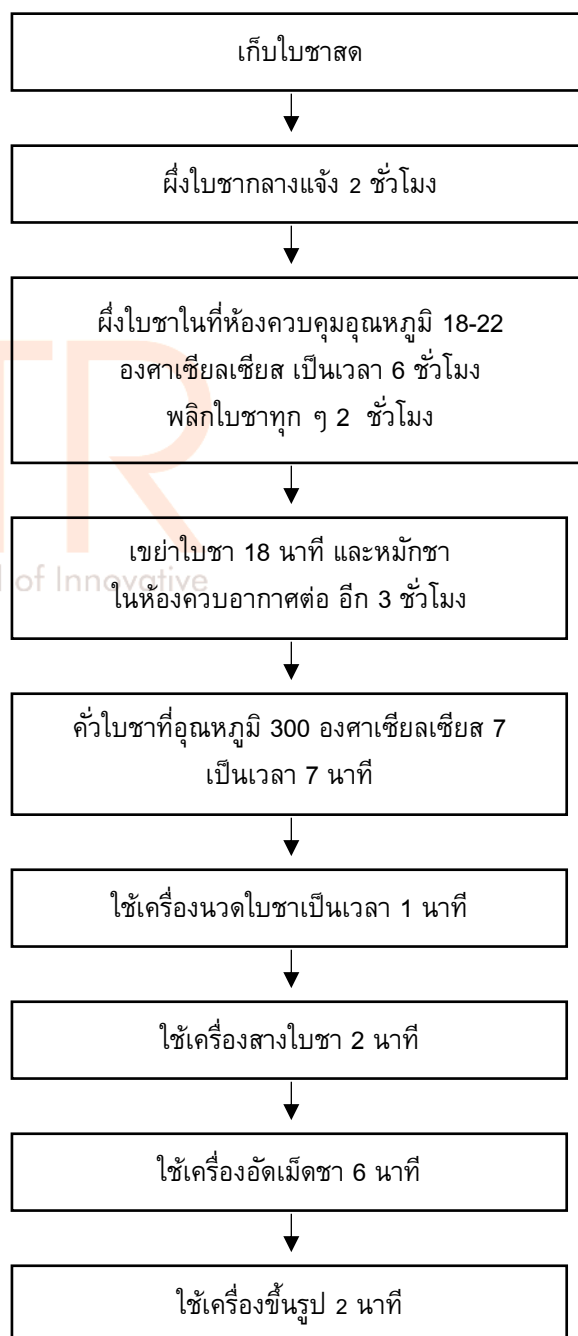
ส่วนสนับสนุนการดำเนินงานมูลนิธิโครงการหลวง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ปฏิบัติงานภายใต้ยุทธศาสตร์เชิงรุก ตามกรอบการดำเนินงาน 3 ด้าน คืองานวิศวกรรม การศึกษา และการพัฒนาอาชีพ เพื่อสนับสนุนการดำเนินงานมูลนิธิโครงการหลวง และมาตรฐานการรับรองต่างๆ โดยนำอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญ นักวิจัยร่วม และนักศึกษาเพื่อดำเนินการทางงานวิจัย การบริการวิชาการและการบูรณาการ การเรียนการสอนการตอบโจทย์การทำงานจริงในพื้นที่ภายใต้แนวคิดที่ทุกคนในชุมชนมูลนิธิโครงการหลวงได้มีส่วนร่วมในการคิดศึกษา วิเคราะห์ และแก้ปัญหา รวมถึงติดตามงานอย่างต่อเนื่อง โดยมูลนิธิโครงการหลวงดำเนินงานวิจัยและพัฒนาด้านการเกษตร สังคม และสิ่งแวดล้อมรวมถึงการตลาด มุ่งเน้นให้เกิดความสมดุลใน 3 มิติ คือ เศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม มุ่งพัฒนาชุมชนให้เกิดความยั่งยืนในระยะยาว แต่ยังมีปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อการพัฒนา คือ 1) ปัญหาที่เกิดขึ้น ที่แปลงปลูกต้นชาขาดแคลนเกษตรกรรุ่นใหม่ในพื้นที่เนื่องจากเยาวชนในพื้นที่ไม่สนใจการปลูกชา และการล้มต้นชาในไร่เพื่อปลูกพืชไม่ผลที่มีมูลค่าที่สูงกว่าการเก็บยอดใบชา 2) ปัญหาที่เกิดขึ้นภายในโรงงานชาจากกระบวนการผลิต พบว่ากระบวนการผลิตชาในแต่ละแห่งไม่เหมือนกัน เนื่องจากใบชาแต่ละแห่งมีความที่แตกต่างกัน จึงต้องอาศัยความชำนาญและประสบการณ์ของพนักงาน ในการตัดสินใจปล่อยผ่านตามมาตรฐาน จึงยากต่อการควบคุมคุณภาพของชาให้มีความคงที่ได้ยาก 3) ปัญหาเกิดจากเครื่องจักรพบว่าเครื่องจักรเป็นเครื่องจักรที่ใช้งานแล้วมาจากประเทศไต้หวัน จึงทำให้ไม่ทราบอายุการใช้งานที่ผ่านมาเมื่อเครื่องจักรชำรุดหรือชิ้นส่วนเสียหายต้องทำการสั่งซื้อมาจากต่างประเทศ ทำให้เครื่องจักรหยุดทำงาน เกิดการเสียโอกาสทางการตลาด

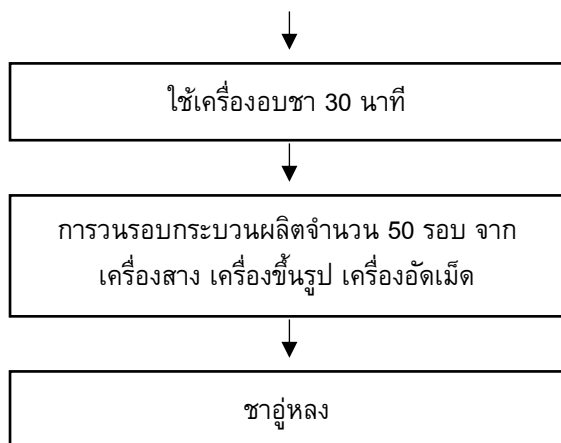
ดังนั้น ทางคณะทำงานส่วนสนับสนุนการดำเนินงานมูลนิธิโครงการหลวง จึงได้มีแผนการดำเนินงานโดยมีกรอบแนวคิดในการวางแผนการดำเนินงานในระยะยาวเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว อีกทั้งยังเป็นการวางแผนการเพิ่มมูลค่าของผลผลิต และพัฒนา

ศักยภาพบุคลากรของมหาวิทยาลัยทั้งคณาจารย์ นักศึกษา และบุคลากรฝ่ายสนับสนุนวิชาการ ให้เป็นที่ปรึกษาโครงการให้มีความเชี่ยวชาญ

2. วิธีการวิจัย

2.1 การศึกษากระบวนการผลิตทั้งกระบวนการผลิตเพื่อเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์หาแนวทางปรับปรุงกระบวนการผลิต





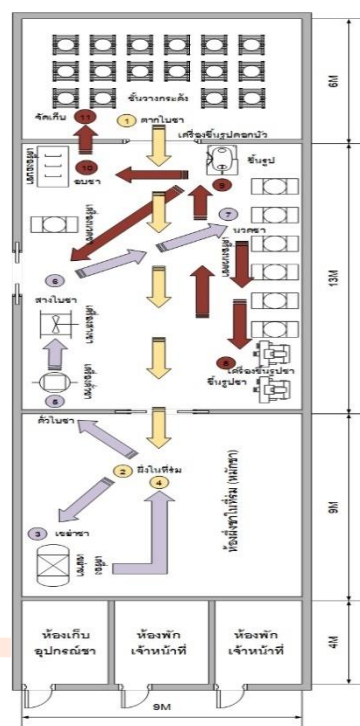
รูปที่ 1 การเก็บข้อมูลกระบวนการผลิตชาอยู่หลง

2.2 การเก็บข้อมูลแผนผังกระบวนการวนการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุงเพื่อวิเคราะห์หาความสูญเสียของกระบวนการผลิตชาอยู่หลง โดยวิเคราะห์ระยะทางการขนส่งและเคลื่อนที่ภายในกระบวนการผลิต

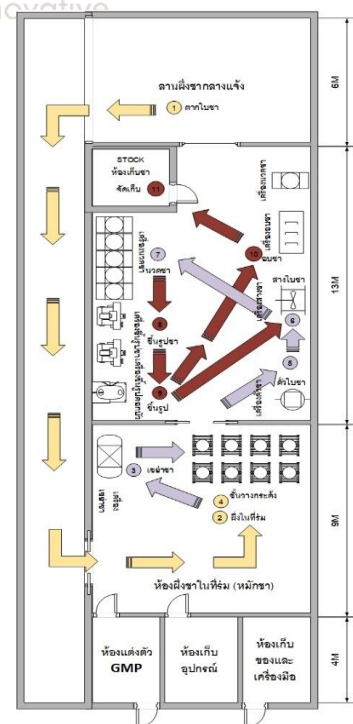
2.3 การใช้ Flow Process Chat เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์หาความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตโดยจะเปรียบเทียบก่อนและหลังเพื่อวิเคราะห์หาระยะทางขนส่งและเคลื่อนที่ภายในกระบวนการผลิต

2.4 การส่งเสริมระบบการซ่อมบำรุงเครื่องจักรภายในโรงงานเพื่อลดความสูญเสียในการรอคอย ลดค่าแรงในการผลิต และเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตโดยได้พบปัญหาของเครื่องอบชาไม่สามารถควบคุมพัลลัมอัดอากาศได้ จุดชำรุดที่จุดความควบคุมกระแสลม ที่นำพาความร้อนจากเบิร์นเนอร์ เข้าสู่เครื่องอบชา ไม่สามารถปรับความเร็วของกระแสลมได้ ทำให้เกิดปัญหาของการควบคุมคุณภาพในกระบวนการของการอบชา อีกทั้งยังเกิดความเสียหายในกระบวนการผลิตและเกิดความสูญเสียในกระบวนการผลิต ในส่วนของ การรอคอย ความแออัด และยังเสียค่าล่วงเวลาที่เกิดขึ้นในกระบวนการอบชา ซึ่งหากสั่งซื้อใหม่จากต่างประเทศ ราคา ตัวละ 32,400 บาท ทางคณะทำงานจึงทำการดัดแปลง ชุดลูกปืน ทั้ง 3 ตัว ที่เกิดจากการแตกชำรุดที่แกนบังคับทำให้คดงอและสปริงชุดบังคับแตกหัก จึงได้ทำการแก้ไขโดยการปรับเปลี่ยนและปรับแต่งชุดลูกปืน ภายในตัวควบคุมลมทั้งระบบควบคุม รวมถึงการสาธิตการใช้งานที่ถูกต้อง

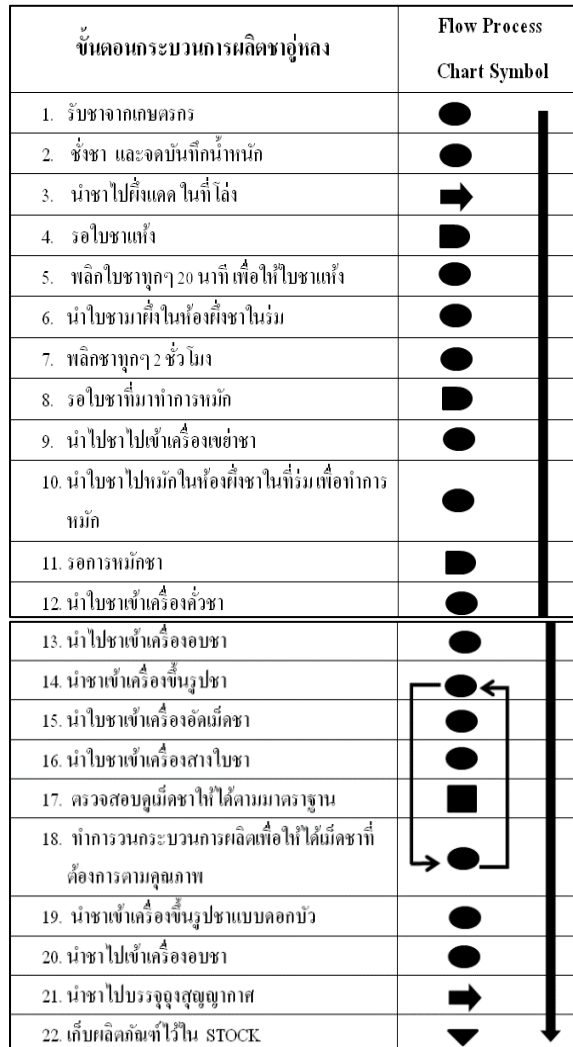
หลังการแก้ไขให้กับหัวหน้างานชาและพนักงานภายในโรงงาน



รูปที่ 2 แสดงแผนผังกระบวนการผลิตก่อนการปรับปรุง

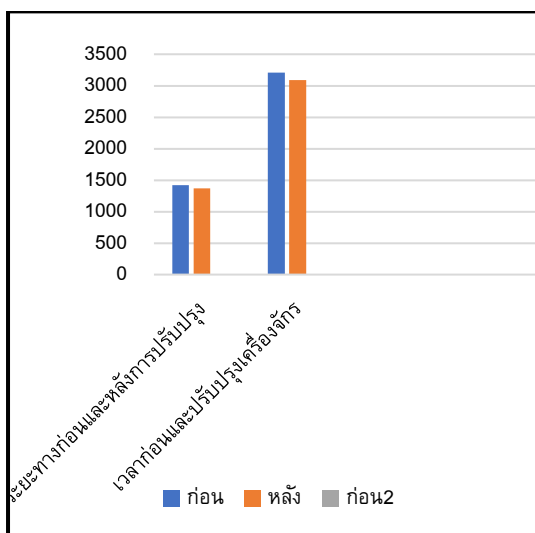


รูปที่ 3 แสดงแผนผังหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต

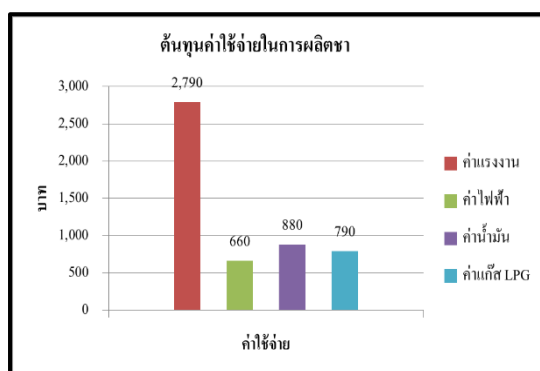


รูปที่ 4 แสดงการใช้สัญลักษณ์ของ
แผนกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้น

คำอธิบายกระบวนการผลิต	ระยะเวลา (นาที)	เวลา(นาที)	สัญลักษณ์					หมายเหตุ
			○	➡	D	■	▼	
รับจากเกษตรกร	3	420	●	➡	D	■	▼	รับจาก 20-30 คน
ชั่งฯ และจัดบันทึกน้ำหนัก		5	●	➡	D	■	▼	
นำฯ ไปต้้มแลด ในที่โล่ง	5		○	➡	D	■	▼	
รอในฯแห้ง		120	○	➡	D	■	▼	
พลิกในฯเพื่อให้อบแห้ง		20	●	➡	D	■	▼	
นำในฯมาเก็บในหึ่งกึ่งในฯ	18		○	➡	D	■	▼	
นำในฯไปใส่ในกระดิง		15	●	➡	D	■	▼	(๔ รอบ) ***
รอในฯแห้ง		120	○	➡	D	■	▼	
พลิกในฯ	5		●	➡	D	■	▼	
รอในฯแห้ง		120	○	➡	D	■	▼	
พลิกในฯ	5		●	➡	D	■	▼	
รอในฯแห้ง		120	○	➡	D	■	▼	
พลิกในฯ	15		●	➡	D	■	▼	
นำในฯไปใส่ในหึ่งกึ่ง	2		○	➡	D	■	▼	
เครื่องเข้ฯทำงาน		80	●	➡	D	■	▼	รอบละ 20 นาที ๔ รอบ
นำฯไปใส่ในหึ่งกึ่ง	2		○	➡	D	■	▼	
รอในฯ		180	○	➡	D	■	▼	
นำในฯไปใส่ในเครื่องล้ง	9		○	➡	D	■	▼	
เครื่องล้งทำงานที่อุณหภูมิ ๖๐๐ องศา		119	●	➡	D	■	▼	รอบละ ๖ นาที ๔ รอบ
นำในฯไปใส่ในหึ่งกึ่ง	2		○	➡	D	■	▼	
รอในฯ		5	○	➡	D	■	▼	
นำในฯไปใส่ในเครื่องอบ	2		○	➡	D	■	▼	
นำในฯไปใส่ในหึ่งกึ่ง		3	●	➡	D	■	▼	
นำในฯไปใส่ในหึ่งกึ่ง		3	●	➡	D	■	▼	
นำในฯไปใส่ในหึ่งกึ่ง	7		○	➡	D	■	▼	
พลิกในฯ		720	○	➡	D	■	▼	
นำในฯไปใส่ในเครื่องอบ	4		○	➡	D	■	▼	
รอในฯแห้ง		7	○	➡	D	■	▼	
นำในฯไปใส่ในเครื่องอบ	14		○	➡	D	■	▼	การอบรอบ
นำในฯไปใส่ในเครื่องอบ	3		○	➡	D	■	▼	การอบรอบ
นำในฯไปใส่ในเครื่องอบ	2		○	➡	D	■	▼	การอบรอบ
นำในฯไปใส่ในเครื่องอบ	7		○	➡	D	■	▼	การอบรอบ
นำในฯไปใส่ในเครื่องอบ	4		○	➡	D	■	▼	การอบรอบ
นำในฯไปใส่ในเครื่องอบ	2		○	➡	D	■	▼	การอบรอบ
นำในฯไปใส่ในเครื่องอบ	1		○	➡	D	■	▼	การอบรอบ
นำในฯไปใส่ในเครื่องอบ	4		○	➡	D	■	▼	การอบรอบ
นำในฯไปใส่ในเครื่องอบ	7		○	➡	D	■	▼	การอบรอบ
นำในฯไปใส่ในเครื่องอบ	14		○	➡	D	■	▼	การอบรอบ
นำในฯไปใส่ในเครื่องอบ	3		○	➡	D	■	▼	การอบรอบ
นำในฯไปใส่ในเครื่องอบ	2		○	➡	D	■	▼	การอบรอบ
นำในฯไปใส่ในเครื่องอบ	7		○	➡	D	■	▼	การอบรอบ
นำในฯไปใส่ในเครื่องอบ	4		○	➡	D	■	▼	การอบรอบ
นำในฯไปใส่ในเครื่องอบ	2		○	➡	D	■	▼	การอบรอบ
นำในฯไปใส่ในเครื่องอบ	1		○	➡	D	■	▼	การอบรอบ
นำในฯไปใส่ในเครื่องอบ	4		○	➡	D	■	▼	การอบรอบ
นำในฯไปใส่ในเครื่องอบ	7		○	➡	D	■	▼	การอบรอบ
นำในฯไปใส่ในเครื่องอบ	14		○	➡	D	■	▼	การอบรอบ
นำในฯไปใส่ในเครื่องอบ	3		○	➡	D	■	▼	การอบรอบ
นำในฯไปใส่ในเครื่องอบ	2		○	➡	D	■	▼	การอบรอบ
นำในฯไปใส่ในเครื่องอบ	7		○	➡	D	■	▼	การอบรอบ
นำในฯไปใส่ในเครื่องอบ	4		○	➡	D	■	▼	การอบรอบ
นำในฯไปใส่ในเครื่องอบ	2		○	➡	D	■	▼	การอบรอบ
นำในฯไปใส่ในเครื่องอบ	1		○	➡	D	■	▼	การอบรอบ
นำในฯไปใส่ในเครื่องอบ	4		○	➡	D	■	▼	การอบรอบ



รูปที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบกระบวนการผลิต ก่อนและหลังการปรับปรุง



รูปที่ 9 แสดงกราฟค่าใช้จ่ายต่อการรอบการผลิต (ไม่รวมวัตถุดิบ)

3. ผลการวิจัย

3.1 จากการเก็บข้อมูลกระบวนการผลิต ผลที่ได้รับ คือ ฐานข้อมูลองค์ความรู้กระบวนการผลิต เพื่อนำไปถ่ายทอดองค์ความรู้แบบบูรณาการ และใช้เป็นฐานข้อมูลในการทำคู่มือกระบวนการผลิตชาวู่หลงแบบมาตรฐาน

3.2 ผลจากการปรับปรุงแผนผังกระบวนการโรงงานชา คือได้พื้นที่การทำงานเพิ่มขึ้นจากเดิม 279 ตารางเมตร เป็น 334 ตารางเมตร พื้นที่ทำงานเพิ่มขึ้น 55 ตารางเมตร มีระยะทางขนส่งและเคลื่อนที่ลดลง จากเดิม

1,423 เมตร เป็น 1,366 เมตร ลดลงได้ 57 เมตร ซึ่งเป็นการลดความเมื่อยล้าของพนักงาน และได้พื้นที่ใช้สอยภายในโรงงานเพิ่มคือ ห้องเก็บใบชาแห้ง และห้องแต่งตัวพนักงานแบบมาตรฐาน

3.3 ผลจากการส่งเสริมระบบ การบำรุงรักษาเครื่องอบชาและสถิติการใช้งานที่ถูกต้องให้กับพนักงานผลิตชาภายในโรงงาน ทำให้สามารถลดการรอคอย ลงได้ 2 ชั่วโมง ลดความเมื่อยล้า ลงได้ ร้อยละ 11 สามารถลดค่าแรงจากการทำงานล่วงเวลาลงได้ 248 บาท รอบการผลิต คิดอัตราการผลิตต่อปี คือ 9 เดือนคือ 248 X 275 วัน เท่ากับลดลงได้ 78,100 ต่อปี

รูปที่ 9 แสดงกราฟค่าใช้จ่ายต่อการรอบการผลิต (ไม่รวมวัตถุดิบ)

4. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ในการการวิเคราะห์การปรับปรุงกระบวนการผลิตต้องทำการปรับปรุงควบคุมแบบประสานความสอดคล้องของกระบวนการผลิต พนักงานผลิต เครื่องจักร และวัตถุดิบ ซึ่งทุกคนมีส่วนร่วมในทุกด้าน จะให้เกิดปรับปรุงกระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพและลดต้นทุนลงได้ เพื่อใช้พัฒนาต่อไปในอนาคต และยังสามารถเป็นโรงงานต้นแบบเพื่อขยายผลสู่โรงงานอื่นๆ ภายในมูลนิธิโครงการ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณส่วนสนับสนุนการดำเนินงานมูลนิธิโครงการหลวง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงาน ขอขอบคุณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวางที่เอื้อเฟื้อวัตถุดิบ ในการวิจัย ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ และผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และข้อมูลที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย รวมถึงการประสานร่วมกันทำให้งานวิจัยในครั้งนี้บรรลุตามเป้าหมายและวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

- [1] ธนฤช ชื่นเซ่ง.(2557).การลดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติก กรณีศึกษา: ของเสียประเภทจุดดำ.วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.
- [2] ศุภพัฒน์ ปิงตา.(2557). การนำเครื่องมือคุณภาพ ทั้ง 7 (7 QC Tools) มาประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรม.มหาวิทยาลัยขอนแก่น เข้าถึงได้ จ ก : http://www.eng.mut.ac.th/article_detail.php?id=50 สืบค้น 3 มกราคม 2560.
- [3] สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน กรมสวัสดิการ และคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน. (2560). แนวทางการปรับปรุงสภาพการทำงานที่ผู้ปฏิบัติงานมีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อเนื่องจากการทำงาน. กรุงเทพฯ : เรียงสาม กราฟฟิค ดีไซน์.
- [4] สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. (2559). สรุปสภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรมปี 2559. กรุงเทพมหานคร.
- [5] สุทธิยา กาญจนสุข. (2553). การลดของเสียที่เกิดจากสีไม่ตรงตามมาตรฐานในกระบวนการพิมพ์บรรจุภัณฑ์. การศึกษาอิสระวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมคุณภาพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

การออกแบบและพัฒนาเครื่องสกรูลำเลียงดินในกระบวนการผลิตอิฐบล็อกประสาน

สมชาย โพธิ์พยอม¹, พินิจ บุญเยี่ยม², นิตกร หลีชัย³,
วริศ จิตต์ธรรม⁴, ประเทียบ พรหมสินอง⁵ และ ศักดิ์สิทธิ์ ชื่นชมณาจาด^{6*}

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิชณุโลก 65000

รับบทความ 26 ตุลาคม 2561 ตอรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 15 มิถุนายน 2563

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

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องสกรูลำเลียงดินในกระบวนการผลิตอิฐบล็อกประสาน เครื่องสกรูลำเลียงดินที่ใช้ในกระบวนการผลิตอิฐบล็อกประสานออกแบบตามมาตรฐาน CEMA โดยใช้ใบสกรูแบบสกรูใบเต็ม ระยะพิทช์ (Pitch) มาตรฐานที่มีความกว้าง 200 มิลลิเมตร ขนาดของเครื่องมีความกว้าง 1,020 มิลลิเมตร ความยาว 3,900 มิลลิเมตร ความสูง 2,700 มิลลิเมตร และใช้มอเตอร์ 2 แรงม้า 3 เฟส 380 โวลต์ เป็นต้นกำลัง โดยส่งกำลังจากมอเตอร์ไปสู่ใบสกรูลำเลียงดิน ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของเครื่องสกรูลำเลียงดินแดงและดินลูกรัง โดยใช้ความเร็วรอบ 40 รอบ/นาที และปรับระดับองศาได้ 3 ระดับ คือ 30, 34 และ 38 องศา พบว่าที่ระดับ 34 องศา มีประสิทธิภาพในการลำเลียงดินแดงและดินลูกรังที่ดีที่สุด มีค่าเฉลี่ยในการลำเลียงดินแดง 49.16 กิโลกรัม/นาที และดินลูกรัง 50.42 กิโลกรัม/นาที

คำสำคัญ: เครื่องสกรูลำเลียง, อิฐบล็อกประสาน

Design and Development of Transport Screw Machine for Brick Block Manufacturing

Somchai Peopayom¹, Phinich Boonaiem², Nitikorn Leechai³,
Varis Jittham⁴, Prataeb Promsinong⁵ and Saksit Chuenchomnakjad^{6*}

Program of Industrial Engineering,
Rajamangala University of Technology Lanna Phitsanulok 65000

Received: 26 October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 15 June 2020

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

Abstract

This research aimed to design and develop the transport screw machine for brick block manufacturing. It was designed following CEMA standard to use a single flight standard pitch, width of 200 mm. The size of machine was 1,020 mm in width, 3,900 mm in length and 2,700 mm in height with 2 horsepower motor, 3 phases, 380 volts to drive the motor to transport soil screw thread. The result of performance testing of transport screw machine using Din-daeng and lateritic soil with 40 round/min speed and 3 level adjustable degrees of 30, 34 and 38 degrees. It was found that, the level of 34 degree was the best performance for Din-daeng and lateritic soil. The average of Din-daeng transport was 49.16 kg/min and lateritic soil was 50.42 kg/min.

Keywords: Transport Screw Machine, Brick Block

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศกำลังพัฒนาที่มีการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานเป็นจำนวนมาก ทำให้ต้องใช้วัสดุต่างๆ ในการก่อสร้างเช่น เหล็ก หิน ปูน ทราย และอิฐ ฯลฯ โดยเฉพาะอิฐที่มีหลากหลายประเภทที่มีความเหมาะสมกับอากาศและสภาพแวดล้อมในการใช้งานต่างกัน เช่น อิฐมอญ อิฐบล็อกหรือคอนกรีตบล็อก อิฐมวลเบาหรือคอนกรีตมวลเบา นอกจากนี้สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) [1] ยังได้มีการวิจัย ปรับปรุง และพัฒนาอิฐบล็อกประสานที่มีความแข็งแรง ทนทาน ง่ายต่อนำไปใช้งาน การผลิตอิฐบล็อกประสานจึงเป็นอีกอาชีพหนึ่งที่สามารถสร้างรายได้ให้สำหรับผู้สนใจ เพราะขั้นตอนการผลิตนั้นไม่ซับซ้อนมาก แต่ปัจจุบันเทคโนโลยีในการผลิตอิฐบล็อกประสานยังไม่ได้รับการพัฒนาเท่าที่ควร โดยเฉพาะเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตยังไม่ทันสมัยจึงจำเป็นต้องใช้แรงงานคนเป็นหลัก ทำให้มีต้นทุนจากแรงงานเพิ่มขึ้นและยังใช้เวลาในการผลิตต่อก้อนสูง นอกจากนี้จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าในอุตสาหกรรมการผลิตอิฐบล็อกนิยมใช้สายพานในการลำเลียงคอนกรีต แต่พบปัญหาการสึกของลูกปืนลูกกลิ้งเร็วและปัญหาคอนกรีตติดสายพาน [2] จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้สนใจพัฒนาเครื่องสกรูลำเลียงดิน เพื่อลดต้นทุนที่เกิดจากแรงงานคนในการขนดินเข้าเครื่องย่อยดินและช่วยลดระยะเวลาในการผลิต โดยในการผลิตอิฐบล็อกประสานที่พัฒนาขึ้นจะมีกระบวนการผลิตที่ครบวงจรเริ่มตั้งแต่ เครื่องสกรูลำเลียงดิน เครื่องย่อยดิน เครื่องคัดขนาดดิน เครื่องผสมดิน เครื่องสายพานลำเลียง และเครื่องอัดอิฐบล็อกประสาน ตามลำดับ

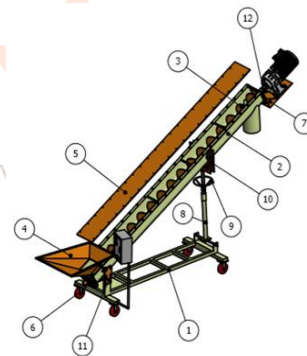
2. วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องสกรูลำเลียงดินเพื่อผลิตอิฐบล็อกประสาน โดยได้ศึกษาประสิทธิภาพการลำเลียงดิน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ออกแบบและจัดทำโครงสร้างเครื่องสกรูลำเลียงดินที่มีความเหมาะสมต่อการลำเลียงดินในกระบวนการผลิตอิฐบล็อกประสานที่ออกแบบตาม

มาตรฐาน CEMA [6-8] โดยใช้ใบสกรูแบบสกรูใบเต็ม ระยะพิทช์มาตรฐานที่มีความกว้าง 200 มิลลิเมตร มีขนาดของโครงสร้างกว้าง x ยาว x สูง เป็น 1,020 x 3,900 x 2,700 มิลลิเมตร และใช้มอเตอร์ 2 แรงม้า 3 เฟส 380 โวลต์ เป็นต้นกำลัง โดยส่งกำลังจากมอเตอร์ไปสู่อุปกรณ์ลำเลียงดินที่มีขนาดของชุดใส่ดิน 700 x 760 x 235 มิลลิเมตร

2.2 ศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องสกรูลำเลียงดิน โดยใช้อัตราความเร็วรอบของมอเตอร์ 40 รอบ/นาที และเครื่องสกรูลำเลียงดินสามารถปรับระดับความเอียงได้ 3 ระดับคือ 30, 34 และ 38 องศา ซึ่งเป็นระดับองศาที่อยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกับที่งานวิจัยต่างๆ เลือกใช้ [2] โดยนำดินแดงที่มีดินลูกรังผสม น้ำหนักประมาณ 100 กิโลกรัม ใส่ในถังฮอปเปอร์ หลังจากนั้นดินจะถูกลำเลียงผ่านใบสกรูลำเลียง ในเวลา 1 นาที ซึ่งน้ำหนักดินแดงและดินลูกรังที่ผ่านการลำเลียง ทำการทดลองจำนวน 5 ครั้ง



รูปที่ 1 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องย่อยดิน 1) ฐานเครื่อง 2) รางสกรูลำเลียง 3) สกรูลำเลียง 4) ถังฮอปเปอร์ 5) ฝาปิดรางสกรูลำเลียง 6) ล้อ 7) ฐานมอเตอร์ 8) ขาปรับระดับ 9) มือหมุนปรับระดับ 10) แขนรับน้ำหนัก 11) แผ่นเพลท 12) บรูส

3. ผลการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องสกรูลำเลียงดิน โดยพิจารณาจากน้ำหนักเทียบกับเวลาของดินแดงที่ใช้ผลิตอิฐบล็อกประสานได้กับดินลูกรัง ซึ่งน้ำหนักเฉลี่ยของดินทั้ง 2 ชนิดแสดงดังตารางที่ 1 พบว่าที่ระดับ 30 องศา สามารถแยกดินแดงได้ 50.02 กิโลกรัม/นาที่ และดินลูกรัง 50.08 กิโลกรัม/นาที่ ที่ระดับ 34 องศา ได้ดินแดง 49.16 กิโลกรัม/นาที่ และดินลูกรังได้ 50.42 กิโลกรัม/นาที่ และที่ระดับ 38 องศา ได้ค่าเฉลี่ยดินแดงได้ที่ 48.73 กิโลกรัม/นาที่ และดินลูกรัง 49.04 กิโลกรัม/นาที่ ดังนั้นปริมาณดินแดงและดินลูกรังที่แยกได้ที่ระดับองศาต่างๆ มีความแตกต่างกันเล็กน้อย คือ ในระดับ 30 และ 34 องศาให้อัตราการลำเลียงดินได้ดีกว่าระดับ 38 องศาเล็กน้อย แต่ที่ระดับ 30 มีระดับความสูงที่ต่ำกว่าเครื่องย่อยดิน ดังนั้นทำให้ระดับ 34 องศามีประสิทธิภาพการลำเลียงดินเพื่อนำเข้าเครื่องย่อยดินที่เหมาะสมกว่าระดับอื่นๆ ลักษณะของดินลูกรังและดินแดงที่ได้จากการลำเลียง แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ดินลูกรังและดินแดงที่ได้จากการลำเลียง

4. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการทดลองสรุปว่า อัตราการลำเลียงดินแดงและดินลูกรัง โดยใช้อัตราความเร็วรอบ 40 รอบ/นาที่ และปรับระดับองศา 3 ระดับ คือ 30, 34 และ 38 องศา ผ่านใบสกรูลำเลียงดิน เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลำเลียงดินแต่ละระดับองศา พบว่าที่ระดับ 34 องศา มีประสิทธิภาพในการลำเลียงดินแดงและดินลูกรังที่ดีที่สุด ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ดินแดง 49.16 กิโลกรัม/นาที่ และดินลูกรัง 50.42 กิโลกรัม/นาที่ นอกจากนี้ยังมีระดับความสูงที่เหมาะสมกับความสูงของเครื่องย่อยดิน อีกทั้งยังมีอัตราความเร็วในการลำเลียงดินแดงและดินลูกรังที่สูงซึ่งมีความเหมาะสมกับลักษณะในการใช้งานลำเลียงดินไปสู่เครื่องย่อยดินได้ดีที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พิชญ์โลก ที่ให้การสนับสนุนด้านงบประมาณ เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] จิรศักดิ์ เพ็ชรวิภาค. ดำนานบล็อกดินซีเมนต์และบล็อกประสาน วว. ตอนที่ 2. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ; 2556. 57-60.
- [2] วสันต์ ศรีเมือง. การพัฒนาเครื่องจักรสำหรับผลตคอนกรีตบล็อกในโรงงานอุตสาหกรรม. การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ ครั้งที่ 5. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา; 2550. 48-53.
- [3] อนุชา หิรัญวัฒน์, อัศวิน ยอดรักษ์. การวิเคราะห์หาอัตราการขนถ่ายในแนวราบของอุปกรณ์ ป้อนจ่ายวัสดุแบบใบสกรู. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 2549; 2(1): 1-8.

- [4] พรชัย จงจิตรไพศาล. สกรูขนถ่ายวัสดุ, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น. กรุงเทพฯ. 2548. 236 หน้า.
- [5] มาโนช วิทันโย, สุทัศน์ ยอดเพชร, การิณย์ หอมชาติ. การพัฒนาเครื่องลำเลียงเมล็ดข้าวเปลือก. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 2549; 10(1): 73-80.
- [6] พันคำ ศรีอุทัย, พรชัย จงจิตรไพศาล, ณรงค์ โมกขวิสุทธิ์, ยรรยง ศรีสม, ศุภชัย ตระกูลทรัพย์ทวี. ขนถ่ายวัสดุ ชุดที่ 2. กรุงเทพฯ: เอ็มแอนด์อี บจ; 2552. 308 หน้า.
- [7] ชัยวัฒน์ พรหมเพชร. เครื่องอบผลปาล์มแบบสกรู. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์; 2556. 182 หน้า.



ผลของน้ำตาล กลีเซอรอล และอุณหภูมิการทำแห้งต่อคุณภาพของมัลเบอร์รี่อบแห้ง

ปิยะนุช รสเครือ^{1*} สุภัทรา แท่งทอง¹ และ กรรณิการ์ อินทะ¹

¹ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน 59 ต.ฝายแก้ว อ.ภูเพียง จ. น่าน 55000

รับบทความ 27 ตุลาคม 2561 ตอรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 15 มิถุนายน 2563

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

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมของมัลเบอร์รี่อบแห้ง โดยใช้การทดลองแบบผสม (Mixture design) กำหนดปัจจัยที่ทำการศึกษามากำหนดช่วง ศึกษา 3 ปัจจัย คือ ปริมาณน้ำตาล (ร้อยละ 0-100) ปริมาณกลีเซอรอล (ร้อยละ 0-100) และอุณหภูมิการอบแห้ง (60-70 °C) ได้จำนวน 10 สิ่งทดลอง นำผลมัลเบอร์รี่อบแห้งศึกษาคุณภาพด้านสี ปริมาณความชื้น ค่าวอเตอร์เอกติวิตี (aw) ความชื้น และการยอมรับทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์ผลคุณภาพหาสูตรที่เหมาะสมโดยวิธีการวิเคราะห์พื้นผิวตอบสนอง จากการศึกษา พบว่า สูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่อบแห้งสูตรที่ได้รับการยอมรับความชอบจากผู้บริโภค คือ สูตร 4 มีสัดส่วนของปริมาณน้ำตาล ร้อยละ 15 ปริมาณกลีเซอรอลร้อยละ 2.5 อบแห้งที่อุณหภูมิ 60°C โดยมีค่าวอเตอร์เอกติวิตี 0.52 และผู้ทดสอบชิมมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่อบแห้ง โดยสูตรที่เหมาะสมจากงานวิจัยในครั้งนี้จะนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลไม้ไทยชนิดอื่น ๆ ต่อไป

คำสำคัญ: มัลเบอร์รี่อบแห้ง, ค่าวอเตอร์เอกติวิตี, อุณหภูมิการทำแห้ง, การวิเคราะห์พื้นผิวตอบสนอง

Effects of Sugar and Glycerol Content and Temperature Drying On Quality of Dried Mulberry

Piyanuch Roskhrua^{1*} Supattra Tangtong¹ and Kannika Inta^{1*}

¹ Rajamangala University of Technology Lanna, Nan, 59 Fai Kaeo Subdistrict, Pupheang District, Nan 55000

Received: 27 October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 15 June 2020

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

Abstract

The objective of this study was to investigate the optimal formulation of dried mulberry product by using mixture design. Three factors were determined by simplex centroid design; 0-30% sugar, 0-5% glycerol and temperature drying at 60-70°C. Then data was analyzed by using response surface methodology. From contour plot, the results showed that three components significantly affected ($p \leq 0.05$) the water activity (aw) content, texture profile and sensory score of overall liking. The optimal formulation was composed of 15% sugar, 2.5% glycerol and temperature drying at 65°C. The water activity and sensory score of overall liking were 0.52 and 6.0 (like slightly).

Keywords: Dried Mulberry, Water Activity Content, Drying Temperature, Mixture Response Surface

1. บทนำ

มัลเบอร์รี่ (Mulberry) เป็นผลไม้ที่มีปริมาณแอนโทไซยานินอยู่สูงอีกชนิดหนึ่ง โดยที่ศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ น่าน กรมหม่อน ได้นำมาส่งเสริมให้เกษตรกรในโครงการพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ในพื้นที่จังหวัดน่านเพราะปลูก ตั้งแต่ปี 2551 เป็นต้นมา ปัจจุบันในปี 2561 มีพื้นที่ปลูกมัลเบอร์รี่ในจังหวัดน่าน ทั้งหมด 450 ไร่ ผลผลิตปี 2560 ในฤดูกาล (ช่วงเดือน มกราคม – เมษายน) ประมาณ 300 ตัน คิดเป็นเงิน 15 ล้านบาท และนอกฤดูกาล (ช่วงเดือน ตุลาคม – ธันวาคม) ประมาณ 180 ตัน คิดเป็นเงิน 9 ล้านบาท โดยเฉพาะในพื้นที่สถานีพัฒนาการเกษตรที่สูงตามพระราชดำริภูพยัคฆ์ อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน ซึ่งเป็นแหล่งใหญ่ในการให้ผลผลิตหม่อนผลสด เมื่อปี 2561 มีผลผลิตมากถึง 120 ตัน คิดเป็นร้อยละ 40 ของผลผลิตทั้งจังหวัด นอกจากนี้ในพื้นที่อำเภอท่าวังผา มีกลุ่มเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการพระราชดำริฯ หลายกลุ่มที่เป็นรายย่อย ซึ่งคาดว่าผลผลิตจะเพิ่มขึ้นทุกปี แต่กลับพบปัญหาคุณภาพของมัลเบอร์รี่สดที่ต้องส่งเข้าโรงงานผลิตน้ำมัลเบอร์รี่เน่าเสียเร็วเนื่องจากใช้เวลาขนส่งนาน คมนาคมลำบากไม่สามารถขนส่งได้ทันก่อนการเน่าเสีย และการจำหน่ายบริโภคเป็นผลสดก็ไม่ทันต่อ การเน่าเสียเช่นกัน เนื่องจากผลผลิตมีปริมาณมาก ทางกลุ่มเกษตรกรได้เก็บผลผลิตในลักษณะแช่เยือกแข็งโดยแช่ในพื้นที่ของห้องแช่เยือกแข็งเอกชน แต่เนื่องจากปริมาณผลผลิตมาก พื้นที่ห้องแช่เยือกแข็งไม่เพียงพอ ดังนั้นเพื่อช่วยลดการเน่าเสีย เพิ่มมูลค่าของวัตถุดิบ และรองรับผลผลิตที่จะเพิ่มขึ้นในปีต่อๆ ไป ทางนักวิจัยได้ทดลองทำการศึกษาเบื้องต้นร่วมกับผู้ประกอบการ บริษัททูตอยอินดัสเตรียล จำกัด ในการอบแห้งมัลเบอร์รี่ พบว่า มัลเบอร์รี่ผลสด 4 กก. ได้มัลเบอร์รี่แห้ง 1 กก. คิดเป็นต้นทุนการผลิตมัลเบอร์รี่อบแห้ง กก. ละ 200 บาท (รวมค่าน้ำ ไฟฟ้าและแรงงาน) สามารถจำหน่ายออกสู่ตลาดภายในและภายนอกประเทศ กก.ละ 350 บาท โดยเฉพาะผู้ประกอบการจากประเทศจีนได้ทดสอบชิมสินค้าแล้วสนใจจะสั่งนำเข้าประเทศ ซึ่งวัตถุดิบที่นำมาอบแห้งสามารถใช้ผลมัลเบอร์รี่แช่เยือกแข็ง

ได้ทำให้สามารถมีผลผลิตมัลเบอร์รี่มาอบแห้งได้ทั้งปี โดยลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่แตกต่างจากหม่อนผลสด แต่เนื่องจากกระบวนการอบแห้งเป็นการลดปริมาณน้ำออกจากชิ้นอาหาร ถ้าอบแห้งนานมาก หรือดึงเอาน้ำออกมาก ทำให้มัลเบอร์รี่อบแห้งแห้งมากเกินไปเนื้อสัมผัสจะแข็งแห้ง รสชาติไม่ดี แต่ถ้าหากอบแห้งน้อย หรือดึงเอาน้ำออกน้อยทำให้มัลเบอร์รี่อบแห้งมีความชื้นมากโอกาสที่ผลิตภัณฑ์จะเกิดเชื้อรามีอยู่สูง ส่งผลให้อายุการเก็บสั้น

งานวิจัยนี้จึงสนใจพัฒนาผลิตภัณฑ์ มัลเบอร์รี่อบแห้ง โดยใช้ผลมัลเบอร์รี่ทั้งผล ศึกษาปริมาณน้ำตาล (0-30%) และปริมาณกลีเซอรอล (0-5%) ที่อุณหภูมิอบแห้ง (60-70 °C) ที่มีผลต่อคุณภาพคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมีกายภาพและทางประสาทสัมผัสของมัลเบอร์รี่อบแห้ง เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่อบแห้งที่มีคุณภาพและผู้บริโภคยอมรับและเป็นทางเลือกหนึ่งของการแปรรูปผลมัลเบอร์รี่ต่อไป

2. วิธีการวิจัย

2.1 ศึกษาผลของน้ำตาล กลีเซอรอล และอุณหภูมิการทำแห้งต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่อบแห้ง

ผลมัลเบอร์รี่สดจากสถานีพัฒนาการเกษตรที่สูงตามพระราชดำริ ภูพยัคฆ์ จังหวัดน่าน วางแผนการทดลองแบบผสม (Mixture Design) กำหนดปัจจัยที่ทำการศึกษามากำหนดช่วง (Simplex Centroid Design) แบบ 3 ปัจจัย ได้สิ่งทดลอง 10 สิ่งทดลอง ปัจจัยที่ทำการศึกษาประกอบด้วย ปริมาณน้ำตาล (ร้อยละ 0-30) ปริมาณกลีเซอรอล (ร้อยละ 0-5) และอุณหภูมิอบแห้ง (60-70°C) นำมัลเบอร์รี่สดมาล้างน้ำให้สะอาด พักให้สะเด็ดน้ำ ก่อนคลุกน้ำตาลทรายและกลีเซอรอล นาน 12 ชั่วโมง เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5 °C จากนั้นนำผลมัลเบอร์รี่ไปอบด้วยตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 60-70°C นานจนเหลือค่า aw ประมาณ 0.6 เก็บรักษาในถุงพอยด์ปิดสนิท ตรวจสอบคุณภาพ

- ค่าสี ด้วยเครื่อง colorimeter (Konica –10 Minolta CR Color Reader) ค่าที่วัดได้แก่ค่าสี L* (ค่า

ความสว่าง มีค่า 0 - 100), a^* (+ หมายถึง สีแดง, - หมายถึง สีเขียว), b^* (+หมายถึง สีเหลือง, - หมายถึง สีน้ำเงิน)

- ค่าวอเตอร์แอคทีวิตี (water activity, aw) (รุ่น 4TE, Aqua Lab, USA)

- วิเคราะห์ปริมาณความชื้น ตามวิธีของ AOAC (2012)

- การยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้วยการให้คะแนนความชอบตามวิธี Hedonic ชนิด 9 สเกล ที่มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1 ถึง 9 โดย 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด ในคุณลักษณะ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ลักษณะปรากฏ และความชอบโดยรวม จำนวนผู้ทดสอบชิม 50 คน

2.2 การคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมของมัลเบอร์รี่อบแห้ง

ค่าคุณภาพที่ได้จากข้อ 4.1 นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของตัวแปร (Analysis of variance; ANOVA) ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Dunca's new multiple rang test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น $\alpha = 0.05$ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้สมการเชิงเส้น (linear model) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ทางสถิติ คือ

$$Y_i = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3$$

ทั้งนี้กำหนดให้ Y_i คือ คุณภาพ และ X_i คือ ปริมาณร้อยละของส่วนผสม ได้แก่ X_1 คือ ปริมาณน้ำตาล X_2 คือ ปริมาณกลีเซอรอล X_3 คือ อุณหภูมิการอบแห้ง จากนั้นคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมโดยสร้างกราฟ กราฟคอนทัวร์ (contour plot) ของค่าวอเตอร์แอคทีวิตี (aw) ปริมาณความชื้น และค่าความชอบทางประสาทสัมผัส โดยเลือกพื้นที่ที่มีคะแนนความชอบแต่ละคุณลักษณะที่มีคะแนนความชอบมากกว่า 6 และนำกราฟคอนทัวร์ (contour plot) มาซ้อนทับกันเพื่อหาจุดที่เหมาะสมของปริมาณน้ำตาล ปริมาณกลีเซอรอล และอุณหภูมิอบแห้ง เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมที่สุดของผลิตภัณฑ์

3. ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 แสดงค่าสีของมัลเบอร์รี่อบแห้ง พบว่าค่าสี L^* , a^* , b^* ของทุกสูตรมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ค่าความสว่าง (L^*) ของมัลเบอร์รี่อบแห้ง อยู่ในช่วง 18.00-22.95 โดยที่สูตรที่ 4 มีค่ามากที่สุด (สัดส่วนของน้ำตาลทรายร้อยละ 15 และกลีเซอรอลร้อยละ 2.5 ของมัลเบอร์รี่สด อบแห้งที่อุณหภูมิ 60°C) ค่า a^* มีค่าเป็น + ซึ่งหมายถึงมีความเป็นสีแดง โดยที่สูตรที่ 4 มีค่ามากที่สุด ส่วนค่า b^* มีค่าเป็น - ซึ่งหมายถึงมีความเป็นสีน้ำเงิน โดยสูตรที่ 1 มีค่ามากที่สุด (สัดส่วนของน้ำตาลทรายร้อยละ 30 และไมไ่กลีเซอรอล อบแห้งที่อุณหภูมิ 60°C)

ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่อบแห้ง อยู่ในช่วงร้อยละ 14.04-19.41 โดยน้ำหนักเปียก ส่วนค่าวอเตอร์แอคทีวิตีของผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่อบแห้งอยู่ในช่วง 0.42-0.58 ซึ่งค่าปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคทีวิตีมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาลและกลีเซอรอลที่ใช้ในแต่ละสูตร โดยพบว่า สูตรที่ 6 มีค่าวอเตอร์แอคทีวิตีสูงสุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) กับสูตรที่ 7 และ 10 ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าสูตรที่ 3 ไม่ผสมน้ำตาลและกลีเซอรอล อบแห้งที่อุณหภูมิ 70°C มีค่าวอเตอร์แอคทีวิตีต่ำที่สุด

ตารางที่ 2 พบว่า คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏ และความชอบโดยรวมของสูตรที่ 4 มีคะแนนความชอบมากที่สุด สัดส่วนของน้ำตาลทรายร้อยละ 15 และกลีเซอรอลร้อยละ 2.5 ของมัลเบอร์รี่สด อบแห้งที่อุณหภูมิ 60°C รองลงมาสูตรที่ 6 ไม่ผสมน้ำตาลทราย แต่ผสมกลีเซอรอลร้อยละ 2.5 ของมัลเบอร์รี่สด อบแห้งที่อุณหภูมิ 65°C โดยคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ ลักษณะปรากฏ และความชอบโดยรวมของสูตรที่ 4 และ 6 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบคุณภาพด้านค่าวอเตอร์แอคทีวิตีและความชอบทางประสาทสัมผัสของมัลเบอร์รี่อบแห้ง 10 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันระหว่างปัจจัยที่

ศึกษากับคุณภาพ เมื่อนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวิธี RSM สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้สมการเชิงเส้น (linear model) เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่าวอเตอร์แอกทีวิตีและทางประสาทสัมผัสกับปัจจัยที่

ทำการศึกษา คือ ปริมาณน้ำตาล (X_1) ปริมาณกลีเซอรอล (X_2) และอุณหภูมิการทำให้แห้ง (X_3) ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 1 ค่าสี ปริมาณความชื้น และค่าวอเตอร์แอกทีวิตีของมัลเบอร์รี่อบแห้ง

สิ่ง ทดลอง	ปริมาณ น้ำตาล (X_1)	ปริมาณ กลีเซอ รอล (X_2)	อุณหภูมิ อบแห้ง (X_3)	ค่าสี			ปริมาณความชื้น (% wet basis)	ค่าวอเตอร์แอก ทีวิตี (a_w)
				L^*	a^*	b^*		
1	1.0	0	0	18.10 ^e ±0.22	+2.95 ^{cd} ±0.22	-18.15 ^a ±0.35	16.39 ^e ±0.24	0.50 ^{de} ±0.03
2	0	1.0	0	22.35 ^{ab} ±0.49	+3.15 ^c ±0.04	-12.60 ^{de} ±0.40	17.12 ^d ±0.39	0.46 ^{ef} ±0.02
3	0	0	1.0	21.15 ^{bcd} ±0.13	+3.35 ^{abc} ±0.22	-14.00 ^c ±0.27	14.04 ^f ±0.36	0.42 ^f ±0.05
4	0.5	0.5	0	22.95 ^a ±0.22	+3.90 ^a ±0.27	-11.25 ^f ±0.17	18.75 ^{ab} ±0.05	0.52 ^{bcd} ±0.01
5	0.5	0	0.5	21.45 ^{bcd} ±0.40	+3.30 ^{bc} ±0.18	-10.00 ^g ±0.34	17.56 ^{cd} ±0.21	0.46 ^{ef} ±0.02
6	0	0.5	0.5	22.25 ^{abc} ±0.22	+3.10 ^{cd} ±0.32	-11.95 ^{ef} ±0.31	18.12 ^{bc} ±0.15	0.58 ^a ±0.03
7	0.333	0.333	0.333	20.75 ^d ±0.40	+2.85 ^{cd} ±0.31	-14.65 ^c ±0.35	19.41 ^a ±0.19	0.55 ^{ab} ±0.02
8	0.333	0.333	0.333	18.00 ^e ±0.19	+3.75 ^{ab} ±0.04	-16.85 ^b ±0.16	17.46 ^{cd} ±0.10	0.49 ^{de} ±0.01
9	0.333	0.333	0.333	21.00 ^d ±0.10	+3.05 ^{cd} ±0.13	-13.75 ^{cd} ±0.15	17.49 ^{cd} ±0.10	0.50 ^{cd} ±0.01
10	0.333	0.333	0.333	21.05 ^{cd} ±0.34	+2.50 ^d ±0.09	-14.50 ^c ±0.09	19.41 ^a ±0.21	0.55 ^{abc} ±0.02

ตารางที่ 2 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของมัลเบอร์รี่อบแห้ง

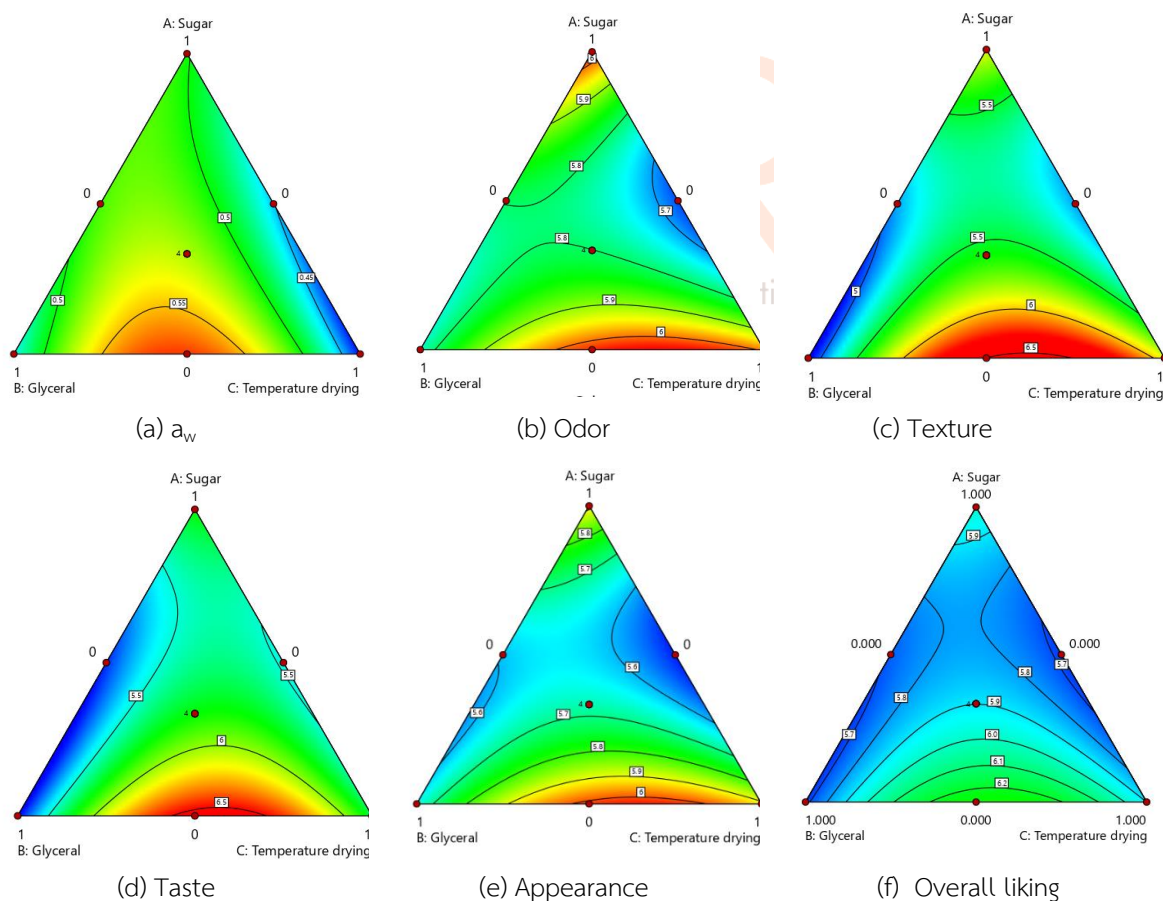
สิ่ง ทดลอง	ปริมาณ น้ำตาล (X_1)	ปริมาณ กลีเซอ รอล (X_2)	อุณหภูมิ อบแห้ง (X_3)	คุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนน)					
				สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ลักษณะ ปรากฏ	ความชอบ โดยรวม
1	1.0	0	0	5.77 ^{bc} ±0.21	6.05 ^{ab} ±0.18	5.95 ^b ±0.12	5.82 ^{bc} ±0.31	5.91 ^{ab} ±0.11	6.00 ^b ±0.29
2	0	1.0	0	5.95 ^{bc} ±0.24	5.77 ^b ±0.36	4.86 ^{cd} ±0.24	5.09 ^{cd} ±0.22	5.64 ^{bc} ±0.16	5.68 ^b ±0.12
3	0	0	1.0	5.73 ^{bc} ±0.19	5.64 ^b ±0.24	4.45 ^d ±0.22	4.50 ^d ±0.18	5.23 ^c ±0.24	5.05 ^c ±0.17
4	0.5	0.5	0	6.27 ^a ±0.27	6.27 ^a ±0.19	6.45 ^a ±0.15	6.55 ^a ±0.25	6.18 ^a ±0.22	6.59 ^a ±0.29
5	0.5	0	0.5	5.68 ^c ±0.16	5.64 ^b ±0.12	4.86 ^{cd} ±0.15	5.41 ^{bc} ±0.13	5.55 ^{bc} ±0.10	5.64 ^b ±0.12
6	0	0.5	0.5	6.05 ^{ab} ±0.23	6.00 ^{ab} ±0.18	6.27 ^a ±0.26	6.50 ^a ±0.19	6.05 ^{ab} ±0.31	6.23 ^{ab} ±0.19
7	0.333	0.333	0.333	6.05 ^{ab} ±0.25	5.86 ^{ab} ±0.19	5.36 ^{bc} ±0.17	5.82 ^{bc} ±0.24	5.64 ^{bc} ±0.24	5.82 ^b ±0.24
8	0.333	0.333	0.333	5.91 ^{bc} ±0.14	5.68 ^b ±0.16	5.86 ^b ±0.27	5.59 ^{bc} ±0.23	5.50 ^{bc} ±0.14	5.82 ^b ±0.35
9	0.333	0.333	0.333	6.05 ^{ab} ±0.33	5.86 ^{ab} ±0.11	5.73 ^{bc} ±0.15	6.05 ^b ±0.18	5.73 ^{bc} ±0.27	6.00 ^b ±0.19
10	0.333	0.333	0.333	6.14 ^{ab} ±0.24	5.86 ^{ab} ±0.23	5.86 ^b ±0.16	5.86 ^{bc} ±0.11	5.86 ^{ab} ±0.21	6.05 ^b ±0.28

หมายเหตุ: ตัวอักษร a-c ในแนวตั้ง หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 3 สมการรีเกรสชันของค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้ รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส ลักษณะปรากฏ และความชอบโดยรวมของมัลเบอร์รี่อบแห้ง

Dependent variable ; y	Predictive Model	R ²
ค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้ (a_w)	$= 0.4479X_1 + 0.4516X_2 + 0.4188X_3 - 0.2009X_1X_2 + 1.2103X_1X_3 + 0.0887X_2X_3$	0.87
รสชาติ (taste)	$= 6.1194X_1 + 4.5205X_2 + 4.5013X_3 + 0.6279X_1X_2 + 2.1776X_1X_3 + 3.8729X_2X_3$	0.91
ลักษณะเนื้อสัมผัส (texture)	$= 6.4619X_1 + 4.9761X_2 + 4.4556X_3 + 0.8888X_1X_2 - 2.3699X_1X_3 + 0.0846X_2X_3$	0.86
ลักษณะปรากฏ (appearance)	$= 6.3202X_1 + 5.8924X_2 + 5.228X_3 - 0.384X_1X_2 - 3.2771X_1X_3 - 0.7126X_2X_3$	0.84
ความชอบโดยรวม (overall liking)	$= 6.4918X_1 + 5.8457X_2 + 5.0464X_3 + 1.1322X_1X_2 - 3.362X_1X_3 + 0.0789X_2X_3$	0.83

หมายเหตุ: X_1 = ปริมาณน้ำตาล X_2 = ปริมาณกลีเซอรอล X_3 = อุณหภูมิการทำแห้ง



รูปที่ 1 Contour plot ของค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้ (a) ความชอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น (b) ลักษณะเนื้อสัมผัส (c) รสชาติ (d) ลักษณะปรากฏ (e) และความชอบโดยรวม (f) ของผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่อบแห้ง

เมื่อนำสมการรีเกรสชันของค่าวอเตอร์แอคติวิตีและคะแนนการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสจากตารางที่ 3 มาสร้างกราฟคอนทัวร์ (Contour plot) โดยพิจารณาเฉพาะคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ดังรูปที่ 1 (a) - (f) นำกราฟ ซ้อนทับกันเพื่อหาพื้นที่ในการคัดเลือกสูตรที่เหมาะสม ดังรูปที่ 1 (f) และทำการเลือกพื้นที่ที่มีคะแนนความชอบมากกว่า 6.0 (ชอบเล็กน้อย) เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสม จากรูปที่ 2 พบว่า พื้นที่ทับกันเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมของปริมาณน้ำตาล กลีเซอรอล และอุณหภูมิ ทำแห้งผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่อบแห้ง โดยมีปริมาณน้ำตาลช่วงร้อยละ 50 ของช่วงปริมาณน้ำตาลร้อยละ 0-30 ปริมาณ กลีเซอรอลร้อยละ 50 ของช่วงปริมาณกลีเซอรอลร้อยละ 0-5 และอุณหภูมิทำแห้ง 60 °C

4. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่อบแห้งมีความสัมพันธ์กับค่าวอเตอร์แอคติวิตี เนื่องจากในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่อบแห้งได้กำหนดค่าวอเตอร์แอคติวิตีให้ต่ำกว่า 0.6 เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่สามารถเก็บรักษาได้นาน ไม่เกิดการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ประเภทเชื้อราได้ง่าย (นิธิยา, 2549) และเนื่องจากในแต่ละสูตรใช้ปัจจัยปริมาณน้ำตาล และปริมาณกลีเซอรอลที่แตกต่างกันทำให้แต่ละสูตรมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำโครงสร้างแตกต่างกัน ส่งผลให้ปริมาณความชื้น และค่าวอเตอร์แอคติวิตีของมัลเบอร์รี่อบแห้งแตกต่างกัน เนื่องจากปริมาณน้ำตาลที่มีอยู่ในวัตถุดิบ และที่เติมลงไปในส่วนผสมสามารถเข้าไปแทนที่น้ำในผลิตภัณฑ์ทำให้น้ำในผลิตภัณฑ์ลดลงส่งผลให้ ค่าวอเตอร์แอคติวิตีของผลิตภัณฑ์ลดลง นอกจากนี้พบว่าสูตรที่ไม่ผสมน้ำตาลและกลีเซอรอล อบแห้งที่อุณหภูมิสูง (70°C) มีค่า วอเตอร์แอคติวิตีต่ำที่สุด เนื่องจากอบแห้งที่อุณหภูมิสูงทำให้น้ำในผลิตภัณฑ์ระเหยออกอย่างรวดเร็ว (Lombard et. al, 2008)

มัลเบอร์รี่อบแห้งสูตร 4 และ สูตร 6 มีการเติมส่วนผสมกลีเซอรอลในปริมาณเท่ากัน ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่ม อาจเป็นเพราะกลีเซอรอลที่ผสมในส่วนผสมช่วยให้มัลเบอร์รี่อบแห้งมีเนื้อสัมผัสที่อ่อนนุ่มรับประทานง่าย (Surbkar, 2013) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสูตรที่ 2, 3 และ 6 เป็นสูตรที่ไม่เติมน้ำตาลทราย แต่เติมกลีเซอรอล อบแห้งที่อุณหภูมิต่างกัน พบว่าอุณหภูมิการอบแห้งมัลเบอร์รี่มีผลต่อความชอบเนื้อสัมผัสมัลเบอร์รี่อบแห้ง โดยสูตรที่ 6 ใช้อุณหภูมิมอบแห้งที่ 65°C ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสมากที่สุด ระดับ 6.27 คะแนน รองลงมาสูตรที่ 2 และ 3 ตามลำดับ อาจเป็นเพราะการอบแห้งอุณหภูมิ 60°C ใช้เวลานานทำให้น้ำระเหยออกจากเนื้อเยื่อผลไม้มากเกินไป ส่วนการอบแห้งอุณหภูมิ 70°C ใช้อุณหภูมิสูงทำให้น้ำบริเวณผิวของมัลเบอร์รี่ระเหยออกเร็วเกินไป ลักษณะเนื้อสัมผัสจึงแห้งแข็ง (Taikhao and Teekasap, 2013)

สรุป สูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่อบแห้งสูตรที่ได้รับการยอมรับความชอบจากผู้บริโภค คือ สูตร 4 มีสัดส่วนของปริมาณน้ำตาลร้อยละ 15 ปริมาณกลีเซอรอลร้อยละ 2.5 อบแห้งที่อุณหภูมิ 60°C โดยมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี 0.52 และผู้ทดสอบชิมมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่อบแห้ง โดยสูตรที่เหมาะสมจากงานวิจัยในครั้งนี้จะนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลไม้ไทย ชนิดอื่น ๆ ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน และ บริษัทภูตอยอินดัสเตรียล จำกัด ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมือในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] คณิตตา พัฒนาภา. (2553). การพัฒนากระบวนการผลิตส้มสายน้ำผึ้งแช่แข็งแช่เย็นแช่แข็ง.

- วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท. มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- [2] นันทวัน เทอดไทย. (2551). การออกแบบ
กระบวนการทางอุตสาหกรรมเกษตร.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร
- [3] นิธิยา รัตนูปนธ์. (2549). เคมีอาหาร.
กรุงเทพมหานคร : โอเอส.พรินติ้ง เฮ้าส์.
- [4] ลดาวัลย์ ช่างชุบ และ เสาวนีย์ เลิศวรสิริกุล.
(2554). การพัฒนากรรมวิธีการผลิตเปลือก
มะนาวแช่อิ่มอบแห้งแบบออสโมซิส. งาน
ประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์
ครั้งที่ 49. 1-4 กุมภาพันธ์ 2555. กรุงเทพ มหา
นคร.
- [5] วนิตา สระทองคำ และ ปราณี อ่านเปรื่อง.
(2544). ปัจจัยที่มีผลต่อการทำแห้งผักทองด้วย
วิธีออสโมซิส. อาหาร 31(4): 279-289.
- [6] AOAC. (2012). Official Methods of
Analysis of AOAC International. (19th
ed.). Virginia: Association of Official
Analytical Chemists.
- [7] Surbkar,R.(2013).DehydrationTechnology.
The Journal of King Mongkut's University
of Technology North Bangkok, 23(2), 500-
512.
- [8] Taikhao, A., and Teekasap, S. (2013).
Natural Convection and Forced
Convection Solar Dryers. EAU Heritage
Journal, 7(1), 23-31.
- [9] Lombard, G.E., Oliveira, J.C., Fito, P. and
Andres, A. (2008). Osmotic dehydration
of pineapple as a pre-treatment for
further drying. Journal of Food
Engineering, 85: 277-284.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาเส้นอบกรอบด้วยการเติมปลาสด

นภาพร ดีสนาม^{1*} และ พิระภา เครือลุน²

^{1,2} สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง 200 หมู่ 17 ตำบลพิชัย จังหวัดลำปาง 52000

รับบทความ 28 ตุลาคม 2561 ตอรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 15 มิถุนายน 2563

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

บทคัดย่อ

ผลิตภัณฑ์ปลาสดเป็นอาหารพื้นบ้านของไทยมักประสบปัญหาการแข่งขันทางการตลาดสูง จึงมีแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นปลาสดเป็นอาหารขบเคี้ยวที่ได้รับความนิยมสูงในปัจจุบัน จึงได้ศึกษาการเติมเครื่องเทศผงหมาล่าที่เหมาะสมร้อยละ 0.25 0.5 0.75 และ 1 ของน้ำหนักเนื้อปลา ศึกษาการเติมปริมาณปลาสดที่เหมาะสมร้อยละ 5 และ 10 ของน้ำหนักเนื้อปลา นำสูตรที่เหมาะสมมาศึกษาอุณหภูมิที่ใช้ในการอบ 100 และ 120 องศาเซลเซียส ร่วมกับระยะเวลา 30 40 และ 50 นาที ตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วยการวัดค่าสี L^* a^* และ b^* หาปริมาณความชื้นหลังอบแห้งและหลังอบให้สุก หาอัตราการพองตัว หาค่า aw และทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสแบบ 9 จุด จากการศึกษาส่วนผสมที่เหมาะสม พบว่า การเติมผงหมาล่าร้อยละ 1 และ ปลาสดร้อยละ 5 มีผลต่อค่าสีแดง (a^*) อัตราการพองตัวมากที่สุด ($p \leq 0.05$) การอบที่อุณหภูมิ 120 °C และระยะเวลา 30 นาที ได้รับคะแนนความชอบรวมและลำดับความชอบรวมมากที่สุด ($p \leq 0.05$)

คำสำคัญ: ปลาสด อาหารขบเคี้ยว ผงหมาล่า ปลาอบกรอบ

Development of Fish Crispy Snack Bar Product with Supplementation of Fermented Fish (*Hypophthalmichthys molitrix*)

Napaporn Deesanam^{1*} and Peerapa Kruealun²

^{1,2} Department of Agro-industry Faculty of Science and Agricultural Technology,
Rajamangala University of Technology Lanna,
200 Moo 17 Tumbol Phichai Muang Lampang Province 52000 Thailand

Receive: 28 October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 15 June 2020

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

Abstract

Thai traditional fermented fish products were faced with a competitive market. The concept of this study was using fermented fish to develop a snack food which is increasing popularity at the present. The concentrations of Chinese spicy powder (Mala) at the concentrations of 0.25, 0.5, 0.75 and 1% based on fish weight and addition of fermented fish at the concentrations of 5 and 10 % were performed to obtain the optimum formulation. The baking processing was carried out at temperatures and times of 100 and 120°C and 30, 40 and 50 min, respectively. The product was determined for color values of L*, a* and b*, moisture contents (before and after baking), expansion ratio, Aw, and sensory evaluation by 9-point hedonic scales. The optimum formula was Mala 1%, and fermented fish 5% resulting in the highest values of redness color (a*) and expansion ratio ($p \leq 0.05$). Baking temperature at 120°C for 30 min produced the product showing the highest acceptance of sensory evaluation ($p \leq 0.05$).

Keywords: fermented fish, snack foods, barbecue spicy Chinese style powder, fish crispy

1. บทนำ

ปลาซมเป็นผลิตภัณฑ์อาหารหมักพื้นบ้านของไทย ที่ได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลาย ปลาซมจังหวัดพะเยา เป็นผลิตภัณฑ์ที่นักท่องเที่ยวมักจะซื้อกลับไปเป็นของฝาก หจก.ปลาซมแม่ทองปอนไร่ก้างเป็นหนึ่งในผู้ประกอบการที่มีชื่อเสียงมาก ปลาซมส่วนใหญ่มีการจำหน่ายในพื้นที่หรือ จังหวัดใกล้เคียง ปัจจุบันประสบปัญหาด้านการจัดจำหน่าย โดยมีผู้ผลิตปลาซมคู่แข่งหลายเจ้า การจำหน่ายผลิตภัณฑ์ ปลาซมไม่มีความหลากหลาย การจำหน่ายในสถานที่ ห่างไกลในระยะเวลานานมักจะประสบปัญหาต้นทุนในการ ถนอมรักษาสภาพผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากผลิตภัณฑ์ปลาซมมี อายุการเก็บรักษาในช่วงระยะเวลานั้น ผู้ประกอบการจึง ต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่เช่น อาหารอบกรอบ เพื่อเพิ่ม ทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคและเพิ่มช่องทางการจำหน่าย สามารถแข่งขันกับผู้ประกอบการรายอื่นได้ ซึ่งอาหารอบกรอบ และอาหารขบเคี้ยว (snack food) จัดอยู่ในเทรนด์ของ ผลิตภัณฑ์อาหารในปี ค.ศ. 2018 (Food story, 2018) และ ได้รับความนิยมสูงในปัจจุบัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาและ พัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ปลาซมอบกรอบให้เป็นที่น่าสนใจเพิ่มขึ้น สำหรับผู้บริโภคในยุคปัจจุบัน

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาสูตรส่วนผสมและกระบวนการผลิตของ ผลิตภัณฑ์ปลาซมอบกรอบที่เหมาะสมต่อคุณภาพทางเคมี กายภาพ ทางประสาทสัมผัส และการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์

3. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ปลาซมเป็นอาหารหมักพื้นบ้านที่ได้รับความนิยม สูงจากผู้บริโภคทั่วทุกภาค ปลาซมนิยมทำจากปลาน้ำจืดที่ หาได้ง่ายตามท้องถิ่นนั้นๆ เช่น ปลาช่อน ปลาตะเพียน ปลา นวลจันทร์ ปลานิล ปลาช่อน ปลาจีน เป็นต้น ส่วนปลาทะเล ไม่นิยมนำมาทำปลาซมเนื่องจากมีกลิ่นคาว การทำปลาซม โดยการนำปลาสดทั้งตัวหรือเฉพาะเนื้อปลามาหมักส่วนผสม

หลักได้แก่ เกลือ กระเทียม ขิง พริก และส่วนผสมอื่น เช่น ข้าวคั่ว ข้าวเหนียวสุก และน้ำตาล การหมักปลาซมโดยทั่วไป มักทำให้เกิดการหมักแบบธรรมชาติโดยอาศัยจุลินทรีย์กลุ่ม แลคติกที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบและอุปกรณ์เครื่องที่ใช้ใน การผลิตในสภาพที่มีอากาศเพียงเล็กน้อย สภาพการหมัก ช่วยให้กลุ่มแบคทีเรียที่สร้างกรดเปลี่ยนสารประกอบคาร์ โบไฮเดรตไปเป็นกรดแลคติกเป็นส่วนใหญ่ที่ทำให้ปลาซมมี รสเปรี้ยวและมีค่า pH ช่วง 4.5-5.0 ในช่วงระยะเวลา 5-7 วัน ซึ่งกรดแลคติกและสารประกอบอินทรีย์ที่แบคทีเรียสร้าง ขึ้นจากกระบวนการหมักช่วยถนอมรักษาอาหาร และช่วย พัฒนาสี กลิ่นรส และรสชาติให้ดีขึ้นเป็นที่ยอมรับต่อ ผู้บริโภค กระบวนการหมักในช่วงระยะเวลาที่ต่างกันมีผลต่อ การสร้างกรดแลคติกและการยอมรับของผู้บริโภค

ขนมขบเคี้ยวหรือของขบเคี้ยว มักพบในวัฒนธรรม ตะวันตกและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ขนมขบเคี้ยวเป็น อาหารว่างที่รับประทานยามว่างเพื่อระงับความหิวระหว่าง มื้อ และให้พลังงานเพียงเล็กน้อย อาจรวมถึงอาหารที่ใช้ บริโภคระหว่างมื้อเพื่อความสนุกสนานในการลิ้มรสชาติ ปลาซมเป็นอาหารขบเคี้ยวประเภทหนึ่งที่ทำให้โปรตีนสูง โดย ผลิตภัณฑ์อาหารขนมขบเคี้ยวประเภทของกรอบจัดได้ว่ามี มากและนิยมนานมากที่สุด ซึ่งมีความหลากหลายรูปแบบ ทั้ง แบบแผ่น แบบแท่ง รสหวาน รสเค็ม แม้กระทั่งแบบสอดไส้ (จิตรลัดดา, 2560) ในปี 2560 อาหารขบเคี้ยวประเภทปลา ซมมีมูลค่าทางการตลาดมากถึง 2,500 ล้านบาท (กันยา รัช, 2561)

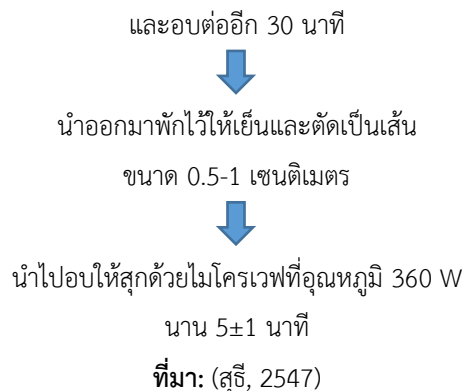
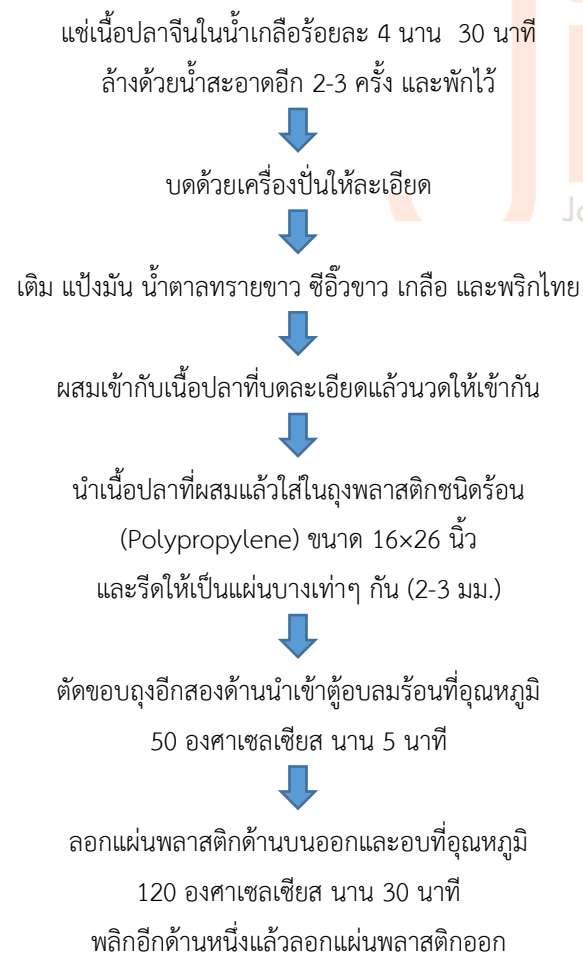
การจำหน่ายปลาซมของผู้ประกอบการในแต่ละ ครั้งอาจจำหน่ายไม่หมดหากเกิดการหมักนานจะมีผลต่อ คุณภาพผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับต่อผู้บริโภค เช่น มีกลิ่นรส เปรี้ยวมากเกินไป มีการแยกน้ำออกมาก เนื้อไม่แน่น ซึ่งมีผล ทำให้ยอดขายลดลง รวมถึงปัญหาการมีคู่แข่งมากขึ้นใน ท้องตลาด ผู้ประกอบการได้จำหน่ายผลิตภัณฑ์ปลาซมเพียง ชนิดเดียวไม่มีความหลากหลาย ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดใน การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาซมอบกรอบให้มีรสชาติถูกใจ ผู้บริโภคในปัจจุบันโดยศึกษาการเติมผงหมากที่เหมาะสม

และศึกษาการเติมพลาสติกที่เหมาะสมเพื่อคงความเป็นเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์พลาสติกเดิมและเป็นการนำเศษของเนื้อพลาสติกที่อาจเหลือจากกระบวนการผลิตมาใช้ประโยชน์ได้อีกทาง โดยพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่ยอมรับต่อผู้บริโภคเพื่อเป็นการเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคและพัฒนาธุรกิจให้ขยายตลาดได้มากขึ้น

4.วิธีการวิจัย

1. เตรียมวัตถุดิบและส่วนผสมดังนี้ เนื้อปลาจีน (ปลาสร้อยไร้ก้างแม่ทองปอน จ.พะเยา) แป้งมัน น้ำตาลทราย ซีอิ๊วขาว เกลือ พริกไทย ร้อยละ 80 11.8 4.6 1.8 1.1 และ 0.7 ตามลำดับ (สุธี, 2547) โดยมีกระบวนการผลิตดังนี้

แผนภูมิการทำปลาเส้นอบกรอบ



2. ศึกษาการเติมผงหมาล่าที่ที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ปลาเส้นอบกรอบ โดยการผลิตปลาเส้นดังแผนภูมิวิธีการทำปลาเส้น และเติมผงหมาล่าร้อยละ 0 0.25 0.5 0.75 และ 1 ตามลำดับ ในขั้นตอนการเติมส่วนผสมเครื่องปรุง ทำ 3 ซ้ำการทดลองและวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ดังนี้

2.1 วัดค่าสี $L^* a^* b^*$ โดย L^* หมายถึง ค่าความสว่าง (100 หมายถึง สีขาวสว่างมาก 0 หมายถึง สีดำ) ค่า a^* หมายถึง ค่าสีแดง-เขียว (ค่า a^* เป็นบวก หมายถึง สีแดง ค่า a^* ติดลบ หมายถึง สีเขียว) และค่า b^* หมายถึง สีเหลือง-น้ำเงิน (ค่า b^* เป็นบวก หมายถึง สีเหลือง ค่า b^* ติดลบ หมายถึง สีน้ำเงิน) ด้วยเครื่องวัดค่าสี Colorimeter ยี่ห้อ Hunter lab รุ่น Color Quest XB วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD)

2.2 ทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาเส้นด้านลักษณะปรากฏ สีของปลาเส้น กลิ่นของปลาเส้น เนื้อสัมผัส รสหวาน รสเค็ม รสเผ็ด ความชอบรวม ด้วยวิธีการ 9-Point Hedonic Scale (คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมระดับห้องปฏิบัติการจำนวน 60 คน วางแผนแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD)

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's

New Multiple Range Test (DMRT)

3. ศึกษาการเติมปลาสดที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ปลาเส้น

โดยนำสูตรที่เหมาะสมจากการศึกษาในข้อ 2. มาผลิตปลาเส้นดังแผนภูมิวิธีการทำปลาเส้น และเติมปลาสด (ปลาสดไร้ก้างแม่ทองปอน) ร้อยละ 0 5 และ 10 ตามลำดับ ในขั้นตอนการบดเนื้อปลาให้ละเอียด ทำ 3 ซ้ำการทดลอง และวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ดังนี้

3.1 วัดค่าสี $L^* a^* b^*$ ดังข้อ 2.1

3.2 ทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสโดยการให้ลำดับคะแนนความชอบ (Ranking Test) (5 หมายถึงชอบมากที่สุด 3 หมายถึง ชอบพอดี และ 1 หมายถึงชอบน้อยที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบชิมระดับห้องปฏิบัติการจำนวน 50 คน ทดสอบความแตกต่างของลำดับความชอบด้วยวิธีไคสแควร์ (Chi-Square) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

4. ศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบปลาเส้นที่เหมาะสม โดยนำสูตรที่เหมาะสมจากการศึกษาในข้อ. 3 มาผลิตปลาเส้นดังแผนภูมิและอบที่อุณหภูมิ 100 และ 120 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 30 40 และ 50 นาที วางแผนการทดลองแบบ 2x3 Factorial in CRD ทำ 3 ซ้ำการทดลอง และวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ ได้แก่ วัดค่าสี $L^* a^* b^*$ วัดค่ากิจกรรมของน้ำ (aw) ความชื้นหลังอบแห้ง ความชื้นหลังอบให้พองตัว หาอัตราการพองตัว (Simsrisakul, 1991)

ทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการ 9-Point Hedonic Scale ดังข้อ 2.2 และทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสโดยการให้ลำดับคะแนนความชอบ (Ranking Test) ดังข้อ 3.2

5. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

โดยนำผลิตภัณฑ์ปลาเส้นสูตรที่ได้รับการพัฒนาแล้วมาทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-Point Hedonic Scale จากผู้บริโภคทั่วไปในเขต อ. เมืองจ. ลำปาง จำนวน 100 คน โดยการทดสอบแบบ Central Location Test (CLT)

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลของการเติมผงหมาลำในผลิตภัณฑ์ปลาเส้นอบกรอบ พบว่า การเติมผงหมาลำร้อยละ 0.25 และ 1 มีค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างจากตัวอย่างที่ไม่เติมผงหมาลำหรือตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) การเติมผงหมาลำร้อยละ 0.5 0.75 และ 1 มีค่าความสว่างมากที่สุดโดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ทุกตัวอย่างที่เติมผงหมาลำมีค่าสีแดง (a^*) มากกว่าตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) การเติมผงหมาลำร้อยละ 0.25 และ 1 มีผลต่อค่าสีแดงมากที่สุดโดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนค่าสีเหลือง (b^*) ทุกตัวอย่างที่เติมผงหมาลำมีค่าสีเหลืองน้อยกว่าตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลของการเติมผงหมาลำปริมาณต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์ปลาเส้นอบกรอบ

ผงหมาลำ (ร้อยละ)	ค่าสี		
	L*	a*	b*
0	57.67 ^{ab} ±2.2	2.34 ^c ±0.5	14.51 ^a ±1.6
0.25	58.66 ^a ±3.2	5.52 ^b ±1.2	11.89 ^b ±3.7
0.5	54.65 ^{bc} ±3.8	7.69 ^a ±1.2	10.86 ^b ±2.6
0.75	53.30 ^c ±2.7	5.93 ^b ±1.3	10.06 ^b ±2.5
1	55.99 ^{abc} ±3.7	6.92 ^a ±0.6	11.43 ^b ±1.2

หมายเหตุ:

a, b, c... อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 2 ผลของการเติมผงหมาลำต่อคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส

ผงหมาลำ (ร้อยละ)	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่นรส	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
0	6.8 ^c ±0.6	6.7 ^c ±0.7	6.6 ^b ±0.6	6.7 ^{ns} ±0.7	6.7 ^c ±0.8
0.25	6.8 ^{bc} ±0.5	6.8 ^{bc} ±0.6	6.7 ^{ab} ±0.8	6.8±0.7	6.8 ^{bc} ±0.7
0.5	7.1 ^a ±0.5	7.1 ^{ab} ±0.6	6.7 ^{ab} ±0.8	6.9±0.8	6.8 ^{abc} ±0.7
0.75	7.0 ^{ab} ±0.5	7.2 ^a ±0.7	6.9 ^a ±0.6	6.8±0.7	7.1 ^a ±0.9
1	6.9 ^{abc} ±1.7	7.0 ^{abc} ±0.8	6.9 ^a ±0.9	6.8±0.8	7.0 ^{ab} ±0.9

หมายเหตุ:

a, b, c... อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 3 ลักษณะทางกายภาพและลำดับความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ปลาเส้นกรอบที่เติมเนื้อปลาต้ม

เนื้อปลาต้ม (ร้อยละ)	อัตราการพองตัว (g/cm ³)	ลำดับความชอบ รวม	ค่าสี		
			L*	a*	b*
0	0.95 ^c ±0.00	3.7 ^b ±0.5	65.66 ^b ±2.9	6.81 ^{ab} ±2.4	20.41 ^{ns} ±6.1
5	1.00 ^a ±0.00	4.0 ^a ±0.6	68.21 ^b ±2.0	7.95 ^a ±2.0	24.31±2.7
10	0.99 ^b ±0.00	4.1 ^a ±0.6	72.17 ^a ±3.7	5.67 ^b ±0.7	22.79±1.6

หมายเหตุ:

a, b, c... อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4 ผลของการอบด้วยอุณหภูมิและระยะเวลาที่ต่างกันต่อลักษณะทางเคมีกายภาพ

สิ่งทดลอง	ค่าสี			ความชื้นหลัง	ความชื้นหลัง	aw	อัตราการพองตัว (g/cm ³)
	L*	a*	b*	อบแห้ง (ร้อยละ)	อบให้พองตัว (ร้อยละ)		
อุณหภูมิ (°C)							
100	60.22 ^a ±2.77	9.87 ^a ±0.93	19.07 ^a ±1.52	16.19 ^{ns} ±2.06	6.25 ^{ns} ±0.55	0.68 ^{ns} ±0.00	1.08 ^{ns} ±0.94
120	58.52 ^b ±1.93	9.36 ^b ±1.13	18.41 ^b ±1.44	18.40±4.53	3.45±8.59	0.68±0.02	0.97±0.01
ระยะเวลา (นาที)							
30	61.35 ^a ±2.32	10.00 ^a ±0.75	19.37 ^a ±0.98	17.20 ^{ns} ±6.33	5.99 ^{ns} ±0.80	0.67 ^{ns} ±0.03	0.98 ^{ns} ±0.01
40	58.48 ^b ±1.88	9.28 ^b ±1.66	18.23 ^b ±1.66	17.89±0.95	3.00±10.70	0.68±0.00	0.96±0.01
50	58.30 ^b ±2.13	9.58 ^b ±1.44	18.63 ^b ±1.59	16.79±0.80	5.56±0.14	0.69±0.01	1.13±1.16
อุณหภูมิ (°C) x ระยะเวลา (นาที)							
100 x 30	63.18 ^a ±1.35	9.83 ^b ±0.59	19.50 ^{ns} ±0.81	13.83 ^c ±0.35	6.70 ^a ±0.24	0.68 ^a ±0.00	0.98 ^{ns} ±0.02
100 x 40	59.41 ^{bc} ±1.65	9.28 ^c ±0.69	18.63±2.02	18.71 ^{ab} ±0.36	6.45 ^a ±0.35	0.67 ^b ±0.00	0.98±0.00
100 x 50	58.08 ^{de} ±2.14	10.52 ^a ±1.03	19.10±1.39	16.03 ^{bc} ±0.09	5.58 ^{bc} ±0.14	0.68 ^a ±0.01	1.27±1.64
120 x 30	59.50 ^b ±1.48	10.17 ^{ab} ±0.86	19.25±1.13	20.57 ^a ±7.80	5.29 ^c ±0.41	0.66 ^b ±0.04	0.97±0.00
120 x 40	57.54 ^e ±1.64	9.27 ^c ±0.79	17.84±1.09	17.07 ^{abc} ±0.52	5.66 ^b ±0.09	0.69 ^a ±0.00	0.95±0.00
120 x 50	58.52 ^{cd} ±2.13	8.64 ^d ±1.16	18.16±1.67	17.56 ^{abc} ±0.15	5.53 ^{bc} ±0.14	0.70 ^a ±0.00	0.98±0.00

หมายเหตุ: ^{a, b, c...} อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

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

ตารางที่ 5 ผลของการอบด้วยอุณหภูมิและระยะเวลาที่ต่างกันต่อคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส

สิ่งทดลอง	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่นรส	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม	ลำดับความชอบรวม
อุณหภูมิ (°C) x ระยะเวลา (นาที)						
100 x 30	7.1 ^{ns} ±0.6	7.0 ^{bc} ±0.6	6.9 ^{ns} ±0.7	6.9 ^{ab} ±0.5	7.1 ^{ab} ±0.6	3.7 ^b ±0.6
100 x 40	7.0±0.4	7.0 ^{bc} ±0.5	6.9±0.7	7.0 ^{ab} ±0.7	7.1 ^{ab} ±0.6	3.9 ^{ab} ±0.7
100 x 50	7.0±0.5	6.9 ^c ±0.5	6.7±0.7	6.9 ^b ±0.7	7.0 ^b ±0.7	3.7 ^b ±0.7
120 x 30	7.1±0.7	7.2 ^{ab} ±0.7	6.8±0.5	7.2 ^a ±0.7	7.1 ^{ab} ±0.7	4.1 ^a ±0.7
120 x 40	7.1±0.7	7.1 ^{abc} ±0.7	6.9±0.6	7.1 ^{ab} ±0.7	7.2 ^{ab} ±0.7	3.6 ^b ±0.7
120 x 50	7.2±0.6	7.3 ^a ±0.6	6.9±0.7	7.1 ^{ab} ±0.8	7.3 ^a ±0.7	3.9 ^{ab} ±0.8

หมายเหตุ: ^{a, b, c...} อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

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

จากตารางที่ 2 ทุกตัวอย่างมีคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) การเติมผงหมาลำร้อยละ 0.25 และ 1 ผลิตภัณฑ์มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏและสีไม่แตกต่างกันกับตัวอย่างควบคุม ($p>0.05$) การเติมผงหมาลำร้อยละ 0.25 และ 0.5 ผลิตภัณฑ์มีคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสและความชอบรวมไม่แตกต่างกันกับตัวอย่างควบคุม ($p>0.05$) การเติมผงหมาลำร้อยละ 0.5 0.75 และ 1 มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ความชอบรวมมากที่สุด และไม่มีคะแนนแตกต่างกัน ($p>0.05$) การเติมผงหมาลำในปริมาณที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อความชอบทางประสาทสัมผัสเพิ่มมากขึ้น โดยมีค่าสีแดง (a^*) เพิ่มขึ้น และค่าสีเหลือง (b^*) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม

จะเห็นว่าการเติมผงหมาลำร้อยละ 1 มีผลทำให้ปลาเส้นอบกรอบมีค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส และความชอบรวมมากที่สุด ($p\leq 0.05$) จึงเลือกสูตรที่เติมผงหมาลำร้อยละ 1 นำไปพัฒนาสูตรในขั้นตอนการทดลองต่อไป

5.2 ผลการเติมปลาสดในผลิตภัณฑ์ปลาสดอบกรอบ พบว่า การเติมปริมาณปลาสดมีผลต่ออัตราการพองตัวในทุกตัวอย่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) การเติมปลาสดร้อยละ 5 และ 10 มีคะแนนลำดับความชอบมากที่สุด ($p\leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม การเติมปลาสดร้อยละ 10 มีค่าความสว่างมากที่สุด ($p\leq 0.05$) ในขณะที่มีค่าสีแดง (a^*) น้อยกว่าการเติมปลาสดร้อยละ 5 และตัวอย่างควบคุม ($p\leq 0.05$) การเติมปลาสดร้อยละ 5 มีผลต่อค่าสีแดง (a^*) ไม่แตกต่างกันกับตัวอย่างควบคุม ($p>0.05$) ส่วนค่าสีเหลือง (b^*) ทุกตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ดังตารางที่ 3

จากการทดลองจะเห็นว่าการเติมปลาสดร้อยละ 5 ในการผลิตปลาเส้นอบกรอบมีผลต่ออัตราการพองตัว ค่าสีแดง (a^*) และลำดับความชอบรวมมากที่สุด ($p\leq 0.05$) จึงเลือกสูตรที่เติมปลาสดร้อยละ 5 นำไปพัฒนาสูตรในขั้นตอนการทดลองต่อไป

5.3 ผลของการอบปลาเส้นด้วยอุณหภูมิและระยะเวลาที่ต่างกัน จากตารางที่ 4 สิ่งทดลองหลักอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการอบมีผลต่อค่าสี L^* a^* b^* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นหลังอบแห้ง ปริมาณความชื้นหลังอบให้พองตัว ค่า aw และอัตราการพองตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) อุณหภูมิที่ใช้ในการอบ 100 °C มีผลต่อค่าสี L^* a^* b^* มากที่สุด ($p\leq 0.05$) ระยะเวลาที่ใช้ในการอบ 30 นาที มีผลต่อค่าสี L^* a^* b^* มากที่สุด ($p\leq 0.05$)

สิ่งทดลองร่วมอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบอุณหภูมิ 100 °C ระยะเวลา 30 นาที มีผลต่อค่าความสว่าง L^* มากที่สุด ($p\leq 0.05$) รองลงมาคือค่าความสว่างของตัวอย่างที่อบด้วยอุณหภูมิ 120 °C ระยะเวลา 30 นาที สำหรับตัวอย่างที่อบด้วยอุณหภูมิ 100 °C ระยะเวลา 50 นาที และอุณหภูมิ 120 °C ระยะเวลา 30 นาที มีค่าสีแดงมากที่สุด ($p\leq 0.05$) ตัวอย่างที่อบด้วยอุณหภูมิ 100 °C ระยะเวลา 30 นาที อุณหภูมิ 100 °C ระยะเวลา 50 นาที อุณหภูมิ 120 °C ระยะเวลา 40 นาที และอุณหภูมิ 120 °C ระยะเวลา 50 นาที มีผลต่อปริมาณความชื้นหลังอบแห้งน้อยที่สุด ($p\leq 0.05$) ตัวอย่างที่อบด้วยอุณหภูมิ 100 °C ระยะเวลา 50 นาที อุณหภูมิ 120 °C ระยะเวลา 30 นาที และอุณหภูมิ 120 °C ระยะเวลา 50 นาที มีผลต่อปริมาณความชื้นหลังอบให้พองตัวน้อยที่สุด ($p\leq 0.05$) ตัวอย่างที่อบด้วยอุณหภูมิ 120 °C ระยะเวลา 30 นาที มีค่า aw น้อยที่สุด ($p\leq 0.05$) ทุกตัวอย่างไม่มีผลต่ออัตราการพองตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ดังตารางที่ 4

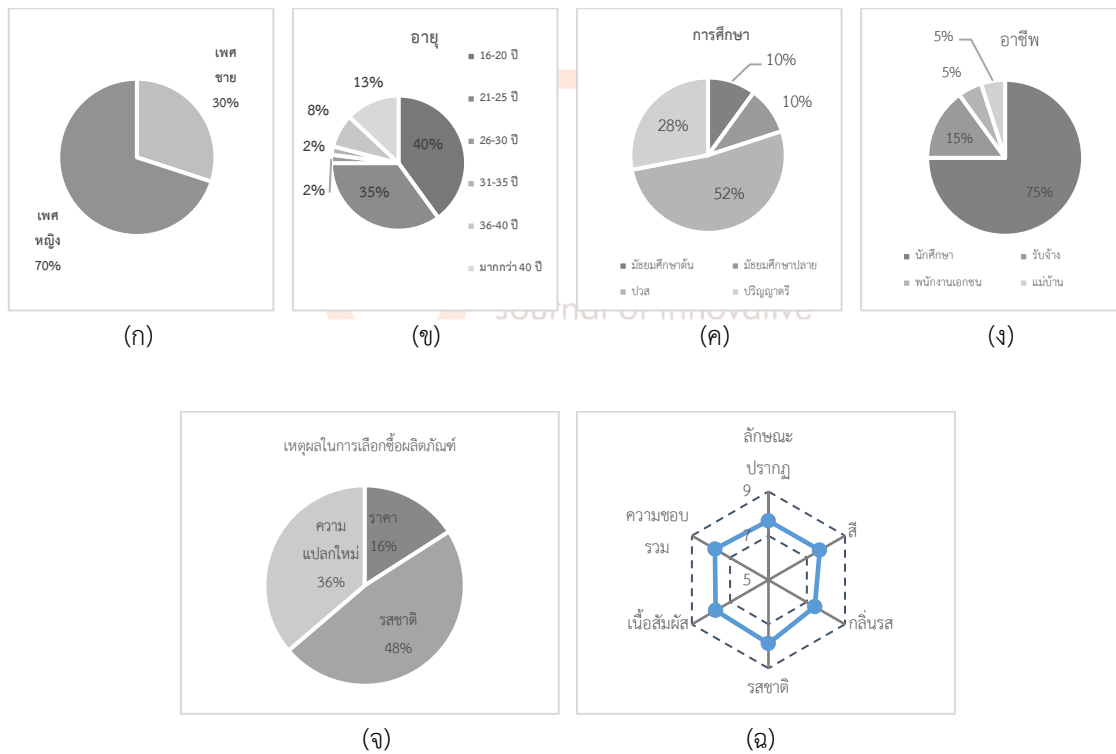
ตัวอย่างที่อบด้วยอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบไม่มีผลต่อลักษณะปรากฏและกลิ่นรสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ตัวอย่างที่อบด้วยอุณหภูมิ 120 °C ทุกตัวอย่างได้รับคะแนนความชอบในด้านสีมากที่สุด ($p\leq 0.05$) ตัวอย่างที่อบด้วยอุณหภูมิ 120 °C ระยะเวลา 30 นาที ได้รับคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสมากกว่าตัวอย่างที่อบด้วยร่วมอุณหภูมิ 100 °C ระยะเวลา 50 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ทุกตัวอย่างได้รับคะแนน

ความชอบมากกว่าตัวอย่างที่อบด้วยอุณหภูมิ 100 °C ระยะเวลา 50 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ตัวอย่างที่อบด้วยอุณหภูมิ 100 °C ระยะเวลา 40 นาที อุณหภูมิ 120 °C ระยะเวลา 30 นาที และอุณหภูมิ 120 °C ระยะเวลา 50 นาที ได้รับการจัดลำดับความชอบรวมมากที่สุด ($p \leq 0.05$) ดังตารางที่ 5

จากการทดลองจะเห็นว่าตัวอย่างที่อบด้วยอุณหภูมิ 120 °C และระยะเวลา 30 นาที มีค่าสีแดงมากที่สุด ($p \leq 0.05$) สอดคล้องกับคะแนนความชอบด้านสี ความชอบรวม และลำดับความชอบรวมมากที่สุด ($p \leq 0.05$) โดยมีปริมาณความชื้นหลังอบให้พอตัวและค่า aw น้อยที่สุด ($p \leq 0.05$)

5.4 ผลการทดสอบผู้บริโภคจำนวน 100 คน

พบว่า ผู้บริโภคเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 16-25 ปี มีการศึกษาในระดับปวส-ปริญญาตรี มีอาชีพนักศึกษาเป็นส่วนใหญ่ร้อยละ 100 ดัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ปลาเส้นอบกรอบเนื่องจากรสชาติ (ร้อยละ 48) มากที่สุด รองลงมาคือความแปลกใหม่ (ร้อยละ 36) และราคา (ร้อยละ 16) ตามลำดับ ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์โดยได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมอยู่ในช่วง 7.43-7.88 ในระดับความชอบปานกลางถึงชอบมาก



รูปที่ 1 แผนภูมิผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปลาเส้นอบกรอบ ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคประกอบไปด้วยเพศ (ก) อายุ (ข) การศึกษา (ค) อาชีพ (ง) เหตุผลในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ (จ) และคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค 100 คน (ฉ)

6. อภิปรายผลการวิจัย

พริกหมาลามีส่วนผสมของเครื่องเทศหลายชนิด ประกอบไปด้วยพริกป่น เกลือ ผงชูรส โป๊ยกั๊ก ยี่หระ ขิงผง และพริกฮวาเจียว (Sikarett, 2018) ส่วนผสมพริกฮวาเจียวและพริกป่นในผงหมาล่าที่เติมลงในส่วนผสมของปลาเส้นอบกรอบช่วยผลิตภัณฑ์มีค่าสีแดง (a^*) เพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าสีเหลือง (b^*) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ทุกตัวอย่างที่เติมเครื่องเทศผงหมาล่าจะช่วยกลิ่นคาวเนื้อทำให้ได้ระดับคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสและความชอบรวมผลิตภัณฑ์ปลาเส้นอบกรอบมากกว่าตัวอย่างควบคุม ฮวาเจียวหรือมะแขว่นประกอบไปด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลายชนิด น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากมะแขว่นสามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีทั้งแกรมบวกและแกรมลบ จากรายงานพบว่า น้ำมันหอมระเหยสามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ *Staphylococcus aureus* และ *E coli* ได้อย่างสมบูรณ์ภายใน 9 นาที (สุลี และวรินทร์, 2554) การเติมผงหมาล่าในการทดลองนี้จึงมีความเป็นไปได้ที่จะช่วยในการถนอมรักษาอาหารให้ยาวนานขึ้น ซึ่งควรศึกษาเพิ่มเติมด้านอายุการเก็บรักษาในงานทดลองต่อไป

ในการหมักปลาหมักกลุ่ม *Lactobacillus spp.* สามารถสร้างกรดแล็กติกได้สูงถึงร้อยละ 1.986 โดยบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วันทำให้ปลาหมักมีรสชาติเป็นที่ยอมรับต่อผู้บริโภค (อังคณา และคณะ, 2553) จากการทดลองการเติมปลาหมักร้อยละ 5 ทำให้ปลาเส้นอบกรอบมีอัตราการพองตัวมากกว่าตัวอย่างควบคุมอาจเนื่องสมบัติของโปรตีนเนื้อปลาชนิดนี้เมื่อได้รับความร้อนที่เหมาะสมจะเกิดเจลสามารถจับกับโมเลกุลของน้ำได้มากหลังให้ความร้อนสูงอย่างรวดเร็วด้วยไมโครเวฟในระยะเวลาสั้นอาจส่งผลให้เกิดการพองตัวมากกว่าตัวอย่างควบคุมที่ไม่ได้เติมปลาหมัก ส่วนการเติมเนื้อปลาการเติมปลาหมักร้อยละ 10 มีอัตราการพองตัวน้อยกว่าการเติมร้อยละ 5 เนื่องจากการเติมปลาหมักในปริมาณที่มากทำให้มีปริมาณกรดแล็กติกที่มาก และอาจจะส่งผลให้โปรตีนเนื้อปลาเสียสภาพธรรมชาติจึงส่งผลให้เกิดเจลของโปรตีนได้น้อย เมื่อได้รับ

ความร้อนสูงระยะเวลาสั้นจึงมีอัตราการพองตัวได้น้อยกว่าร้อยละ 5 ในขณะที่มีอัตราการพองตัวมากกว่าตัวอย่างควบคุมที่ไม่เติมปลาหมัก ($p \leq 0.05$)

จากการอบแห้งตัวอย่างจะเห็นว่าสิ่งทดลองร่วมระหว่างอุณหภูมิในการอบ 120 °C และระยะเวลา 30 นาที และอุณหภูมิในการอบ 100 °C และระยะเวลา 50 มีค่าสีแดง (a^*) มากที่สุด อาจเนื่องจากการใช้อุณหภูมิสูงและระยะเวลาสั้นกับการใช้อุณหภูมิที่น้อยกว่าและระยะเวลาในการอบไม่ทำให้สารสีไมโอโกลบินในเนื้อปลาเกิดการเสียสภาพธรรมชาติ และสารสีในผงหมาล่าอาจมีส่วนช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีแดงมากขึ้น ปริมาณความชื้นหลังอบแห้งในการทดลองนี้ไม่มีผลต่อค่าการพองตัว การอบแห้งที่อุณหภูมิสูงในช่วง 100-120 °C อาจส่งผลให้โปรตีนเนื้อปลาเสียสภาพธรรมชาติก่อนปริมาณน้ำในอาหารจะระเหยออกไป จึงทำให้ทุกตัวอย่างมีปริมาณความชื้นหลังอบแห้งค่อนข้างสูง ทุกตัวอย่างมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 13.83-20.57 จากการศึกษาของอรรพรรณ (2557) ในการพองตัวของหนังปลาแชลมอนโดยใช้ไมโครเวฟ พบว่า หนังปลาที่ผ่านการลวกให้เกิดเจลลาตินที่อุณหภูมิ 40 °C และนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 °C ให้มีความชื้นร้อยละ 12-13 มีผลทำให้เกิดการพองตัวได้ดีเมื่อนำไปทอดหรืออบด้วยไมโครเวฟ สำหรับอุณหภูมิในการอบ 120 °C ระยะเวลา 30 นาที มีปริมาณความชื้นหลังอบแห้งน้อยที่สุดสอดคล้องกับค่า aw น้อยที่สุด จึงมีความเป็นไปได้ที่จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น

7. สรุป

ในการพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตปลาเส้นอบกรอบด้วยจะเห็นว่า การเติมผงหมาล่าร้อยละ 1 มีผลทำให้ปลาเส้นอบกรอบมีค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) มีคะแนนความชอบรวมมากที่สุด ($p \leq 0.05$) การเติมปลาหมักร้อยละ 5 มีผลต่ออัตราการพองตัวมากที่สุด ($p \leq 0.05$) การอบที่อุณหภูมิ 120 และระยะเวลา 30 นาที ผลิตภัณฑ์ได้รับคะแนนความชอบด้านสี ความชอบรวม และลำดับ

ความชอบรวมมากที่สุด ($p \leq 0.05$) โดยมีปริมาณความชื้น และค่า aw น้อยที่สุด ($p \leq 0.05$) ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ โดยได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมอยู่ในระดับความชอบปานกลางถึงชอบมาก

ผลิตภัณฑ์ปลาเส้นอบกรอบสูตรที่เหมาะสม ประกอบไปด้วย เนื้อปลา แป้งมัน น้ำตาลทราย ซีอิ๊วขาว เกลือป่น พริกไทย ผงหมากล่า และปลาสร้อยละ 76.61 11.5 4.6 0.51 0.255 0.76 0.76 และ 5 ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ศูนย์ RMUTL Mentor' 61 ภายใต้โครงการ “การศึกษาเชิงบูรณาการระหว่างการเรียนรู้ในสถานศึกษา กับการนำวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมไปพัฒนา และยกระดับผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ชุมชนในพื้นที่ ภาคเหนือ 6 จังหวัด” ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์และ เครื่องมือต่างๆ และอำนวยความสะดวกในการศึกษาทดลอง ครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] กันยารักษ์ อมรเอนกทรัพย์. (2561). พืชโซเปิดตลาด ปลาเส้นเซ็กเมนต์ใหม่ “พืชโซ อลาสก้า แซลมอน” ครั้งแรกของปลาเส้นที่ผสมเนื้อปลาแซลมอนนำเข้าจากอลาสก้า [ออนไลน์] ได้จาก: <https://marketeeronline.co/archives/8648>.
- [2] จิตรลัดดา กิตติศรีวรพันธุ์. (2560). กรูบกรอบ อาหารว่างด้วย “Snack” [ออนไลน์] ได้จาก: <http://www.fit-biz.com/th/snack/>.
- a. ชูลี ยมภักดี และวรินทร์ ขวศิริ. (2554). สารออกฤทธิ์ด้านจุลินทรีย์จากมะแขว่น *Zanthoxylum*

limonella Alston: รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์, คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 35 หน้า. สุธี วังเตอย. (2547). ปลาเส้น. เกษตรแปรรูป. 2-24 (20): หน้า 71-74.

- b. อังคณา ชมภูมิ่ง ตะวัน ฉัตรสูงเนิน และธวัชชัย ชัยธวัชวิธิ. (2553). การปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาสดด้วยกระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพ: กรณีศึกษาพื้นที่จังหวัดแพร่ และจังหวัดพะเยา. รายงานผลการวิจัย, มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่. 124 น. อรรพรรณ ดิวเถาว์. (2557). การศึกษาการพองตัวในหนังปลาแซลมอนกรอบโดยใช้เตาอบไมโครเวฟและการทอด. วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 122 หน้า.
- c. Food story. (2561). Food Trends 2018-10 สิ่งที่เกี่ยวข้องกับอาหารในปี 2018. [ออนไลน์] ได้จาก: <https://www.foodstory.co/blog/food-trends-2018>.
- [3] Sikarette. (2018). หม่าล่านอกจากความอร่อยแล้วยังมีประโยชน์อีกด้วย [ออนไลน์] ได้จาก: <https://www.pingfai.com/food/1371/>.

การพัฒนาเครื่องสีข้าวกล้องขนาดครัวเรือน

กมลศักดิ์ รัตนวงษ์^{1*}, แมน พิกทอง², ศักดิ์สิทธิ์ ชื่นชมณาจาด³, เอกรัฐ ชะอุ่มเอียด⁴,
ศุภชัย ชุมนุวัฒน์⁵ และ สมชาย โพธิ์พยอม⁶

^{1,5}สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ^{2,3,6}สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, ⁴สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า, คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก

รับบทความ 29 ตุลาคม 2561 ตอบรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 15 มิถุนายน 2563

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

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องสีข้าวกล้องขนาดครัวเรือน และทดสอบสมรรถนะของเครื่องสีข้าวกล้องที่สามารถสีข้าวได้ทั้งข้าวกล้องและข้าวสาร ใช้กำลังไฟฟ้าที่ 90 วัตต์ ใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์ ข้อดีของเครื่องสีข้าวนี้คือ มีราคาถูก กระบวนการผลิตไม่ซับซ้อน และการซ่อมบำรุงรักษาง่าย โดยมีการศึกษาความเร็วรอบของเกลียวสีข้าวที่เหมาะสมในการสีข้าวที่ดีที่สุด จากการทดสอบหาสมรรถนะของเครื่องสีข้าวกล้องโดยใช้ข้าว 2 สายพันธุ์ คือ ข้าวพันธุ์ กข 31 และข้าวพันธุ์ หอมมะลิ พบว่าความเร็วรอบของเกลียวสีข้าวที่เหมาะสมกับการสีข้าว คือ ความเร็ว 2,300 รอบ/นาที ได้ข้าวกล้องพันธุ์ กข 31 มีค่าเฉลี่ย 645 กรัม/ข้าว 1,000 กรัม ข้าวหักเฉลี่ย 35 กรัม/ข้าว 1,000 กรัม อัตราการสีข้าวเปลือก 7.30 กิโลกรัม/ชั่วโมง และได้ข้าวกล้องพันธุ์หอมมะลิ มีค่าเฉลี่ย 579 กรัม/ข้าว 1,000 กรัม ข้าวหักเฉลี่ย 37 กรัม/ข้าว 1,000 กรัม อัตราการสีข้าวเปลือก 7.25 กิโลกรัม/ชั่วโมง

คำสำคัญ: ข้าวกล้อง, เครื่องสีข้าว

The Development of a Household Rice Milling Machine

Kamonsak Rattanawong^{1*}, Man Fakthong², Saksit Chuenchomnakjad ³,
Accarat Chaoumead⁴, Suppachai Chumnumwat⁵ and Somchai Peopayom⁶

^{1,5}Program of Mechanical Engineering, ^{2,3,6}Program of Industrial Engineering, ⁴Program of Electrical Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna Phitsanulok

Receive: 29 October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 15 June 2020

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

Abstract

This research aimed to develop the color brown rice milling machine for using in household and to test the performance of the color brown rice milling machine that can be used with both brown rice and white rice. The power consumption was 90 watts using a voltage of 220 volts. The advantages of this milling machine were inexpensive, not complicate process, easy to repair and maintenance. The speed of the screw was studied to find the optimum rice milling. The performance of brown rice milling was tested with two rice variants, RD 31 rice and jasmine rice. The results found that the suitable speed of the spiral for rice milling was 2300 rpm with average weight of RD 31 brown rice breeder 645 g/1000 g of starting rice. The average weight of broken rice was 35 g/1000 g of starting rice. The rice milling rate was 7.30 kg/hour. Moreover, the average weight of jasmine rice milling was 579 g/ 1000 g of starting rice and the broken rice average weight was 37 g/1000 g of starting rice at milling rate of 7.25 kg/hour.

Keywords: Brown rice, Rice milling machine

1. บทนำ

สังคมไทยถือว่าเป็นสังคมที่มีเพาะปลูกข้าวมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เนื่องจากข้าวเป็นอาหารหลักที่คนไทยนิยมบริโภค นอกจากนั้นข้าวยังถือได้ว่าเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง [1] ประเทศไทยมีพื้นที่การเกษตรประมาณ 66 ล้านไร่ใช้สำหรับเพาะปลูกข้าวประมาณ 57 ล้านไร่เป็นข้าวนาปี และ 9 ล้านไร่เป็นข้าวนาปรัง ซึ่งทำให้ผลผลิตข้าวเปลือกรวมเฉลี่ย 19 ล้านตันต่อปี ผลผลิตดังกล่าวจะถูกแปรรูปเพื่อการส่งออกร้อยละ 35-40 และการบริโภคภายในประเทศ ร้อยละ 60-65 การแปรรูปข้าวให้ได้คุณภาพตามความต้องการของผู้บริโภค คุณภาพดีมีราคาสูง และข้าวที่มีคุณภาพต่ำมีราคาถูก ซึ่งตัวแปรที่สำคัญสำหรับการแปรรูปข้าวเปลือกให้ได้ตามความต้องการของตลาด คือการเลือกใช้เครื่องจักรสีข้าวที่เหมาะสม [2] การแปรรูปข้าวจึงเริ่มมีการพัฒนาจากวิธีดั้งเดิมที่ใช้แรงงานคนเปลี่ยนเป็นการนำเครื่องสีข้าวเข้ามาใช้ แต่การที่ผู้บริโภคจะได้บริโภคข้าวสดใหม่และมีคุณค่าทางอาหารอย่างเพียงพอ นั้นมีน้อยมากเพราะระยะเวลาที่ข้าวสีเสร็จออกจากโรงสีข้าวกว่าจะถึงผู้บริโภคใช้เวลาประมาณ 6-12 เดือน ทำให้ความสดใหม่และคุณค่าทางอาหารที่อยู่ในข้าว ปัจจุบันจึงมีบริษัทผลิตเครื่องสีข้าวออกมาจำหน่ายแต่ ส่วนใหญ่มีราคาสูง ทำให้ผู้บริโภคที่มีฐานะยากจนยังไม่สามารถหาซื้อมาใช้ในการสีข้าวได้ จึงมีนักวิจัยออกแบบและพัฒนาเครื่องสีข้าวในระดับชุมชนมาเป็นเครื่องสีข้าวระดับครัวเรือน จะใช้ชุดกะเทาะเปลือกเป็นแบบจานแรงเหวี่ยง และมีชุดขัดข้าวเป็นแกนโลหะ แต่ปัญหาในการสีข้าวด้วยเครื่องนี้ จะทำให้ข้าวที่สีออกมาแตกหัก และชิ้นส่วนอะไหล่บางอย่างต้องนำเข้าจากต่างประเทศ [3]

คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเครื่องสีข้าวกล้องขนาดครัวเรือน ซึ่งก่อนหน้านี้ได้ประดิษฐ์เครื่องสีข้าวขนาดครัวเรือน แต่ยังพบว่าเครื่องไม่สามารถทำการสีข้าวได้เพียงรอบเดียว รวมไปถึงการสีข้าวแต่ละครั้งข้าวเกิดการแตกหักทำให้เสียคุณภาพของข้าวสาร และยังไม่สามารถทำการบำรุงรักษาและทำการซ่อมหรือเปลี่ยนอะไหล่ได้ [4] ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการปรับปรุง

สมรรถนะของเครื่องสีข้าวกล้องแบบเดิมที่มีจุดเด่นในการใช้เกลียวและตะแกรงเป็นตัวสีข้าวให้มีการสีเพียงรอบเดียวและลดการแตกหักของเมล็ดข้าวสาร รวมไปถึงการซ่อมบำรุงรักษาของตัวเครื่องสีข้าว

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาเครื่องสีข้าวกล้องขนาดครัวเรือน

2.2 เพื่อหาสมรรถนะของเครื่องสีข้าวกล้องขนาดครัวเรือน

3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

สุรินทร์ แห่มงาม และคณะ [5] ได้นำเสนอเครื่องสีข้าวขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน ที่ควบคุมการทำงานโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F887 ซึ่งเครื่องสีข้าวที่นำเสนอนี้สามารถสีได้ทั้งข้าวกล้องและข้าวขาว สามารถตั้งเวลาการสีข้าวได้ ในงานวิจัยนี้ทำการศึกษาการปรับความเร็วรอบของมอเตอร์เครื่องสีข้าวขนาดเล็กเพื่อให้เหมาะสมกับการสีข้าวแต่ละชนิด โดยทำการทดสอบกับข้าว 7 ชนิด ได้แก่ กข 31, กข 41, กข 47, พิษณุโลก 2, ปทุมธานี 1, ข้าวเหนียวกำ และข้าวเหนียวขาว จากผลการทดสอบพบว่าความเร็วรอบของมอเตอร์ที่เหมาะสมกับการสีข้าวขาวและข้าวกล้องอยู่ที่ประมาณ 3,300 และ 3,500 รอบต่อนาที ตามลำดับ และผลการทดสอบการสีข้าวกล้องและข้าวขาว ของข้าวทั้ง 7 ชนิดได้ข้าวกล้องและข้าวขาวเฉลี่ยแล้วไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 และร้อยละ 40 ตามลำดับ

นายพงพันธ์ ฉิมสุข และคณะ [4] ได้ศึกษาเปรียบเทียบแกนเหล็กสีข้าว โดยเลือกใช้ข้าวเปลือกพันธุ์หอมมะลิ 1 กิโลกรัม ใช้แกนเหล็กสีข้าวแบบเกลียวลำเลียงผสมเกลียวตรง ได้ข้าวกล้อง 625 กรัม และแกลบ 375 กรัม เป็นการสีข้าวที่ได้ผลดีที่สุดได้ข้าวกล้องมากที่สุดและพบแกลบสิ่งเจือปนน้อยที่สุด ข้าวพันธุ์พิษณุโลกมวล 1 กิโลกรัม ได้ข้าวกล้อง 440 กรัม แกลบ 560 กรัม

อภิรักษ์ ใจกว้าง และคณะ [6] พบว่าเครื่องสีข้าวกล้องชุมชนชนิดลูกยางคู่จะมีอัตราการทำงานปริมาณข้าวกล้อง และข้าวเต็มเมล็ดปานกลางและมีปริมาณแกลบต่ำ

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการกะเทาะของเครื่องสีข้าว กล้องชุมชนชนิดลูกยางคู่ที่ความเร็วของลูกยางเร็วต่อลูกยางช้า 1,840 ต่อ 950, 1,680 ต่อ 860 และ 1,360 ต่อ 700 รอบต่อนาที พบว่าเมื่อลดความเร็วของลูกยางกะเทาะจะทำให้อัตราการทำงานที่ความเร็ว 1,840 ต่อ 950, 1,680 ต่อ 860 รอบต่อนาที ไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 45.80 และ 45.85 แต่ที่ความเร็วลูกยางกะเทาะ 1,360 ต่อ 700 รอบต่อนาที มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีอัตราการทำงานลดลง คือ 43.85 กิโลกรัม ต่อชั่วโมง ส่วนอัตราการกะเทาะมีความแตกต่างกันทางสถิติโดยมีอัตราลดลง คือ ร้อยละ 87.62, 85.05 และ 81.77 ตามลำดับ ปริมาณต้นข้าวที่ได้รับ มีความแตกต่างกันทางสถิติแต่มีปริมาณเพิ่มขึ้น คือร้อยละ 87.84, 88.43 และ 89.24 ตามลำดับ ขณะที่ปริมาณแกลบที่ได้มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยมีปริมาณลดลง คือร้อยละ 12.16, 11.57 และ 10.76 ตามลำดับ นั่นคือเมื่อลดความเร็วของลูกยางกะเทาะให้น้อยลงจะทำให้อัตราการทำงาน อัตราการกะเทาะ และปริมาณแกลบที่ได้ลดลง แต่จะทำให้ได้รับปริมาณต้นข้าวเพิ่มขึ้น

สุรสิทธิ์ ช่อวงศ์ [7] ได้สร้างเครื่องสีข้าวกล้องสาริตการงาน และประเมินคุณภาพใน 3 ด้าน คือ ด้านโครงสร้าง ด้านการใช้งาน และด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ พบว่าเครื่องสีข้าวกล้องมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมากทั้งในภาพรวมและแต่ละด้านจากการทดลองสีข้าว 1,000 กรัม แล้วนำมา 10 กรัมเพื่อทำการนับเมล็ดโดยการทดลอง 3 ครั้งได้ร้อยละเมล็ดดี 85.14 ค่าเฉลี่ยของร้อยละ เมล็ดดีจากการสีด้วยเครื่องสีข้าวกล้อง มีค่ามากกว่าการบดด้วยครกสีข้าวสำหรับการวิเคราะห์หาช่วงความเชื่อมั่นของการสีข้าวกล้องด้วยเครื่อง ที่ความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 จากการทดลองพบว่าร้อยละเมล็ดดีของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องที่สีด้วยเครื่องสีข้าวกล้องในแต่ละครั้งมีค่าโดยเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 84.2921 ถึง 85.9946

สมพล ผลมูล [8] ได้ทดสอบสมรรถนะของเครื่องสีข้าวจากเครื่องที่ไม่มีไซโคลนดูดรำและมีไซโคลนดูดรำ พบว่า สมรรถนะของเครื่องสีข้าวที่ไม่มีไซโคลนดูดรำใช้เวลา 7.50 นาที ข้าวสารรวม 8.00 กิโลกรัม มีสมรรถนะ

64.00 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และสมรรถนะของเครื่องสีข้าวมีไซโคลนดูด รำ ใช้เวลา 6.10 นาที ข้าวสารรวม 8.40 กิโลกรัม มีสมรรถนะ 83.16 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ปริญญ์ ติรศมี [9] ได้ทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องสีข้าวจากภูมิปัญญาชาวบ้าน โดยใช้ข้าว 3 สายพันธุ์ คือ ข้าวปทุมธานี 1 ข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวพันธุ์ กข 15 พบว่าความเร็วของหัวขัดที่เหมาะสมกับการสีข้าว คือความเร็ว 240 รอบ/นาที มวลที่ได้จากการสีข้าวกล้องปทุมธานี 1 มีค่าเฉลี่ย 513 กรัม/ข้าว 1,000 กรัม มวลการแตกหักเฉลี่ย 23 กรัม/ข้าว 1,000 กรัม เวลาในการสีข้าวเฉลี่ย 3.45 นาที ข้าวกล้องหอมมะลิ 105 ค่าเฉลี่ย 551 กรัม/ข้าว 1,000 กรัม มวลการแตกหักเฉลี่ย 23 กรัม/ข้าว 1,000 กรัม เวลาในการสีข้าวเฉลี่ย 3.42 นาที ข้าวพันธุ์ กข 15 ค่าเฉลี่ย 552 กรัม/ข้าว 1,000 กรัม มวลการแตกหักเฉลี่ย 22 กรัม/ข้าว 1,000 กรัม เวลาในการสีข้าวเฉลี่ย 3.43 นาที เมื่อคิดประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสีข้าวกล้องสามารถคิดเป็นร้อยละในการแตกหักของข้าวได้ร้อยละ 2.3

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

เครื่องสีข้าวขนาดครัวเรือนที่พัฒนาขึ้นได้มีการปรับปรุงสมรรถนะของเครื่องสีข้าวกล้องแบบเดิมที่มีจุดเด่นในการใช้เกลิยวและตะแกรงเป็นตัวสีข้าวให้มีการสีเพียงรอบเดียวและต้องการลดการแตกหักของเมล็ดข้าวสาร รวมไปถึงการซ่อมบำรุงรักษาของตัวเครื่องที่สะดวกมากขึ้น

4.1 ออกแบบเครื่องสีข้าวกล้องขนาดครัวเรือน โดยข้อมูลจำเพาะของเครื่องแสดงดังตารางที่ 1 หลักการทำงานของเครื่องอาศัยตะแกรงกะเทาะเปลือกข้าว ขัดข้าวข้าว และแยกแกลบรำ โดยใช้สแตนเลสกลมมีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 2.45 เซนติเมตร ยาว 11.5 เซนติเมตร และรูแยกแกลบรำ เกลิยวลำเลียงข้าวเปลือกและข้าวสารใช้เหล็กหล่อกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ 2 เซนติเมตร ยาว 14.5 เซนติเมตร แล้วกลิ้งเกลิยวตามแบบโดยกลิ้งเกลิยวทั้งหมด 7 เกลิยว ระยะห่างของเกลิยวอยู่ที่ 2.5 มิลลิเมตร ความหนาเกลิยว 2 มิลลิเมตร มีการออกแบบอัตราทดของความเร็วรอบมอเตอร์ให้มีการหมุน

ที่ช้าลง เพื่อที่จะทำการสีข้าวได้ ใช้เฟืองขนาด 4 นิ้ว จะได้ อัตราทดที่ 6:1 กล่าวคือ เฟืองต้นกำลังหมุน 6 รอบ จะทำให้เฟืองส่งกำลังหมุน 1 รอบ โดยมีสายพานเป็นตัวส่งกำลัง

4.2 การทดสอบหาสมรรถนะของเครื่องสีข้าว กล้องขนาดครัวเรือน ในเรื่องต่อไปนี้

1) ทดสอบหาความเร็วรอบของเครื่องสีข้าว กล้องขนาดครัวเรือน ที่ 2,000 2,300 และ 2,500 รอบ/นาาที โดยใช้ข้าวเปลือก 1,000 กรัม จำนวน 2 สายพันธุ์ คือ ข้าวพันธุ์ กข 31 และข้าวพันธุ์หอมมะลิ

2) ทดสอบหาอัตราการสีข้าวเปลือก เวลาที่ใช้ ในการทดสอบ กิโลกรัมต่อชั่วโมง

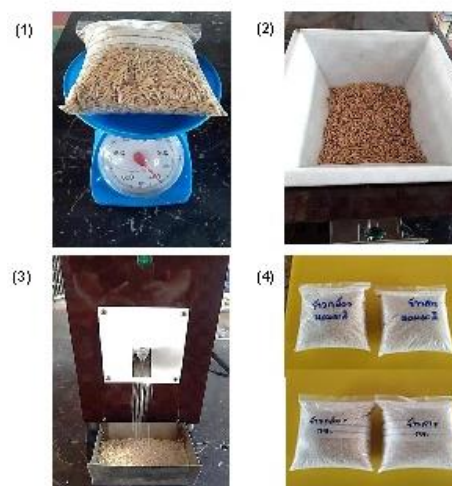
3) หาอัตราปริมาณไฟฟ้าที่ใช้เครื่องสีข้าวกล้อง ขนาดครัวเรือนต่อชั่วโมง ขั้นตอนการสีข้าวแสดงดังรูปที่ 1

5. ผลการวิจัย

ผลการทดสอบหาสมรรถนะของเครื่องสีข้าวกล้อง ขนาดครัวเรือนที่พัฒนาขึ้น โดยทำการสีข้าวทั้งหมด 2 สายพันธุ์ ทำการทดลองสีข้าว 3 ครั้ง พบว่าข้าวแต่ละพันธุ์ ที่นำมาสีจะใช้เวลาต่างกัน มวลของข้าวต่างกัน จากการ ทดสอบความเร็วรอบที่เหมาะสมในการสีข้าว ให้ได้ข้าว กล้อง ข้าวสาร และความแตกหักน้อยอยู่ที่ 2,300 รอบ/นาาที โดยที่

1) ข้าวพันธุ์ กข 31 มวลข้าวกล้องเฉลี่ย 645 กรัม มวลกลีบและรำเฉลี่ย 345 กรัม มวลข้าวหักเฉลี่ย 35 กรัม เวลาในการสีข้าวเฉลี่ย 490 วินาที/1000 กรัม มี สมรรถนะอยู่ที่ 4.74 กิโลกรัม/ชั่วโมง ส่วนมวลข้าวสาร เฉลี่ย 597 กรัม มวลกลีบและรำเฉลี่ย 366 กรัม มวล ข้าวหักเฉลี่ย 41 กรัม เวลาในการสีข้าวเฉลี่ย 547 วินาที/ 1,000 กรัม มีสมรรถนะอยู่ที่ 3.93 กิโลกรัม/ชั่วโมง แสดง ดังตารางที่ 2 และ 3

2) ข้าวพันธุ์หอมมะลิ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4 และ 5 มวลข้าวกล้องเฉลี่ย 579 กรัม มวลกลีบและ รำเฉลี่ย 403 กรัม มวลข้าวหักเฉลี่ย 37 กรัม เวลาในการ



รูปที่ 1 ขั้นตอนการสีข้าว 1) ชั่งมวลข้าวเปลือก 1,000 กรัม 2) นำข้าวเปลือกเทใส่ที่กรวยที่เครื่องสีข้าว 3) ทำ การสีข้าว และ 4) ข้าวกล้องและข้าวสารที่ผ่านการสี

สีข้าวเฉลี่ย 496 วินาที/1,000 กรัม มีสมรรถนะอยู่ที่ 4.20 กิโลกรัม/ชั่วโมง ส่วนมวลข้าวสารเฉลี่ย 541 กรัม มวล กลีบและรำเฉลี่ย 436 กรัม มวลข้าวหักเฉลี่ย 42 กรัม เวลาในการสีข้าวเฉลี่ย 566 วินาที / 1,000 กรัม สมรรถนะอยู่ที่ 3.44 กิโลกรัม/ชั่วโมง

6. อภิปราย

อัตราเร็วของมอเตอร์มีผลต่อการแตกหักของเมล็ดข้าว และทำให้ได้ปริมาณข้าวสารและข้าวกล้องลดลง

7. สรุปผล

ผลการทดสอบหาสมรรถนะของเครื่องสีข้าวกล้องขนาด ครัวเรือนที่พัฒนาขึ้น โดยทำการสีข้าว 2 สายพันธุ์ คือ กข 31และหอมมะลิ พบว่าข้าวแต่ละสายพันธุ์ที่นำมาสีจะใช้ เวลาต่างกัน มวลของข้าวที่ผ่านการสีต่างกัน มีปริมาณ การแตกหักของเมล็ดข้าวแตกต่างกัน โดยที่ความเร็วรอบ ที่เหมาะสมในการสีข้าว ให้ได้ข้าวกล้อง ข้าวสาร และ ความแตกหักน้อยอยู่ที่ 2,300 รอบ/นาาที

ตารางที่ 1 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องสีข้าวขนาดครัวเรือน

เครื่องสีข้าวกล้องขนาดครัวเรือน		
แรงดันไฟฟ้า(โวลท์)		220
ความถี่ (เฮิร์ต)		45
กำลังไฟฟ้า		120.8 w
ขนาดภายนอกของเครื่องสีข้าว(เซนติเมตร)	กว้าง	25.50
	ยาว	35.50
	สูง	40
มวล (กิโลกรัม)		10

ตารางที่ 2 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องสีข้าว ข้าวพันธุ์ กข31 (ตำแหน่งข้าวกล้อง)

ความเร็วรอบ รอบ/นาที	มวลข้าวกล้องเฉลี่ย (กรัม)	มวลแกลบ และรำ เฉลี่ย (กรัม)	มวลข้าวหักเฉลี่ย (กรัม)	เวลาในการสีข้าว เฉลี่ย (วินาที)	สมรรถนะของเครื่อง สีข้าว (กก./ชม.)
2,000	590	390	35	532	3.99
2,300	645	345	35	490	4.74
2,500	482	506	53	477	3.63

หมายเหตุ มวลของข้าวทุกชนิดรวมกันเกิน 1,000 กรัม เนื่องจากเป็นมวลเฉลี่ยของการทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

ตารางที่ 3 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องสีข้าว ข้าวพันธุ์ กข31 (ตำแหน่งข้าวสาร)

ความเร็วรอบ รอบ/นาที	มวลข้าวสารเฉลี่ย (กรัม)	มวลแกลบ และรำ เฉลี่ย (กรัม)	มวลข้าวหักเฉลี่ย (กรัม)	เวลาในการสีข้าว เฉลี่ย (วินาที)	สมรรถนะของเครื่อง สีข้าว (กก./ชม.)
2,000	587	390	42	555	3.80
2,300	597	366	41	547	3.93
2,500	450	525	65	384	4.21

หมายเหตุ มวลของข้าวทุกชนิดรวมกันเกิน 1,000 กรัม เนื่องจากเป็นมวลเฉลี่ยของการทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

ตารางที่ 4 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องสีข้าว ข้าวพันธุ์ หอมมะลิ (ตำแหน่งข้าวกล้อง)

ความเร็วรอบ รอบ/นาที	มวลข้าวกล้องเฉลี่ย (กรัม)	มวลแกลบ และรำ เฉลี่ย (กรัม)	มวลข้าวหักเฉลี่ย (กรัม)	เวลาในการสีข้าว เฉลี่ย (วินาที)	สมรรถนะของเครื่อง สีข้าว (กก./ชม.)
2,000	570	390	47	538	3.81
2,300	579	403	37	496	4.20
2,500	475	518	54	491	3.48

หมายเหตุ มวลของข้าวทุกชนิดรวมกันเกิน 1,000 กรัม เนื่องจากเป็นมวลเฉลี่ยของการทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

ตารางที่ 5 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องสีข้าว ข้าวพันธุ์ หอมมะลิ (ตำแหน่งข้าวสาร)

ความเร็วรอบ รอบ/นาที	มวลข้าวสารเฉลี่ย (กรัม)	มวลแกลบ และรำ เฉลี่ย (กรัม)	มวลข้าวหักเฉลี่ย (กรัม)	เวลาในการสีข้าว เฉลี่ย (วินาที)	สมรรถนะของเครื่อง สีข้าว (กก./ชม.)
2,000	535	390	47	538	3.58
2,300	541	436	42	566	3.44
2,500	447	525	66	561	3.06

หมายเหตุ มวลของข้าวทุกชนิดรวมกันเกิน 1,000 กรัม เนื่องจากเป็นมวลเฉลี่ยของการทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก ที่ให้การสนับสนุนด้านงบประมาณ เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำวิจัย

บรรณานุกรม

- [1] สุรพงศ์ บางพาน และพีรพันธ์ บางพาน. (2555). เครื่องสีข้าวขนาดเล็กแบบเปิด. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาควิชาฯ: 128-134.
- [2] พนม เกิดแสง. (2555). เครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กสำหรับชุมชน. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์: 1-9.
- [3] วรวิทย์ ปัญญาคำ, ปราโมทย์ พลิกามิน, สมเกียรติ เดิมสุข และดุสิต สิงห์พรหมมาศ. (2559). การหาค่าควบคุมที่เหมาะสมสำหรับเครื่องสีข้าวขนาดเล็กโดยใช้วิธีพื้นผิวดตอบสนอง. การประชุมวิชาการวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติระดับชาติ ครั้งที่ 3, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น: 127-132.
- [4] พงพันธ์ ฉิมสุข, พิทักษ์ อินทุยศ, วิชัย แก้วคุณ, ชินวัฒน์ พิสิก. (2558). การสร้างเครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กครอบครั้ว. ปรินญาณีพนธ์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก: 78 หน้า.
- [5] สุรินทร์ แหงมงาม, ศศิวรรณ อินทรวงศ์, ชีรวัฒน์ มั่นพวก, ธนาวุฒิ ชินบุตร, อนาวิน กรรณแก้ว, ภูมิใจ เหล่าผง. (2558). เครื่องสีข้าวขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน. ปรินญาณีพนธ์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี: 8-11.
- [6] อภินันท์ ใจกว้าง, สมบูรณ์ สารสิทธิ์ และธนาภรณ์ เมืองมุงคุณ. (2553). การสร้างและทดสอบเครื่องสีข้าวกล้องชุมชนชนิดลูกยางคู่ วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีที่ 4 (2) : 9-15.
- [7] สุรสิทธิ์ ช่อวงศ์. (2553). การสร้างเครื่องสีข้าวกล้อง. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ ปีที่ 2(1) : 133-143.
- [8] สมพล ผลมูล. (2558). การพัฒนาเครื่องสีข้าวและการออกแบบบรรจุภัณฑ์ข้าวสารของสมาชิกกลุ่มชาวนาดำบละปอน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี. ปรินญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม. มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี: 89 หน้า.
- [9] ปรินญา ดิรัศมี. (2557). การพัฒนาปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องสีข้าวกล้องจากภูมิปัญญาชาวบ้านเพื่อลดการแตกหักของเมล็ดข้าว. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์: 81 หน้า.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้กรอบด้วยวัตถุดิบแตกหักจากกระบวนการบรรจุหีบห่อกล้วยทอดกรอบ

สิรินทรา ลิทธิชัยวงศ์^{1*} ประเมศ ศรีแก้ว¹ ทรพล ธรรมนารักษ์¹ และสมอ บุญพันธ์²

¹ คณะบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์ ² คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย 99 หมู่ 10 ต.ทรายขาว อ.พาน จ.เชียงราย 57120

รับบทความ 30 ตุลาคม 2561 ตอบรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 15 มิถุนายน 2563

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

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้กรอบด้วยวัตถุดิบแตกหักจากกระบวนการบรรจุหีบห่อกล้วยทอดกรอบ และ 2) ศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์คุกกี้กรอบจากกล้วยทอดกรอบ การดำเนินการวิจัยเป็นการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์คุกกี้กรอบด้วยวัตถุดิบแตกหักจากกระบวนการบรรจุหีบห่อกล้วยทอดร่วมกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกล้วยหอมทองยั้งเย็ด บ้านปางป้อมเหนือ ตำบลลอ อำเภอลี้ จังหวัดพะเยา กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้บริโภคจำนวน 356 คน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัย พบว่า สูตรส่วนผสมผลิตภัณฑ์คุกกี้กรอบด้วยวัตถุดิบแตกหักจากกระบวนการบรรจุหีบห่อกล้วยทอดกรอบที่เหมาะสม มีส่วนประกอบ แป้งข้าวสาลี เนยเค็ม เบคกิ้งโซดา กลิ่นวนิลา น้ำตาลไอซิ่ง ไข่ไก่ นมสด กล้วยทอดกรอบแตกหัก โดยสูตรที่ 4 มีความเหมาะสมมากที่สุด คือ มีรสชาติหวานพอดี คุกกี้มีความแน่นไม่แตกหัก เนื้อคุกกี้มีรสชาติกล้วยกรอบ และความพึงพอใจของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์คุกกี้กรอบจากกล้วยทอดกรอบโดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: คุกกี้, กล้วยทอดกรอบ

The Development of Crispy cookie products with raw materials from packaging process Decisive

Sirintra Sitthichaiwong^{1*} Porramet Srikaew¹ Haripon Thammanarak¹ and Samor Boonphan²

¹ Faculty of Business Administration and Liberal Arts, ² Faculty of Science and Agricultural Technology,
Rajamangala

University of Technology Lanna Chiang Rai,

99 Mu 10, Sai Khao subdistrict, Phan District, Chiang Rai 57120, Thailand

Receive: 30 October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 15 June 2020

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

Abstract

The objective in this research to Development of cracked cookie products with raw materials from packaging process. And Consumer Satisfaction Survey of Crispy Banana Cookies from 365 consumers. Data analysis uses the average. standard deviation and content analysis. It was found that the Crispy cookie ingredients to consist of wheat butter, salted butter, baking powder, vanilla, icing, eggs, fresh milk, banana cracking. And formula 4 is the most appropriate is the sweet taste. Cookies are not firmly broken. Cookies have a crisp banana flavor. The consumer satisfaction of crispy cookie products from whole crisps was the highest level.

Keywords: cookie, Crispy Banana

1. บทนำ

ผลิตภัณฑ์ขนมอบเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปพร้อมบริโภคทันที ทำจากแป้งเป็นส่วนประกอบหลัก มีการใช้ยีสต์หรือผงฟู และอาจเติมส่วนประกอบอื่นตามลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ และทำให้สุกด้วยความร้อนโดยการอบ ทอดได้แก่ เค้ก พาย คุกกี้ ขนมปังกรอบ แครกเกอร์ บิสกิต และขนมเปีย เป็นต้น [1] คุกกี้ (cookies) หรือ บิสกิต (Biscuit) เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีความขึ้นตำ ขนาดเล็ก รสหวาน มีรูปร่างและกลิ่นรสแตกต่างกัน ซึ่งส่วนผสมมีทั้งส่วนผสมเหลวและส่วนผสมแห้ง คุกกี้มีส่วนผสมหลักคือ แป้งสาลี ไขมัน และน้ำตาล [2] เป็นขนมอบที่มีลักษณะกรอบร่วน ขึ้นอยู่กับชนิดของคุกกี้แต่ละชนิด และส่วนผสมเสริมอื่น ๆ เช่น ผลไม้เชื่อมแห้ง เมล็ดผลไม้ เป็นต้น ซึ่งให้สารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย นอกจากนี้คุกกี้ยังนิยมรับประทานเป็นอาหารว่าง มีให้เลือกหลากหลายรสและมีลักษณะเฉพาะตัว ใช้เป็นขนมในการจัดเลี้ยงและของฝากในงานโอกาสพิเศษเนื่องจากเป็นขนมที่ทำได้ง่ายและมีอายุการเก็บนาน แต่คุกกี้มีส่วนผสมหลักเป็นแป้ง น้ำตาล และไขมันมาก มีผลทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มได้ง่าย ทำให้ร่างกายเสี่ยงเกิดโรคอ้วนและภาวะแทรกซ้อนต่าง ๆ ตามมา ปัจจุบันมีการพัฒนาคุกกี้ให้มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มมากขึ้น เช่น คุกกี้เสริมใยอาหารจากอัลเบโดของส้มโอ คุกกี้เสริมผักผลไม้ [3] การนำแป้งถั่วฝักยาวสีม่วงสีรินธเบอร์ 1 มาทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในคุกกี้ เพิ่มคุณค่าโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์คุกกี้ และเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่ใส่ใจในสุขภาพ [4]

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกล้วยหอมทองยึดเย็ดเป็นกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านปางป้อมเหนือ ตำบลลอ อำเภอลอง จังหวัดพะเยา รวมกลุ่มกันดำเนินกิจกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์จากกล้วย มันฝรั่ง พริก โดยเฉพาะการแปรรูปผลิตภัณฑ์กล้วยทอดกรอบมีความนิยมมากกว่าผลิตอื่น ๆ และได้รับการพิจารณาคุณภาพและความปลอดภัยตามหลักเกณฑ์การผลิตจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) เลขที่ 56-2-01646-2-0001 และขึ้นทะเบียนเป็นผลิตภัณฑ์ OTOP จากกรมการพัฒนาชุมชน รหัสเครื่องหมาย 5/56/0147

ทำให้ความต้องการในการบริโภคทั้งในจังหวัดและต่างจังหวัดเพิ่มมากขึ้น ทำให้การผลิตกล้วยทอดกรอบมีปัญหาขาดวัตถุดิบหลักคือกล้วยดิบภายในชุมชนมีน้อย อีกทั้งกระบวนการบรรจุหีบห่อตามขนาดความต้องการของลูกค้าซึ่งมีทั้งแบบขายส่ง ขายปลีก บรรจุเป็นถุงขนาดใหญ่ ๆ 5-10 กิโลกรัม ถุงขนาดเล็กตั้งแต่ 50 กรัม ถึง 200 กรัม ซึ่งการบรรจุถุงขนาดเล็กต้องทำอย่างระมัดระวังด้วยมือที่ละเอียดหรือของ เนื่องจากผลิตภัณฑ์กล้วยทอดกรอบมีความบาง กรอบมากและแตกหักง่าย จากกระบวนการบรรจุหีบห่อแบบถุงและแบบของ พบว่ามีวัตถุดิบแตกหักประมาณ 3-5 เปอร์เซ็นต์ ทำให้สูญเสียผลผลิตและวัตถุดิบ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มต้นทุนในการผลิต โดยเฉพาะช่วงเวลาที่มีความต้องการของตลาดเร่งด่วนทำให้การเร่งการผลิตเกิดความเสียหายที่มากยิ่งขึ้นด้วย การวิเคราะห์วัตถุดิบที่แตกหัก พบว่าคุณค่าทางอาหารและรสชาติไม่ได้เปลี่ยนไปและยังสามารถขายได้แต่ราคาค่อนข้างถูกมาก ผู้วิจัยจึงสนใจสร้างมูลค่าของวัตถุดิบแตกหักดังกล่าว โดยสนใจพัฒนาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์คุกกี้กล้วยกรอบด้วยวัตถุดิบกล้วยทอดกรอบแตกหักจากกระบวนการบรรจุหีบห่อ โดยมุ่งเน้นการแปรรูปผลิตภัณฑ์ใหม่จากวัตถุดิบแตกหักเสียหายดังกล่าวเป็นการเพิ่มรายได้และเกิดประโยชน์คุณค่าทางอาหารได้อีกแนวทางหนึ่ง

2. วัตถุประสงค์

1. พัฒนาลิขสิทธิ์คุกกี้กล้วยกรอบด้วยวัตถุดิบแตกหักจากกระบวนการบรรจุหีบห่อกล้วยทอดกรอบ
2. ศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์คุกกี้กล้วยกรอบจากวัตถุดิบแตกหักจากกระบวนการบรรจุหีบห่อกล้วยทอดกรอบ

3. วิธีการวิจัย

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการแปรรูปอาหารประเภทขนมอบ คุกกี้กรอบ

2. การเตรียมวัตถุดิบและการวิเคราะห์องค์ประกอบเคมีของกล้วยทอดกรอบ

2.1 กล้วยทอดกรอบ ผลิตโดยวิสาหกิจชุมชนกล้วยหอมทองยัดเยียด บ้านปางป้อมเหนือ ตำบลลอ อำเภอลำปาง จังหวัดพะเยา

2.2 นำกล้วยทอดกรอบที่ได้วิเคราะห์องค์ประกอบเคมีได้แก่ ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต น้ำตาล โซเดียม โดยวิธี AOAC [5]

3. การผลิตคุกกี้กล้วยกรอบด้วยวัตถุดิบแตกหัก

เตรียมส่วนผสมของคุกกี้ได้แก่ แป้งสาลี กล้วยกรอบ เนย น้ำตาล ผงโซดาไบคาร์บอเนต กลิ่นวนิลา ไข่ไก่ นมสด ดังตารางที่ 1 โดยมีขั้นตอนการผลิตคุกกี้ดังนี้

3.1 ตีเนยกับน้ำตาลให้ขึ้นฟู เติมนมสด ผงโซดาไบคาร์บอเนตตีให้เข้ากัน

3.2 เติมน้ำไข่ไก่ (ไข่แดง) ตีให้เข้ากัน และใส่กลิ่นวนิลา ค่อย ๆ เทแป้งสาลีผสมลงเบา ๆ ตีด้วยความเร็วปานกลาง จนเป็นเนื้อเดียวกัน

3.3 นำกล้วยทอดกรอบผสมด้วยมือจนเป็นเนื้อเดียวกันพักไว้ประมาณ 15 นาที

3.4 นำส่วนผสมคุกกี้มาปั้นขึ้นรูปร่างให้มีขนาดเท่า ๆ กันตามความต้องการในถาดโดยวางห่างกันประมาณ 1 นิ้ว

3.5 นำคุกกี้อบที่อุณหภูมิ 180-200 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที โดยหมั่นคอยสังเกต เมื่อคุกกี้สุกนำออกมาจากเตาผึ่งบนตะแกรงให้เย็น

4. ศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้กล้วยกรอบจากส่วนผสมกล้วยทอดกรอบแตกหัก

โดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจากผู้บริโภคในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงรายและบริเวณใกล้เคียงจำนวน 365 คน

ตารางที่ 1 ส่วนผสมคุกกี้กล้วยทอดกรอบ

ส่วนผสม	คุกกี้	คุกกี้กล้วยทอดกรอบ				
		สูตรที่ 1 (กรัม)	สูตรที่ 2 (กรัม)	สูตรที่ 3 (กรัม)	สูตรที่ 4 สลัดน้ำมัน (กรัม)	สูตรที่ 5 สลัดน้ำมัน (กรัม)
แป้งสาลี	160	115	115	115	100	100
กล้วยกรอบ	-	45	45	45	65	65
เนย	110	110	110	110	110	110
กลิ่นวนิลา	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
ผงโซดาไบคาร์บอเนต	1	1	1	1	1	1
น้ำตาลทราย	80	40	-	-	-	-
น้ำตาลไอซิ่ง	-	-	40	80	40	80
ไข่ไก่	-	17	17	17	17	17
นมสด	15	15	15	15	15	15
รวม	367.50	344.50	344.50	384.50	349.50	389.50

4. ผลการวิจัย

1. การศึกษาองค์ประกอบเคมีกล้วยทอดกรอบที่ผลิตโดยวิสาหกิจชุมชนกล้วยหอมทองยัดเยียด บ้านปางป้อมเหนือ ตำบลลอ อำเภอลำปาง จังหวัดพะเยา โดยองค์ประกอบที่ได้วิเคราะห์ได้แก่ ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต น้ำตาล โซเดียม โดยวิธี AOAC [5] ดังตารางที่ 2

2. ผลการทดลองผลิตคุกกี้กล้วยกรอบด้วยวัตถุดิบแตกหักและอภิปรายผล

2.1 การศึกษาปริมาณส่วนผสมที่เหมาะสมในการผลิตคุกกี้กล้วยกรอบ

การผลิตคุกกี้กล้วยกรอบสูตรที่ 1 พบว่าคุกกี้ในสูตรนี้เมื่ออบแล้ว มีรสชาติเค็ม มัน มีกลิ่นเนยมีมากกว่ากล้วยทอดกรอบ คุกกี้มีความร่วนแตกหักง่าย หวานเลี่ยนและมันมากเกินไป เนื่องจากสูตรที่ 1 ได้ใช้น้ำตาลทรายเป็นส่วนประกอบทำให้การยึดเกาะของเนื้อคุกกี้น้อยและแตกหัก ร่วนง่ายและมีความหวานเลี่ยน

คุกกี้สูตรที่ 2 มีรสชาติหวานพอดี เนื้อคุกกี้มีความแน่นไม่แตกหัก มีปริมาณเนื้อแป้งมีมากกว่ากล้วยทอดกรอบ ไม่มีรสชาติของกล้วยทอดกรอบ และหวานมากในสูตรที่ 3 เนื่องจากในสูตรที่ 2 และ 3 ได้ใช้น้ำตาลไอซิ่งซึ่งมีลักษณะละเอียดคล้ายแป้งทำให้การยึดเกาะของเนื้อคุกกี้มีความแน่นมากขึ้นแต่หวานมากในสูตรที่ 3 ทั้งนี้เนื่องจากกล้วยกรอบที่ผสมมีรสหวานอยู่บ้าง และทั้ง 2 สูตรยังคงมีความมันและเมื่อทิ้งไว้ 2-3 วันทำให้เนื้อแป้งขนมเปียกติดภาชนะหรืออุ้งเมื่อนำมาบริโภค

คุกกี้สูตรที่ 4 ได้นำเนื้อกล้วยทอดกรอบแตกหักไปสไลด์น้ำมันด้วยเครื่องสไลด์น้ำมันแบบเหวี่ยงก่อนนำไปผสมผลิตคุกกี้สูตรที่ 4 และสูตรที่ 5 พบว่า มีรสชาติหวานมันพอดี เนื้อคุกกี้มีความแน่นไม่แตกหัก เนื้อคุกกี้มีรสชาติกล้วยกรอบมากขึ้น แต่หวานมากในสูตรที่ 5 เนื่องจากกล้วยกรอบที่ผสมอาจมีรสหวานอยู่บ้าง

2.2 เมื่อนำคุกกี้สูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และ สูตรที่ 4 ไปประเมินความชอบเบื้องต้นของผู้บริโภคจำนวน 20 คน พบว่าคุกกี้ สูตรที่ 4 ผู้บริโภคมีความชอบโดยรวมมากที่สุด

และได้นำคุกกี้สูตรที่ 4 มาใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของคุกกี้ต่อไป

3. การศึกษาองค์ประกอบเคมีของผลิตภัณฑ์คุกกี้กล้วยกรอบ โดยองค์ประกอบที่ได้วิเคราะห์ได้แก่ ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต น้ำตาล โซเดียม โดยวิธี AOAC [5] ดังตารางที่ 3

4. ความพึงพอใจของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์คุกกี้กล้วยกรอบ สูตรที่ 4 โดยผู้ตอบแบบสอบถามหลังจากได้ทดลองบริโภคคุกกี้กล้วยกรอบ พบว่ามีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้กล้วยกรอบโดยรวมในระดับมากที่สุด

ตารางที่ 2 แสดงองค์ประกอบทางเคมีกล้วยทอดกรอบ

องค์ประกอบทางเคมี	ผลการทดสอบ (กรัมต่อ 100 กรัม)
เถ้า	2.19
ความชื้น	0.00
โปรตีน	2.35
ไขมัน	34.27
คาร์โบไฮเดรต	61.17
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด	14.97
โซเดียม	41.35

ตารางที่ 3 แสดงองค์ประกอบทางเคมีคุกกี้กล้วยทอดกรอบ

องค์ประกอบทางเคมี	ผลการทดสอบ (กรัมต่อ 100 กรัม)
เถ้า	1.15
ความชื้น	0.00
โปรตีน	5.75
ไขมัน	30.40
คาร์โบไฮเดรต	62.68
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด	21.04
โซเดียม	284.23

5. อภิปรายผลการวิจัย

การทดลองผลิตคุกกี้กล้วยกรอบด้วยวัตถุดิบแตกหักจากกล้วยทอดกรอบ พบว่ามีความมันและเมื่อทิ้งไว้ 2-3 วันทำให้เนื้อแป้งขนมเปียกติดภาชนะหรือถุงเมื่อนำมาบริโภคเนื่องจากส่วนผสมกล้วยกรอบแตกหักมีปริมาณไขมัน ควรมีการปรับลดปริมาณเนย นอกจากนี้คุกกี้กล้วยกรอบซึ่งกล้วยทอดกรอบมีลักษณะคล้ายคลึงกับวัตถุดิบของคุกกี้เมื่อดึงกระบอก [6] และเมื่อดึงทานตะวันที่มีเนื้อสัมผัสที่แข็งและเป็นเกล็ด ๆ หรือเม็ดเล็ก ๆ ผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้กล้วยกรอบโดยรวมในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับ การพัฒนาคุกกี้เมื่อดึงกระบอก [6] ในลักษณะกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสของคุกกี้โดยมีความชอบในระดับมากถึงมากที่สุด

6. สรุป

ผลิตภัณฑ์คุกกี้กล้วยกรอบด้วยวัตถุดิบแตกหักจากกระบวนการบรรจุหีบห่อกล้วยทอดกรอบมีส่วนผสมได้แก่ แป้งสาลี กล้วยกรอบ เนย น้ำตาล ผงโซดาไบคาร์บอเนต กลิ่นวนิลา ไข่ไก่ และนมสด โดยสูตรที่ 4 มีความเหมาะสมมากที่สุด คือ มีรสชาติหวาน มันพอดี เนื้อคุกกี้มีความแน่นไม่แตกหัก เนื้อคุกกี้มีรสชาติกล้วยกรอบมากขึ้น และผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้กล้วยกรอบโดยรวมในระดับมากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีโดยการสนับสนุนจากหลายฝ่าย คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภายใต้ทุนวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ OTOP (OTOP Mentor) ที่สนับสนุนเงินทุนวิจัย วิสาหกิจชุมชนกล้วยหอมทองยัดเยียด บ้านปางป้อมเหนือ ตำบลลอ อำเภอลำปาง จังหวัดพะเยา คุณอชิรา ปัญญาพร ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกล้วยหอมทองยัดเยียด รวมถึงคุณภัทรารวรรณ รวมจิตร ที่อำนวยความสะดวกและร่วมในการทดลองและพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้กล้วยกรอบ และผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2554. คำชี้แจงประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง แก้ไข เพิ่มเติมประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 193) พ.ศ. 2553 (ฉบับที่ 2) (ฉบับแก้ไข). สำนักงานคณะกรรมการ อาหารและยา. กรุงเทพฯ.
- [2] วิภาวรรณ วงศ์สุดาภรณ์. 2559. การประยุกต์ใช้ ฟลาวเวอร์เมตต์จำปาตะในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ. (รายงานวิจัย). มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.
- [3] จิตธนา แจ่มเมฆและอรอนงค์ นัยวิกุล. 2539. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- [4] ณัฐนิชา ทวีแสงและกัญญารัตน์ เหลืองประเสริฐ. 2561. การทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยแป้ง ถั่วฝักยาวสีม่วงสีรินธเบอร์ 1 ในคุกกี้. วารสาร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ปีที่ 26 (7) (ฉบับเสริม) : 1222-1233
- [5] AOAC. 1990. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington., Virginia
- [6] พงนิย บัญญาและคณะ. (2556). คุกกี้เมื่อดึงกระบอก. รายงานวิจัย คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธนะนคร.

การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์กล้วยกรอบ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกล้วยหอมทองยัดเยียด อำเภอจุน จังหวัดพะเยา

หริพล ธรรมนารักษ์^{1*} ชินดนัย คำคม² และลัทธพล บุตรเทศ²

¹ คณะบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์ ² คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย 99 หมู่ 10 ต.ทรายขาว อ.พาน จ.เชียงราย 57120

รับบทความ 30 ตุลาคม 2561 ตอรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 15 มิถุนายน 2563

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

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงบนฉลากผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เพื่อส่งเสริมการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์กล้วยกรอบ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกล้วยหอมทองยัดเยียด อำเภอจุน จังหวัดพะเยา 2) ศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเทคโนโลยีเสมือนจริง ในการนำเสนอข้อมูลเพื่อส่งเสริมการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์โดยการสื่อสาร การโฆษณา ประชาสัมพันธ์ข้อมูลบนสมาร์ตโฟน โดยวิธีซ่อนภาพสองมิติหรือสามมิติเสมือนจริงซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับประวัติแหล่งผลิต ผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต การจัดจำหน่าย โดยผู้บริโภคสามารถอ่านสัญลักษณ์บนฉลากผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เสมือนจริงผ่านรูปแบบวิดีโอ กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเทคโนโลยีเสมือนจริงโดยจำนวน 250 คนโดยใช้แบบสอบถาม การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการศึกษา พบว่า เทคโนโลยีเสมือนจริงบนฉลากผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์สามารถอ่านสัญลักษณ์และแสดงผลเสมือนจริงผ่านรูปแบบวิดีโอโดยใช้แอปพลิเคชันเลเยอร์ (Layar) และความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อการส่งเสริมการจัดจำหน่ายด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงผู้บริโภคมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก โดยขนาดและภาพเสมือนจริงมีความเหมาะสมมากที่สุด และผู้บริโภคมีความรู้เกี่ยวกับการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์หอมทองยัดเยียดเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: เทคโนโลยีเสมือนจริง, การส่งเสริมการจัดจำหน่าย, ฉลากผลิตภัณฑ์, บรรจุภัณฑ์

Application of Augmented Reality Technology to Promote the Distribution of Crispy Bananas Product of Kluai Hom Thong Yad Yiad Community Enterprise, Chun District, Phayao Province

Haripon Thammanarak^{1*} Chindanai khamkhom² and Lattaphon Bootted²

¹ Faculty of Business Administration and Liberal Arts, ² Faculty of Engineering,
Rajamangala University of Technology Lanna Chiang Rai,
99 Mu 10, Sai Khao subdistrict, Phan District, Chiang Rai 57120, Thailand

Receive: 30 October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 15 June 2020

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

Abstract

The objectives of the study are 1) to apply the Augmented Reality (AR) technology on product labels and packages for promotion of the distribution of crispy bananas product of Kluai Hom Thong Yad Yiad Community Enterprise, Chun District, Phayao Province and 2) to examine the consumer satisfaction of AR technology on the information presentation for promotion of product distribution through communications and advertisements on smart phones by the matrix technique of two-dimensional or three-dimensional AR pictures containing information relative to production site history, products, production process and product distribution. This method enables consumers to understand the AR codes on product labels and packages via video format. Questionnaires of satisfaction on AR technology were distributed to 250 consumers as a sample size. Descriptive statistics including average, percentage, mean and standard deviation together with content analysis are used for data analysis.

The results reveal the AR technology on product labels and packages recognizes the codes and renders the AR in video format from the Layar application, while the overall consumers are satisfied with the use of AR on distribution promotion at high level. For all attributes, the AR size and pictures rank the highest level. The respondents also accept the more understanding on distribution of Hom Thong Yad Yiad products.

Keywords: augmented reality, distribution promotion, product label, package

1. บทนำ

เทคโนโลยีเสมือนจริงหรือ Augmented Reality (AR) เป็นเทคโนโลยีที่ใช้สร้างตัวอักษร ข้อความ รูปภาพ หรือวิดีโอให้เกิดขึ้นเป็นภาพเสมือนซ้อนทับกับภาพจริงปรากฏบนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อาทิ Smartphone Tablet แว่นตาอัจฉริยะ (Smart Glasses) และอุปกรณ์แสดงภาพเสมือนแบบสวมศีรษะ (Head Mounted Display) เมื่อผู้ใช้งานส่องกล้องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ไปยังภาพหรือบริเวณที่มีสัญลักษณ์ AR Code ระบบจะประมวลผลสัญลักษณ์ดังกล่าวออกมาเป็นภาพ 3 มิติ หรือภาพเคลื่อนไหวปรากฏบนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ สร้างความรู้สึกให้กับผู้ใช้งานเสมือนกับเข้าไปอยู่ในเหตุการณ์นั้นจริง ๆ ปัจจุบันในภาคธุรกิจได้ประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีเสมือนจริง ในการประชาสัมพันธ์และส่งเสริมการขายผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและโอกาสให้ได้รับคำสั่งซื้อเพิ่มขึ้น อาทิ IKEA นำแอปพลิเคชัน AR มาใช้เพื่อให้ลูกค้าได้สามารถเลือกเฟอร์นิเจอร์จากหนังสือแสดงรายการสินค้าที่มี AR Code และใช้ Smartphone หรือ Tablet ช่วยอ่านแสดงผลข้อมูล ซึ่งช่วยให้ลูกค้าสามารถตัดสินใจเลือกซื้อเฟอร์นิเจอร์ให้เข้ากับสถานที่ที่ต้องการติดตั้งได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้การใช้เทคโนโลยี AR ยังช่วยลูกค้าค้นหาตำแหน่งที่ตั้งร้านจำหน่ายสินค้าและระยะทางระหว่างลูกค้ากับที่ตั้งร้านหรือบริเวณจุดจำหน่ายที่ใกล้เคียงกับลูกค้า กลยุทธ์ดังกล่าวช่วยให้ลูกค้าอยากซื้อสินค้าหรือผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น (พนิดา ตันศิริ, 2553) ปัจจุบันโลกเปลี่ยนแปลงเพื่อเข้าสู่ยุคของดิจิทัล (Digital Transformation) การเข้าถึงสื่อสารสนเทศ (Information) สามารถเข้าถึงได้อย่างง่ายดาย ผู้คนสามารถเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการค้นหาได้ง่าย ความได้เปรียบเสียเปรียบถูกลดทอนด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ มีปัจจัยและข้อมูลที่ทำให้ผู้บริโภคตัดสินใจเลือกกว่าจะบริโภคสินค้าและบริการใด ๆ มากขึ้น โดยเฉพาะข้อมูลในสังคมออนไลน์ ต่างจากในอดีตที่การสื่อสารการตลาดจะต้องใช้สื่อสารมวลชนที่มีราคาสูง (วรสุวิทย์ โพธิ์สัตย์, 2561) โดยผลการศึกษาของพันธุ์ทิพย์ หอมสร้อยและคณะ (2559) พบวิธีการสร้างความผูกพัน

ระหว่างผู้บริโภคโดยผู้บริโภคมีพฤติกรรมเข้าอินเทอร์เน็ตเพื่อพิจารณาข้อมูลสินค้าหรือบริการผ่านเครือข่ายสื่อสารสังคมออนไลน์ และแตกต่างกันระหว่างลักษณะของผู้บริโภคแบ่งตามหลักประชากรศาสตร์และวิถีชีวิตดิจิทัล นอกจากนี้สถิติแคมเปญทางการตลาดผ่านทางเว็บไซต์ จำนวนการเข้าชมหน้าเพจเฉลี่ย 55,561 ครั้งต่อเดือน สถิติแคมเปญเทคโนโลยีเสมือนจริง (AR) ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมทางการตลาดและงานแสดงสินค้า ข้อมูลสำรวจพบว่ามี 83 แอปพลิเคชันเออาร์ (AR) ที่ถูกพัฒนาขึ้น ก่อนปี 2009 มีการเปิดตัวแอปพลิเคชันเออาร์เฉลี่ย 35 แอปพลิเคชันต่อเดือน และมีการใช้งานเออาร์ผ่านคอมพิวเตอร์ด้วยเว็บแคมเฉลี่ย 79 % โดยแสดงให้เห็นการเติบโตของเทคโนโลยีตั้งแต่ในช่วงปี 2009-2015 โดยเฉพาะในช่วงปี 2014 แนวโน้มของการเติบโต AR จึงมีความชัดเจนอย่างมาก ทำให้ตลาด AR จะกลายเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญในการแข่งขันในอนาคตอันใกล้ (ชลิดา อู่ผลเจริญ, 2559) สำหรับผู้ประกอบการที่เน้นประสบการณ์ของผู้บริโภคกับสินค้า การวางแผนประยุกต์ใช้ AR ถือเป็นเรื่องที่หลีกเลี่ยงไม่ได้สำหรับการแข่งขันในตลาดยุคดิจิทัลและสำหรับการบริหารจัดการภายในองค์กร เทคโนโลยีเสมือนจริงมีส่วนช่วยในการสนับสนุนและส่งเสริมทักษะในการปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพทดแทนประสบการณ์ที่ขาดหายไปเป็นอย่างดี

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกล้วยหอมทองยัดเยียดเป็นกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านปางป้อมเหนือ ตำบลลอ อำเภोजันทพะเยารวมกลุ่มกันดำเนินกิจกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์จากกล้วย มันฝรั่ง พริก โดยเฉพาะการแปรรูปผลิตภัณฑ์กล้วยทอดกรอบมีความนิยมมากกว่าผลิตภัณฑ์อื่น ๆ และได้รับการพิจารณาคุณภาพและความปลอดภัยตามหลักเกณฑ์การผลิตจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) เลขที่ 56-2-01646-2-0001 และขึ้นทะเบียนเป็นผลิตภัณฑ์ OTOP จากกรมการพัฒนาชุมชนรหัสเครื่องหมาย 5/56/0147 ทำให้ความต้องการในการบริโภคทั้งในจังหวัดและต่างจังหวัดเพิ่มมากขึ้น การส่งเสริมการจัดจำหน่ายการพัฒนาผลิตภัณฑ์ รูปแบบบรรจุภัณฑ์และฉลากภัณฑ์ทำใหากลุ่มวิสาหกิจชุมชนกล้วย

หอมทองยึดยึดขาดความเชื่อมั่นของผู้บริโภค เป็นผลิตภัณฑ์เลียนแบบ ในขณะที่ตัวแทนกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเองได้ทดลองปรับปรุงแบบบรรจุภัณฑ์และฉลากผลิตภัณฑ์เช่นกัน แต่ยังไม่เป็นที่ยอมรับเท่าที่ควร การส่งเสริมการจัดจำหน่ายเป็นกิจกรรมทางการตลาดที่นิยมใช้ในธุรกิจค้าปลีกแบบเดิม เนื่องจากมีรูปแบบกิจกรรมที่หลากหลายดึงดูดความสนใจผู้บริโภคได้ดี แต่บางกิจกรรมต้องใช้เงินลงทุนสูง จึงมีความเสี่ยงที่จะทำให้ไม่ผลตอบแทนตามเป้าหมาย (รติวัลย์ วัฒนสิน, 2555)การนำเทคโนโลยีเสมือนจริง มาใช้บนฉลากผลิตภัณฑ์ สามารถเลือกใช้ในการประชาสัมพันธ์ สร้างแบรนด์ รวมถึงใช้เป็นกลยุทธ์ในการจัดจำหน่ายที่เหมาะสมกับกลุ่มผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น รวมทั้งยังเป็นโอกาสต่อยอดธุรกิจ Start-up ในรูปแบบบริการข้อมูลบนฉลากผลิตภัณฑ์ที่จะนำเสนอตำแหน่งที่ตั้งแหล่งผลิต กระบวนการผลิต รวมถึงแหล่งผลิตวัตถุดิบที่ปลอดภัย ผู้วิจัยจึงสนใจนำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาใช้ส่งเสริมการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์กล้วยกรอบ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกล้วยหอมทองยึดยึด อำเภोजัน จังหวัดพะเยา เป็นการสร้างมูลค่าและความเชื่อมั่นของผลิตภัณฑ์รวมทั้งวัตถุดิบในการผลิต

2.วัตถุประสงค์

1. ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงบนฉลากผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เพื่อส่งเสริมการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์กล้วยกรอบ
2. ศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในการนำเสนอข้อมูลเพื่อส่งเสริมการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์

3. แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เทคโนโลยีเสมือนจริง(Augmented Reality: AR) หรือเทคโนโลยีผสมผสานความจริงเสมือนเป็นปรากฏการณ์สำคัญของการสื่อสารสมัยใหม่รูปแบบหนึ่งที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกิจการต่าง ๆ ของสังคมทั้งการสื่อสาร การแพทย์ การอุตสาหกรรม การบันเทิง ธุรกิจและการศึกษา เพราะระบบการทำงานของคอมพิวเตอร์กับ

ซอฟต์แวร์ที่สามารถทำให้การผสมผสานกันระหว่างโลกแห่งความเป็นจริงและโลกเสมือนให้เห็นอย่างกลมกลืนบนหน้าจอที่หลากหลายอย่างอัศจรรย์ (Jiravarapong B, 2010) Ronald Azuma (1997) ได้ให้คำนิยามเกี่ยวกับ “เทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality หรือ AR) ว่ามีอยู่ 3 ประการ คือ 1) ผสมผสานระหว่างโลกจริงกับโลกเสมือนจริง 2) ได้ตอบแบบเรียลไทม์ (Real Time) และ 3) เป็นสามมิติ

กระบวนการทำงานของเทคโนโลยีเสมือนจริงมีกระบวนการดังนี้1) การวิเคราะห์ภาพ (Image analysis) เป็นขั้นตอนการค้นหามาร์คเกอร์ (Marker) จากภาพที่ได้จากกล้องวิดีโอ โดยสืบค้นจากฐานข้อมูลมาร์คเกอร์ (Marker database) ที่มีการเก็บข้อมูล ขนาดและรูปแบบของมาร์คเกอร์ที่ออกแบบไว้ 2) การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ ของมาร์คเกอร์เมื่อเทียบกับกล้องวิดีโอ ซึ่งจะแสดงในรูปแบบเมตริกซ์ที่ระบุความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของกล้องและตำแหน่งของมาร์คเกอร์ 3) กระบวนการสร้างภาพโมเดล 3 มิติ (3D rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูล (โมเดล 3 มิติ) เข้าไปในภาพที่ได้จากกล้อง ตำแหน่งที่ตรวจพบจากขั้นตอนที่ (1) โดยใช้ค่าตำแหน่งจากขั้นตอนที่ (2)

แนวคิดการสื่อสารการตลาดเพื่อส่งเสริมการจัดจำหน่าย ทำให้ลูกค้ารู้สึกสนุกกับการมีส่วนร่วมกับแบรนด์หรือผลิตภัณฑ์ในปัจจุบันเทคโนโลยีเสมือนจริงจะเป็นอีกหนึ่งเทคโนโลยีที่ตอบสนองต่อแนวคิดการตลาดเชิงประสบการณ์หรือเรียกว่า เทคโนโลยีความจริงเสริมที่ใช้ในการตลาดเชิงประสบการณ์ (Augmented Reality Experiential Marketing: AREM) โดยมีองค์ประกอบหลัก 5 องค์ประกอบ Schmitt, B.H. (1999) ได้แก่

1. การตลาดเชิงประสบการณ์จากประสาทสัมผัส (Sense) ประสบการณ์ที่เกิดขึ้นจากแนวคิดประสาทสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ การมองเห็น การได้ยิน การได้กลิ่น รสชาติ และการสัมผัส ซึ่งการตลาดจะใช้อย่างแตกต่าง การจูงใจในการตัดสินใจซื้อ หรือคุณค่าของผลิตภัณฑ์
2. การตลาดเชิงประสบการณ์จากความรู้สึก (Feel) การตลาดที่มุ่งเน้นประสบการณ์เกี่ยวกับความรู้สึกเชิงลึก

และอารมณ์แก่ผู้บริโภค เพื่อให้เกิดทัศนคติและความรู้สึก
ด้านบวกต่อสินค้าและตราสินค้า (Brand) จนกลายเป็น
ความรื่นรมย์ เบิกบานและภาคภูมิใจ

3. การตลาดเชิงประสบการณ์จากความรู้ความเข้าใจ
(Think) ประสบการณ์ที่เกิดจากสติปัญญา ความคิด
สร้างสรรค์ ในการมีส่วนร่วมแก้ไขปัญหา โดยการตลาดซึ่ง
มุ่งสร้างประสบการณ์เพื่อกระตุ้นให้ผู้บริโภคเกิดความรู้
ความเข้าใจ

4. การตลาดเชิงประสบการณ์ทางกายภาพหรือการ
กระทำ (Act) ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมทาง
กายภาพและการผสมผสานพฤติกรรมของบุคคลกับวิถี
ชีวิต การตลาดที่มุ่งเสริมประสบการณ์ด้านการใช้หรือการ
บริโภคสินค้าของกลุ่มเป้าหมาย

5. การตลาดเชิงประสบการณ์จากความเชื่อมโยง
(Relate) ประสบการณ์ที่เกิดจากการเชื่อมต่อหรือมี
ความสัมพันธ์กับกลุ่มสังคมและวัฒนธรรม การตลาดที่มุ่ง
ขยายผลจากการสร้างประสบการณ์มาเป็นการสานสร้าง
ความสัมพันธ์กับบางสิ่งบางอย่างซึ่งเกี่ยวข้องกับสังคม
ภายนอก

การสื่อสารข้อมูลและรูปภาพบนฉลากผลิตภัณฑ์หรือ
บรรจุภัณฑ์ต้องมีความชัดเจน กลุ่มผู้บริโภควัยหนุ่มสาว
มักพึ่งพาเทคโนโลยี เน้นอารมณ์เป็นหลัก ดังนั้นฉลาก
ผลิตภัณฑ์หรือบรรจุภัณฑ์ต้องสามารถสื่อสารผ่านสื่อ
การออกแบบ และการใช้งาน (นุชนัตร จักรกลม, 2557)
นอกจากนี้การโฆษณา การส่งเสริมการจัดจำหน่ายสินค้า
หรือผลิตภัณฑ์กับพฤติกรรมผู้บริโภคในยุคดิจิทัล การ
ดำเนินชีวิตของผู้บริโภคในยุคดิจิทัล มีความสะดวก สบาย
รวดเร็วมีการสื่อสารข้อมูลหลายหน้าจอบนเวลาเดียวกัน
นิยมที่จะเข้าร่วมเครือข่ายทางสังคมออนไลน์ เพื่อค้นหา
และศึกษาข้อมูลสินค้า มีการรวมกลุ่มทางสังคมเพื่อมอง
หาแสวงหาเพื่อนที่ชอบในสิ่งเดียวกันสามารถแสดงความคิด
เห็นและแบ่งปันเรื่องราวต่าง ๆ ภายในกลุ่ม ดังนั้นการ
สื่อสารทางการตลาดนั้นมีการเปลี่ยนแปลงเป็นการทำให้
ผู้บริโภคเกิดการแบ่งปัน บอกต่อ หรือทำกิจกรรมต่าง ๆ
ตามที่องค์กรธุรกิจได้นำเสนอที่ดึงดูดคล้องกับ
พฤติกรรมผู้บริโภคและการสื่อสารไปยังผู้บริโภค จะต้อง

สื่อสารในเวลาทันทีทันใด (Real-Time) และในเวลา
ถูกต้อง (Right-Time) เพื่อให้ผู้บริโภคยังคงเป็นลูกค้าของ
ตราสินค้านั้น ๆ ต่อไป (อริสรา ไวยเจริญ, 2557)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

P.Butler (2013) กล่าวถึง บรรจุภัณฑ์สร้างปฏิสัมพันธ์
(Interactive Packaging) เป็น บรรจุภัณฑ์ ที่ สร้าง
ปฏิสัมพันธ์กับผู้บริโภค โดยอาจอยู่ในรูปแบบการ
ออกแบบผสมกับการใช้วัสดุพิเศษเพื่อให้ผู้บริโภคเกิด
ประสบการณ์ที่ตระหนักรู้การใช้งาน หรือการใช้เทคโนโลยี
ทางการสื่อสารมาช่วย เช่นการใช้เทคโนโลยีQR Codes
(Quick Response Codes Technology) เทคโนโลยี
เสมือนจริง (Augmented Reality Technology) เช่น
การให้ข้อมูลรายละเอียดสินค้า วิธีการประกอบอาหาร
การปรุงอาหาร การสอยย้อนกลับแหล่งที่มาหรือเกมส์ต่าง
ๆ เพื่อเป็นการทำโปรโมชันให้กับสินค้า

ชลิตา อุผลเจริญ (2559) ได้วิเคราะห์ปัจจัยการตลาด
เชิงประสบการณ์ที่ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมผ่าน
แคมเปญสื่อสารการตลาด พบว่า ปัจจัยการตลาดที่ใช้
เทคโนโลยีความจริงเสริมผ่านแคมเปญสื่อสารการตลาดมี
2 ปัจจัยสำคัญได้แก่ ปัจจัยส่วนประสมการตลาด และ
ปัจจัยการตลาดเชิงประสบการณ์ โดยพบว่า แนวโน้ม
ความเป็นไปได้ในอนาคตของเทคโนโลยีความจริงเสริมใน
การตลาดเชิงประสบการณ์ สามารถแบ่งออกเป็น 4
ประเด็นที่สำคัญ ได้แก่ 1) การใช้งานเทคโนโลยีความจริง
เสริมในด้านการสื่อสารการตลาด 2)การพัฒนาและลด
ข้อจำกัดของเทคโนโลยีความจริงเสริมที่ใช้ในการตลาดเชิง
ประสบการณ์ 3) การยอมรับเทคโนโลยีความจริงเสริมใน
ด้านการสื่อสารการตลาด และ 4) ทิศทางความเป็นไปได้
ในอนาคตของการใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม

พันธุ์ทิพย์ภา หอมสร้อยและคณะ (2559) ได้ศึกษา
เรื่องการสร้างสร้างความผูกพันระหว่างผู้บริโภคกับ
อาหารสำเร็จรูปบรรจุห่อผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริง พบว่า
การสื่อสารผ่านบรรจุภัณฑ์และการสื่อสารผ่านเทคโนโลยี
เสมือนจริงนั้นส่งผลกับความผูกพันของผู้บริโภคต่อสินค้า
สำเร็จรูปบรรจุห่อ โดยมีระดับความสัมพันธ์ร้อยละ 52.70

และพบว่า การสื่อสารผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริงช่วยเพิ่มความผูกพันให้กับบรรจูกภัณฑ์

4. วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนาด้วยวิธีการพัฒนาเทคโนโลยีเสมือนจริงบนฉลากผลิตภัณฑ์หรือบรรจูกภัณฑ์ เพื่อส่งเสริมการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์และศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยการสุ่มตัวอย่างแบบไม่ทราบความน่าจะเป็น (Purposive Sampling)

ทางสถิติโดยประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยนี้อ้างอิงจากประชากรผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ก๊วยกรอบหอมทองยัดเยียดในเขตจังหวัดพะเยา เชียงราย โดยสามารถเก็บตัวอย่างแบบสอบถามได้ทั้งสิ้น 250 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.1 เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality: AR) บนฉลากผลิตภัณฑ์และบรรจูกภัณฑ์ เพื่อส่งเสริมการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ก๊วยกรอบ

1.2 แบบประเมินคุณภาพเทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality: AR) บนฉลากผลิตภัณฑ์และบรรจูกภัณฑ์ เพื่อส่งเสริมการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ก๊วยกรอบ

1.3 แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality: AR) บนฉลากผลิตภัณฑ์และบรรจูกภัณฑ์ เพื่อส่งเสริมการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ก๊วยกรอบ โดยก่อนใช้เครื่องมือดังกล่าวได้ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พิจารณา

วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยมีวิธีการดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีเสมือนจริงบนฉลากผลิตภัณฑ์และบรรจูกภัณฑ์ เพื่อส่งเสริมการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ก๊วยกรอบ

2.1 การออกแบบ Marker ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและออกแบบ Marker บนฉลากผลิตภัณฑ์และบรรจูกภัณฑ์

- 1) ออกแบบ Mock up ของ Marker ฉลากผลิตภัณฑ์

2) จัดทำ Marker และทำการ Generator Marker

2.2 จัดทำวิดีโอ

2.3 Export Program AR เข้าระบบ เพื่อใช้งาน

3. ศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อเทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อส่งเสริมการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ก๊วยกรอบ

การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการวิเคราะห์เชิงปริมาณโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เพื่อวิเคราะห์ความพึงพอใจที่มีต่อเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยสถิติที่ใช้ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



ภาพที่ 1 ตัวอย่างภาพการอ่าน Marker และแสดงเนื้อหาบนฉลากผลิตภัณฑ์

5. ผลการวิจัย

1. ผลการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้นในรูปแบบวิดีโอเมื่ออ่าน Marker รูปบนฉลากผลิตภัณฑ์และบรรจูกภัณฑ์ พบว่า เทคโนโลยีเสมือนจริงบนฉลากผลิตภัณฑ์และบรรจูกภัณฑ์สามารถอ่านสัญลักษณ์และแสดงผลเสมือนจริงผ่านรูปแบบวิดีโอโดยใช้แอปพลิเคชันเลย์อา (Layar) และผลการประเมินคุณภาพเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ก๊วยกรอบจากผู้เชี่ยวชาญโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

2. ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเทคโนโลยีเสมือนจริงบนฉลากผลิตภัณฑ์และบรรจูกภัณฑ์ เพื่อส่งเสริมการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ก๊วยกรอบ ดังแสดงในตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม		ความถี่	ร้อยละ
เพศ	ชาย	144	57.60
	หญิง	106	42.40
อายุ	15-20 ปี	64	25.60
	21-30 ปี	166	66.40
	31-40 ปี	10	4.00
	41 ปีขึ้นไป	10	4.00
ระดับการศึกษา	ต่ำกว่าปริญญาตรี	28	11.20
	ปริญญาตรี	202	80.80
	สูงกว่าปริญญาตรี	20	8.00
อุปกรณ์พกพาที่ใช้ประจำ	โทรศัพท์	242	96.80
	แท็บเล็ต	8	3.20
ระบบปฏิบัติการที่ใช้	Android	174	69.60
	IOS	76	30.40

ตารางที่ 2 ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเทคโนโลยีเสมือนจริงบนฉลากผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์

รายการประเมิน	Mean	SD.	ความพึงพอใจ
1. ความรู้เกี่ยวกับการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ หอมทองยัดเยียดก่อนใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง	2.72	1.25	น้อย
2. แอปพลิเคชันสะดวกต่อการใช้งาน	3.78	0.80	มาก
3. ความรวดเร็วในการแสดงผลข้อมูลบนอุปกรณ์พกพาของท่าน	4.04	0.86	มาก
4. ความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลกับเว็บไซต์ / Fb / page	4.22	0.83	มาก
5. ความสามารถในการอ่าน Marker บนฉลากผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์	3.72	1.14	มาก
6. การจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหาที่มีความเหมาะสม/ น่าสนใจ	4.19	0.94	มาก
7. ภาพและเสียงมีความเหมาะสม	4.46	0.67	มาก
8. ขนาดและภาพเสมือนจริงมีความเหมาะสม	4.60	0.62	มากที่สุด
9. ความเหมาะสมโดยรวมของเทคโนโลยี AR	4.50	0.65	มาก
10. ความรู้เกี่ยวกับการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ หอมทองยัดเยียดหลังใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง	4.38	0.61	มาก
รวม	4.06	0.42	มาก

จากตารางที่ 1 ผู้ตอบแบบสอบถาม 250 คนที่ประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเทคโนโลยีเสมือนจริงบนฉลากผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ถ้วยทอดกรอบหอมทอง ยัดเยียด พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 57.60) อายุอยู่ระหว่าง 21-30 ปี (ร้อยละ 66.40) ระดับการศึกษา ระดับปริญญาตรี (ร้อยละ 80.80) ใช้โทรศัพท์ในการเข้าถึงและอ่านเทคโนโลยีเสมือนจริง (ร้อยละ 96.80) และใช้ระบบปฏิบัติการ **Android** (ร้อยละ 69.60)

จากตารางที่ 2 พบว่า ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเทคโนโลยีเสมือนจริงบนฉลากผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์โดยรวมอยู่ในระดับมาก โดยผู้บริโภคมีความรู้เกี่ยวกับการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์หอมทองยัดเยียดเพิ่มขึ้นหลังจากรับข้อมูลผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยขนาดและภาพเสมือนจริงมีความเหมาะสมมากที่สุด

6. อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ถ้วยทอดกรอบ มีความพึงพอใจต่อผู้บริโภคและผู้ประกอบการในระดับมากทั้งนี้ เกิดจากกระบวนการพัฒนาผู้วิจัยได้แบ่งการทำงานเป็นขั้นตอนที่ชัดเจน 3 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตอนการออกแบบ Marker ฉลากผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ 2) ขั้นตอนการสร้างวิดีโอ และ 3) ขั้นตอนการนำโปรแกรมเข้าสู่ระบบอินเทอร์เน็ต และพบว่าเทคโนโลยีเสมือนจริงแสดงผลบนฉลากผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์โดยสามารถอ่านสัญลักษณ์และแสดงผลเสมือนจริงผ่านรูปแบบวิดีโอโดยใช้แอปพลิเคชันเลเยา (Layar) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อัคราภูมิ ศรีประไหมและพจนศิริพันธ์ ลิ้มปิ่นนันทน์ (2560) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาเทคโนโลยีเสมือนจริงส่งเสริมการท่องเที่ยววัดมหาธาตุ ผลการศึกษาพบว่า เทคโนโลยีเสมือนจริงส่งเสริมการท่องเที่ยววัดมหาธาตุสุโขทัยได้ผลลัพธ์ 3 อย่าง คือ Maker โมเดล และแอปพลิเคชัน AR Sukhothai วัดมหาธาตุสุโขทัยจำนวน 8 แบบได้แก่ เจดีย์ประธาน พระวิหารหลวง พระวิหารคือ เจดีย์ประธาน พระวิหารหลวง พระวิหารสูง พระอุโบสถมณฑปพระอัฐารศ เจดีย์ทรงระฆัง เจดีย์ห้ายอด และ

พระเจดีย์อื่น ๆ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ก้องเกียรติ วิจิตขจี (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาเทคโนโลยีเสมือนจริงส่งเสริมการเรียนรู้ศัพท์ภาษาอังกฤษ ผลจากการศึกษา พบว่า สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงส่งเสริมการเรียนรู้ศัพท์ภาษาอังกฤษประกอบด้วย 4 Markerตามคำศัพท์ภาษาอังกฤษ คือ Rabbit Cat Fish Dog และ Bird ได้นำเสนอในรูปแบบ Augmented Reality แสดงผลรูปแบบ 3 มิติ ผลจากการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ในภาพรวมพบว่า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเทคโนโลยีเสมือนจริงบนฉลากผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์อยู่ในระดับมากทำให้ผู้บริโภครับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับประวัติความเป็นมา การผลิต ซึ่งเทคโนโลยีเสมือนจริงสามารถแสดงรายละเอียดผ่านฉลากผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ โดยแตกต่างจากแบบเดิมที่ผู้บริโภครับรู้ได้น้อย การนำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาประยุกต์ใช้ทำให้เพิ่มประสบการณ์การเรียนรู้ โดยใช้จุดเด่นของเทคโนโลยีเสมือนจริง ทำให้เห็นข้อมูลจริงหรือเสมือนจริงบนหน้าจอที่หลากหลาย สามารถมีปฏิสัมพันธ์ได้ทันที ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการตลาดเชิงประสบการณ์ การสื่อสารการตลาดเพื่อส่งเสริมการจัดจำหน่าย ทำให้ผู้บริโภครู้สึกมีส่วนร่วม สัมผัสได้จากประสาทสัมผัส เช่น การมองเห็น การได้ยิน ทำให้เกิดแรงจูงใจในการตัดสินใจซื้อ เกิดทัศนคติและความรู้สึกด้านบวกต่อผลิตภัณฑ์

7. สรุป

เทคโนโลยีเสมือนจริงบนฉลากผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์สามารถอ่านสัญลักษณ์และแสดงผลเสมือนจริงผ่านรูปแบบวิดีโอโดยใช้แอปพลิเคชันเลเยา (Layar) และความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อการส่งเสริมการจัดจำหน่ายด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงผู้บริโภคมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากส่งผลให้ผู้บริโภคมีส่วนร่วมและมีปฏิสัมพันธ์กับผลิตภัณฑ์ เกิดแรงจูงใจ การตัดสินใจซื้อ เกิดทัศนคติและความรู้สึกด้านบวก

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีโดยการสนับสนุนจากหลายฝ่าย คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภายใต้ทุนวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ OTOP (OTOP Mentor) ที่สนับสนุนเงินทุนวิจัย วิสาหกิจชุมชนกล้วยหอมทองยัดเยียด บ้านปางป้อมเหนือ ตำบลลอ อำเภोजัน จังหวัดพะเยา คุณอชิรา ปัญญาฟู ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกล้วยหอมทองยัดเยียด รวมถึงคุณภัทราวรรณ รวมจิตร ที่อำนวยความสะดวกและให้ข้อมูลในการพัฒนาเทคโนโลยีเสมือนจริงบนฉากและบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์กล้วยกรอบและผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ก้องเกียรติ วิจิตขจี. (2558). การพัฒนาการพัฒนาเทคโนโลยีเสมือนจริงส่งเสริมการเรียนรู้ศัพท์ภาษาอังกฤษ. ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีมีเดียและแอนิเมชัน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- [2] ชลิตา อุผลเจริญ. (2559). การวิเคราะห์ปัจจัยการตลาดเชิงประสบการณ์ที่ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมผ่านแคมเปญสื่อสารการตลาด. วารสารนิเทศศาสตร์และนวัตกรรม ปีที่ 3(2) ก.ค.- ธ.ค.: 1-27.
- [3] นุชนตร จักรกลม. (2557). แนวโน้มนวัตกรรมและบรรจุภัณฑ์. อุตสาหกรรมสาร, 5-7.
- [4] พนิดา ต้นศิริ. (2553). โลกเสมือนผสมผสานโลกจริง Augmented Reality. Executive Journal. (Online). มหาวิทยาลัยกรุงเทพ. : 169-173.
- [5] พันธุ์ทิพย์ งามสร้อยและคณะ. (2559). การสื่อสารสร้างความผูกพันระหว่างผู้บริโภคกับอาหารสำเร็จรูปบรรจุห่อผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริง. วารสารการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติครั้งที่ 23 มิถุนายน 2559 มหาวิทยาลัยหาดใหญ่.
- [6] รติวัลย์ วัฒนสิน. (2555). การส่งเสริมการขายที่มีประสิทธิภาพในธุรกิจค้าปลีกสมัยใหม่: มุมมองของผู้บริโภคและผู้บริหาร. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต. 8(2) : 153-173.
- [7] วรสุวิทย์ โพธิ์สัตย์. (2561). บริบทและแนวทางการดำเนินการธุรกิจท่องเที่ยวดิจิทัล. วารสารรัชต์ภาคย์. 12(26) พฤษภาคม-สิงหาคม : 255-269.
- [8] อริสรา ไวยเจริญ. (2557). การโฆษณากับพฤติกรรมผู้บริโภคในยุคดิจิทัล. วารสารนิเทศศาสตร์ธุรกิจบัณฑิต. 1: 11-35.
- [9] อัคราภูมิ ศรีประไหมและพจนศิริพันธ์ ลิ้มปิ่นพันธ์. (2560). การพัฒนาเทคโนโลยีเสมือนจริงส่งเสริมการ. ท่องเที่ยววัฒมาหาธาตุ. The 5th ASEAN Undergraduate Conference in Computing (AUC2): 44-48.
- [10] Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. In Presence. Teleoperators and Virtual Environments. 6(4), 355-385.
- [11] Jiravarapong B. (2010). AR: Augmented Reality. Journal of Education Naresuan University. 12(3):189-194. (in Thai)
- [12] P. Butler. (2013). Smart and interactive packaging developments for enhanced communication at the packaging/ user interface. Woodhead Publishing Limited.
- [13] Schmitt, B.H. (1999). Experiential Marketing: How to Get Customers to Sense, Feel, Think, Act, and Relate to Your Company and Brands. New York: Free Press.

รูปแบบการพัฒนาสถาบันเครือข่ายด้วยกระบวนการสอนแบบ STEM กรณีศึกษาโรงเรียนนครชุมพิทยา รัชมังคลาภิเษก

ประเทียบ พรหมสินอง¹, แมน พักทอง², ไพบุลย์ สวนพันธุ์³, ศักดิ์สิทธิ์ ชื่นชมขนาดจาด⁴ และปริดา เสมา^{5*}

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก
ตำบลบ้านกร่าง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก รหัสไปรษณีย์ 65000

รับบทความ 30 ตุลาคม 2561 ตอบรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 15 มิถุนายน 2563

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

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างรูปแบบและประเมินผลการพัฒนาสถาบันเครือข่ายด้วยกระบวนการสอนแบบ STEM โดยรูปแบบการพัฒนาสถาบันเครือข่ายด้วยกระบวนการสอนแบบ STEM แบ่งขั้นตอนการดำเนินงานประกอบด้วย 4 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1) สร้างความเข้าใจ ระยะที่ 2) ให้การส่งเสริม ระยะที่ 3) ดำเนินการสอน และระยะที่ 4) วัดและประเมินผล ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ พบว่ามีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.55$, S.D.=0.51) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าส่วนใหญ่ผลการประเมินมีค่าอยู่ในระดับมากที่สุด นอกจากนี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ส่งเสริมมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนการส่งเสริม โดยที่ครูผู้สอนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.83$, S.D.=0.29) และผู้บริหารสถานศึกษามีความพึงพอใจต่อการดำเนินงานพบว่ามีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.76$, S.D.=0.33)

คำสำคัญ : การสอนแบบ STEM , การพัฒนาสถาบันเครือข่าย

The Development model of Institute Network with STEM Teaching Process: Nakornchumphittaya School Case study

Prataeb promsinong¹, Man Fakthong² Paiboon Sounpan³
Saksit Chuenchomnakjad⁴ and Preda Sama^{5*}

Rajamungalanna phitsanulok University
District Mung Province Phitsanulok 65000

Receive: 30 October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 15 June 2020

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

Abstract

The purposes of this research were to develop and to evaluate the model of institute network development through STEM teaching process. The model of network development through STEM teaching process was divided into four stages of operation such as, 1) Understand phase 2) Promote phase 3) Implement teaching phase and 4) Measure and evaluate phase. The results of the assessment of the suitability of the model showed the overall mean average at the highest level ($\bar{x}=4.55$, S.D.=0.51). In the individual case, it was found that most of the results were at the highest level. Moreover, the academic achievement of students was higher than before using this promotion. The teachers were satisfied with teaching and learning at the highest level ($\bar{x}=4.83$, S.D.=0.29) and the school administrator was satisfied with the operation at the highest level ($\bar{x}=4.76$, S.D.=0.33).

Keyword : STEM teaching, institute network development

1. ความเป็นมาและความสำคัญ

นโยบายของรัฐบาลให้มีการส่งเสริมสนับสนุน การพัฒนาคุณภาพการศึกษาที่ท้องถิ่น โดยมี สถาบันอุดมศึกษาเป็นพี่เลี้ยงโดยมุ่งเน้นให้ สถาบันอุดมศึกษานำความรู้ความเชี่ยวชาญทางวิชาการ ของบุคลากร ทรัพยากร และเทคโนโลยีไปช่วยพัฒนา คุณภาพการศึกษาให้กับโรงเรียนที่เปิดสอนระดับ การศึกษาขั้นพื้นฐานด้วยการพัฒนาศักยภาพครูในการจัด กิจกรรมในการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับรูปแบบการ เรียนการสอนที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่าน การทำกิจกรรมมากกว่าการเรียนรู้ทฤษฎีในห้องเรียนเพียง อย่างเดียว เพื่อให้การขับเคลื่อนนโยบายการเรียนรู้สู่การ ปฏิบัติอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้พร้อม เข้าสู่การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สอดคล้องกับ หลาย ประเทศที่เป็นผู้นำด้านการศึกษาของโลกที่เห็นพ้องกันว่า แนวคิดสำคัญในศตวรรษที่ 21 การศึกษายุคใหม่ซึ่งมี แนวทางการศึกษาที่ได้บูรณาการความรู้ระหว่างศาสตร์ วิชาต่างๆ รวมเข้าด้วยกันเรียกว่าสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ ระหว่างสาขาวิชาให้มีความเชื่อมโยงกับชีวิตจริงในการ ดำรงชีวิตหรือการ ประกอบอาชีพเพื่อให้ผู้เรียนเห็น ความสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ เทคโนโลยี ในชั้นเรียนกับบริบทโลกของความเป็นจริง เกิด ทักษะสำคัญเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมและการนำมา ซึ่ง การพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ หรือนวัตกรรม โดยนำสิ่งที่เรียนรู้ใน ระบบโรงเรียนไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ได้อย่างมี ประสิทธิภาพ

โรงเรียนนครชุมพิทยารักษ์มงคลเกษม เป็น โรงเรียนมัธยมศึกษาที่อยู่ห่างไกลจากจังหวัดพิษณุโลกเป็น ระยะทาง 120 กม.พื้นที่โดยรอบของโรงเรียนเป็นภูเขา ล้อมรอบทำให้การเดินทางค่อนข้างลำบาก ดังนั้นการ จัดการเรียนการสอนของครูยังต้องมีการพัฒนาเพื่อให้ทัน ต่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จากการสอบถามครูผู้สอน พบว่าจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่เป็นการบรรยายทำให้การ เรียนรู้การสอนความน่าสนใจ ทำให้เกิดความเบื่อหน่ายใน การเรียน และจากการสอบถามผู้เรียนถึงแนวทางการ จัดการ

เรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องการผู้เรียนส่วนใหญ่ต้องการให้ ครูผู้สอนเน้นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติ เนื่องจากการลงมือปฏิบัติทำให้ผู้เรียนทำงานได้จริง และ นำไปใช้ในการประกอบอาชีพต่อไปได้ ซึ่งจะเห็นได้ว่า นักเรียนมีความต้องการพัฒนาวิชาชีพ ซึ่งมีความ สอดคล้องกับการผลิตบัณฑิตของ มทร. ล้านนา ที่เน้น บัณฑิตนักปฏิบัติ ดังนั้นการดำเนินการวิจัยพัฒนาสถาบัน เครือข่ายด้วยกระบวนการสอนแบบ STEM ของโรงเรียน นครชุมพิทยารักษ์มงคลเกษม จึงเป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ มีความพร้อมเพื่อก้าวสู่การประกอบอาชีพและการศึกษา ระดับอุดมศึกษาในอนาคต อันเป็นการพัฒนาผู้เรียนให้มี คุณลักษณะอันพึงประสงค์สอดคล้องกับพระราชบัญญัติ การศึกษาแห่งชาติที่เน้นผู้เรียนเป็น คนดี คนเก่ง และ นำไปสู่การเป็นทรัพยากรบุคคลอันมีคุณภาพที่ดีในอนาคต ต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อสร้างรูปแบบการพัฒนาสถาบัน เครือข่ายด้วยกระบวนการสอนแบบ STEM
- 2.2 เพื่อประเมินผลการดำเนินงานตามรูปแบบการ พัฒนาสถาบันเครือข่ายด้วยกระบวนการสอนแบบ STEM

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

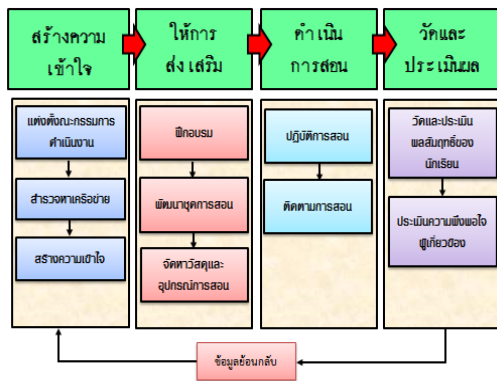
วิธีดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. สร้างรูปแบบการพัฒนาสถาบันเครือข่ายด้วย กระบวนการสอนแบบ STEM
2. ดำเนินตามรูปแบบการพัฒนาสถาบัน เครือข่ายด้วยกระบวนการสอนแบบ STEM
3. ประเมินผลการดำเนินงานตามรูปแบบการพัฒนาสถาบัน เครือข่ายด้วยกระบวนการสอนแบบ STEM

โดยแต่ละขั้นตอนมีการดำเนินงานวิจัยดังนี้

3.1 สร้างรูปแบบการพัฒนาสถาบันเครือข่าย ด้วยกระบวนการสอนแบบ STEM

การสร้างรูปแบบการดำเนินงานประกอบด้วย 4 ระยะ ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 การสร้างรูปแบบการดำเนินงาน



รูปที่ 2 การส่งเสริมการดำเนินงาน



รูปที่ 3 ผู้สอนดำเนินการจัดการเรียนการสอน/
การจำหน่ายผลผลิตและเกษตรกรศึกษาดูงาน

จากรูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงานตามรูปแบบประกอบด้วย 4 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1) สร้างความเข้าใจ ระยะที่ 2) ให้การส่งเสริม ระยะที่ 3) ดำเนินการสอน และ ระยะที่ 4) วัดและประเมินผล หลังจากการสร้างรูปแบบฯ คณะผู้วิจัยได้นำรูปแบบการดำเนินงานไปให้คณะผู้บริหารสถานศึกษาและผู้เกี่ยวข้องในการดำเนินงานจำนวน 12 ท่าน ทำการประเมินความระดับความเหมาะสมในการดำเนินงานตามรูปแบบ

3.2 ดำเนินตามรูปแบบการพัฒนาสถาบัน เครือข่ายด้วยกระบวนการสอนแบบ STEM

ระยะที่ 1 สร้างความเข้าใจ

ในการดำเนินงานตามรูปแบบฯ จะต้องมีการแต่งตั้งคณะกรรมการดำเนินงานตามโครงการประกอบด้วยคณะกรรมการดำเนินงานฝ่ายต่างๆ เพื่อดำเนินการขับเคลื่อนการดำเนินงานให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย จากนั้นดำเนินการสำรวจหาแนวร่วม เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์การดำเนินงานตามรูปแบบฯ

ระยะที่ 2 ให้การส่งเสริม

ในการดำเนินการให้การส่งเสริมเป็นการพัฒนาความรู้แก่ครูผู้สอน โดยการฝึกอบรมให้ความรู้เพื่อนำความรู้ ทักษะ นำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ตลอดจนสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ประกอบการจัดเรียนการสอน ซึ่งวัสดุที่ดำเนินการในครั้งนี้เป็นโรงเรือนขนาด 8x12 เมตร พร้อมอุปกรณ์ปลูกในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ตามแผนการสอนที่ครูผู้สอนกำหนดไว้ ดังแสดงในรูปที่ 2

ระยะที่ 3 ดำเนินการสอน

ในระยะนี้ครูผู้สอนนำความรู้และอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอน จากการดำเนินงานในระยะที่ 2 มาดำเนินการ โดยมี คณะทำงานของ มทร.ล้านนา พิษณุโลก ติดตามให้ข้อเสนอแนะในการดำเนินงานในระยะนี้ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนดำเนินการเป็นไปด้วยความเรียบร้อย ดังแสดงในรูปที่ 3

จากภาพที่ 3 ผลการดำเนินงานในการจัดการเรียนการสอนทำให้ได้ผลผลิตเป็นผักที่ปลอดสารพิษ เนื่องจากการปลูกในมุ้ง และนักเรียนสามารถนำเอาผลผลิตจากการดำเนินงานไปจำหน่ายในแหล่งชุมชนเป็น

การสร้างรายได้ ทำให้มีเงินหมุนเวียนในการดำเนินการในการดำเนินงานในรอบต่อไป นอกจากนี้ทำให้โรงเรียนเป็นแหล่งเรียนรู้ของชุมชนในการปลูกผักแบบปลอดสารพิษ

ระยะที่ 4 วัดและประเมินผล

ในการวัดและประเมินผล พิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และประเมินระดับความพึงพอใจของผู้เกี่ยวข้องในการดำเนินงานตามรูปแบบฯ เพื่อรวบรวมเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการดำเนินการในครั้งต่อไปให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการประเมินระดับความเหมาะสมรูปแบบ ดังแสดงในตารางที่ 1

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบฯ พบว่ามีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}=4.55$, S.D.=0.51) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าส่วนใหญ่ผลการประเมินมีค่าอยู่ในระดับมากที่สุดมีเพียงข้อที่ 2 การดำเนินงานในระยะที่ 2 ให้การส่งเสริมผลการประเมินมีค่าอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}=4.55$, S.D.=0.51) เพียงข้อเดียว

4.2 ผลการประเมินการดำเนินงานตามรูปแบบฯ พิจารณาจาก 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน 2) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน 3) ความพึงพอใจของครูผู้สอนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน และ 4) ความพึงพอใจของผู้บริหารสถานศึกษาที่มีต่อการดำเนินงาน โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

4.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มนักเรียนปีการศึกษา 2559 ก่อนการดำเนินการส่งเสริม ดังแสดงในตารางที่ 2

จากตารางที่ 2 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ส่งเสริมในปีการศึกษา 2560 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนการส่งเสริมในปีการศึกษา 2559

4.2.2 ผลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความระดับความเหมาะสมของรูปแบบ (N=12)

ข้อที่	ประเด็นการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1	ระยะที่ 1 สร้างความเข้าใจ	4.67	0.49	มากที่สุด
2	ระยะที่ 2 ให้การส่งเสริม	4.42	0.51	มาก
3	ระยะที่ 3 ดำเนินการสอน	4.58	0.51	มากที่สุด
4	ระยะที่ 4 วัดและประเมินผล	4.50	0.52	มากที่สุด
5	เป็นรูปแบบที่สามารถนำไปปฏิบัติให้บรรลุผลได้	4.58	0.51	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม		4.55	0.51	มากที่สุด

ตารางที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

ปีการศึกษา	N	$\bar{x}$	S.D.
หลังส่งเสริม ปี 2560	24	78.20	4.61
ก่อนส่งเสริม ปี 2559	21	72.48	3.78

ตารางที่ 3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน

ประเด็นการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ความพึงพอใจ
ด้านสาระการเรียนรู้			
1. เนื้อหาสาระที่เรียนไม่ยากเกินไป	4.58	0.24	มากที่สุด
2. ความต่อเนื่องเนื้อหาในการเรียน	4.36	0.48	มาก
3. สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน	4.74	0.45	มากที่สุด
เฉลี่ยด้านสาระการเรียนรู้	4.56	0.39	มากที่สุด
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
4. ได้มีการค้นคว้าด้วยตนเอง	4.72	0.40	มากที่สุด
5. ทำให้ท่านมีการทำงานเป็นทีม	4.54	0.52	มากที่สุด
6. ทำให้ท่านเรียนอย่างมีความสุข	4.35	0.23	มาก
7. ช่วยฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล	4.78	0.53	มากที่สุด
8. ทำให้ท่านมีทักษะในการปฏิบัติงาน	4.60	0.58	มากที่สุด
9. ส่งเสริมการเรียนรู้เพื่อทำงานหรือศึกษาต่อ	4.52	0.28	มากที่สุด
10. ครูผู้สอนมีทักษะการสอน	4.76	0.32	มากที่สุด
เฉลี่ยด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.61	0.41	มากที่สุด
ด้านสื่อการเรียนการสอน			
11. ครูผู้สอนใช้สื่อ-อุปกรณ์ทำให้การเรียนที่น่าสนใจ	4.80	0.50	มากที่สุด
12. มีสื่อ-อุปกรณ์การเรียนการสอนเพียงพอต่อการเรียนของนักเรียน	4.66	0.62	มากที่สุด
เฉลี่ยด้านสื่อการเรียนการสอน	4.73	0.56	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.62	0.43	มากที่สุด

ตารางที่ 4 ความพึงพอใจของครูผู้สอนมีต่อการจัดการเรียนการสอน

ประเด็นการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ความพึงพอใจ
1. การสนับสนุนวัสดุประกอบการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
2. การเป็นที่เลี้ยงโดยคณะอาจารย์ มทร. ล้านนาพิษณุโลก	4.67	0.58	มากที่สุด
3. การให้ข้อเสนอแนะของคณะอาจารย์ มทร. ล้านนาพิษณุโลก ต่อการจัดการกิจกรรม	5.00	0.00	มากที่สุด
4. ทักษะของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน	4.57	0.00	มากที่สุด
5. การติดต่อประสานงานระหว่างโรงเรียนกับ มทร. ล้านนา พิษณุโลก	5.00	0.00	มากที่สุด
6. องค์ความรู้ที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	4.93	0.58	มากที่สุด
7. การพัฒนาความรู้ของนักศึกษาร่วมกันระหว่างโรงเรียนนครชุมฯ กับ มทร. ล้านนา พิษณุโลก	4.83	0.58	มากที่สุด
8. การดำเนินงานร่วมกับ มทร. ล้านนา พิษณุโลก ในงบประมาณปีต่อไป	4.67	0.58	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.83	0.29	มากที่สุด

ตารางที่ 5 ความพึงพอใจของผู้บริหารสถานศึกษาที่มีต่อการดำเนินงาน

ประเด็นการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ความพึงพอใจ
1. การสนับสนุนวัสดุประกอบการเรียนการสอนโดย มทร. ล้านนา พิษณุโลก	5.00	0.00	มากที่สุด
2. การเป็นที่เลี้ยงโดยคณะอาจารย์ มทร. ล้านนาพิษณุโลก	4.33	0.58	มาก
3. การให้ข้อเสนอแนะของคณะอาจารย์ มทร. ล้านนาพิษณุโลก ต่อการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
4. ทักษะของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน	4.67	0.58	มากที่สุด
5. การพัฒนาความรู้ของนักศึกษาร่วมกันระหว่างโรงเรียนนครชุมฯ กับ มทร. ล้านนา พิษณุโลก	4.67	0.58	มากที่สุด
6. การติดต่อประสานงานของคณะอาจารย์ มทร. ล้านนา พิษณุโลก	5.00	0.00	มากที่สุด
7. การดำเนินงานร่วมกับ มทร. ล้านนา พิษณุโลก ในงบประมาณปีต่อไป	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.76	0.33	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน พบว่ามีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}=4.62$, S.D.=0.43) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าทุกด้านนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

4.2.3 ผลความพึงพอใจของครูผู้สอนมีต่อการจัดการเรียนการสอน แสดงในตารางที่ 4

จากตารางที่ 4 ผลความพึงพอใจของครูผู้สอนมีต่อการจัดการเรียนการสอน พบว่ามีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}=4.83$, S.D.=0.29) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าทุกด้านนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

4.2.4 ผลความพึงพอใจของผู้บริหารสถานศึกษาที่มีต่อการดำเนินงาน แสดงในตารางที่ 5

จากตารางที่ 5 ความพึงพอใจของผู้บริหารสถานศึกษาที่มีต่อการดำเนินงาน พบว่ามีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}=4.76$, S.D.=0.33) และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าส่วนใหญ่ผู้บริหารมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีเพียงข้อที่ 2 การเป็นที่เลี้ยงโดยคณะอาจารย์ มทร. ล้านนา พิษณุโลกผู้บริหารมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

5. สรุปผลการวิจัยและ

5.1 สรุปผลการวิจัย รูปแบบการพัฒนาสถาบัน

เครือข่ายด้วยกระบวนการสอนแบบ STEM ขั้นตอนการดำเนินงานตามรูปแบบประกอบด้วย 4 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1) สร้างความเข้าใจ ระยะที่ 2) ให้การส่งเสริม ระยะที่ 3) ดำเนินการสอน และระยะที่ 4) วัดและประเมินผล ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบฯ พบว่ามีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}=4.55$, S.D.=0.51) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าส่วนใหญ่ผลการประเมินมีค่าอยู่ในระดับมากที่สุดมีเพียงข้อที่ 2 การดำเนินงานในระยะที่ 2 ให้การส่งเสริมผลการประเมินมีค่าอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}=4.55$, S.D.=0.51) เพียงข้อเดียว ซึ่งผลความพึงพอใจของครูผู้สอนมีต่อการจัดการเรียนการสอน พบว่ามีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}=4.83$, S.D.=0.29)

และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าทุกด้านนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยที่ผู้บริหารสถานศึกษามีความพึงพอใจต่อการดำเนินงานพบว่ามีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.76, S.D. = 0.33) และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าส่วนใหญ่ผู้บริหารมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การส่งสถาบันเครือข่ายเป็นการนำองค์ความรู้ของคณะครูอาจารย์ที่สังกัดในมหาวิทยาลัยฯ ลงไปสู่โรงเรียนเครือข่ายเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความพร้อมหรือตัดสินใจที่จะเข้าศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ตลอดจนเป็นการพัฒนาตัวป้อนของมหาวิทยาลัยฯ ซึ่งจากการดำเนินการร่วมกับโรงเรียนนครชุมพิทยา รัชมังคลาภิเษก มีนักเรียนสมัครเข้าศึกษาต่อ มทร. ล้านนา จากการดำเนินการพัฒนาสถาบันเครือข่ายจำนวน 6 คน ดังนั้นการดำเนินการพัฒนาสถาบันเครือข่ายควรมีการขยายผลในการดำเนินการกับกลุ่มสถาบันการศึกษาอื่นๆ เพื่อเพิ่มจำนวนนักศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ ในสถานการณ์ที่มีการแย่งนักเรียนเพื่อเข้าเรียนต่อในแต่ละสถานศึกษา

5.2.2 ภาครัฐบาล ควรจัดสรรงบประมาณในการดำเนินการพัฒนาสถาบันเครือข่ายเนื่องจากบางโรงเรียนการจัดการเรียนการสอนในบางรายวิชาที่สอดคล้องกับชุมชนในท้องถิ่น ทางโรงเรียนยังขาดวัสดุอุปกรณ์ส่งเสริมการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยสถาบันอุดมศึกษา

5.2.3 สถาบันการศึกษาควรจัดรายวิชาการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับชุมชนในท้องถิ่นเพื่อเป็นการส่งเสริมอาชีพให้กับชุมชนและเป็นการพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในชุมชน

บรรณานุกรม

- [1] กิ่งแก้ว อารีรักษ์ และคณะ การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบที่หลากหลาย. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เมธีทิปส์, 2548.
- [2] เพ็ญศรี ศรีสวัสดิ์ และคณะ. รูปแบบการจัดกิจกรรมลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานพัฒนาทักษะการใช้เทคโนโลยีสื่อสังคม

วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.2561

- [3] นัสนรินทร์ ปือชา. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.2558.
- [4] ปรียานุช มานูจำ และ อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์. ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับ แนวคิดของสะเต็มศึกษาต่อการคิดไตร่ตรอง. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.2560
- [5] ขนิษฐา จิตอรุณ. เทคนิคการฝึกอบรมและประชุม. กรุงเทพมหานคร : มณฑลการพิมพ์, 2540
- [6] เครือวัลย์ ลิ้มอภิชาติ. หลักและเทคนิคการจัดการฝึกอบรมและพัฒนา. กรุงเทพฯ : สยามการพิมพ์, 2531.
- [7] ธาณินทร์ ศิลป์จารุ. การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ:โรงพิมพ์วี อินเทอร์เน็ต จำกัด, 2548
- [8] Best, John W. Research in Education. Eglewood Cliffs : Prentice-Hall, 1977.

เทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิลในกระบวนการล้างกลัวยหอมทอง เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้ออีโคไล

ชินนาฏ วิทยาประการ^{1,*} วิษณุ ทองเล็ก² และ พรณพร กุลมา³

¹ สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร ² คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, 128 ถ.ห้วยแก้ว ต.ช้างเผือก อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50300

³ สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, 59 ต.ฝายแก้ว อ.ภูเพียง จ.น่าน 55000

รับบทความ 30 ตุลาคม 2561 ตอรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 15 มิถุนายน 2563

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

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดเล็กระดับไมโคร/นาโนเมตร ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในช่วงหลายปีที่ผ่านมา เนื่องจากเป็นวิธีที่ปลอดภัยและปลอดภัยการใช้สารเคมี ในงานวิจัยนี้ได้นำเทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิลมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการล้างกลัวยหอมทองเพื่อยับยั้งเชื้ออีโคไล โดยใช้ตัวอย่าง 3 ชนิดเปรียบเทียบกัน ได้แก่ 1) น้ำผ่านกระบวนการรีเวิร์สออสโมซิส (RO) 2) น้ำแอร์ไมโครนาโนบับเบิล (Air MNBs) 3) น้ำโอโซนไมโครนาโนบับเบิล (O3 MNBs) แสงกลัวยหอมทองนาน 10 นาที แล้วนำน้ำล้างไปวิเคราะห์หาเชื้ออีโคไลด้วยวิธี Dilution and spread plate method จากผลการศึกษาพบว่า ในน้ำ RO พบเชื้ออีโคไลทั้งก่อนแช่และหลังแช่กลัวยหอมทอง ส่วนน้ำ Air MNBs และ น้ำ O3 MNBs ไม่พบเชื้ออีโคไลทั้งก่อนแช่และหลังแช่กลัวยหอมทอง จึงสรุปได้ว่าน้ำที่ผ่านกระบวนการทำให้เป็นฟองอากาศขนาดเล็กระดับไมโครและนาโนเมตรสามารถยับยั้งเชื้ออีโคไลได้โดยการแช่กลัวยหอมทองนาน 10 นาที ซึ่งถือว่าเป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการศึกษาและพัฒนาต่อไป

คำสำคัญ: กลัวยหอมทอง ,เทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิล, เชื้ออีโคไล

Micro/Nano Bubbles Technology in Gold Banana Washing Process for Reduce *E. coli* Contaminate

Chinanat Withayaprapakorn ^{1,*} Vishnu Thonglek ² and Phannaphon Kullama ³

¹ Faculty of Science and Agricultural Technology in Science, ² Faculty of Engineering,
Rajamangala University of Technology Lanna, Chiangmai

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

³ Faculty of Science and Agricultural Technology in Science,
Rajamangala University of Technology Lanna 59 T.Faikaew. A. Phu Phiang, Nan 55000

Receive: 30 October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 15 June 2020

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

Abstract

Micro/Nano Bubble Technology (MNBs Technology) has much attention in the past decade years which is safety and no chemicals method. In this research, the MNBs Technology was applied on the washing process of Gold banana to inhibit *Escherichia coli* (*E. Coli*). Comparison 3 types of water samples 1) Reverse Osmotic systems water (RO) 2) Air Micro/Nano Bubble water (Air MNBs) 3) Ozone Micro/Nano Bubble water (O3 MNBs) soaked Gold banana for 10 minutes. Then analyst *E. coli* by Dilution and spread plate method. It was found that *E. coli* was detected both before and after soaked in RO water. While *E. coli* was non detected both before and after soaked in Air MNBs and O3 MNBs water. It can concluded that MNBs water completely inhibit *E. coli* during washing process by soaked for 10 mins. That is potential results for approach to study and develop in the further work.

Keywords: Gold Banana, Micro/Nano Bubble Technology, *E. coli*

1. บทนำ

ด้วยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาได้เล็งเห็นถึงปัญหาที่พบในผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของชุมชนที่ไม่สามารถเข้าสู่ช่องทางการตลาดในปัจจุบันได้ จึงได้จัดทำโครงการเกษตรอุตสาหกรรมเพื่อการส่งออกสำหรับเกษตรกรพื้นที่ภาคเหนือ ประกอบด้วยพืชหลักสำคัญ 5 อย่าง ได้แก่ กล้วยหอมทอง มะม่วงน้ำดอกไม้ กระเจียบเขียว สับปะรด MD2 และชิง เพื่อสนับสนุนเกษตรกรตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ตลอดจนเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีงานวิจัยจากนักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญของ มทร.ล้านนา สู่เกษตรกร ให้เกิด SMART FARMER และเพื่อยกระดับพืชเศรษฐกิจเพื่อการส่งออกที่มีคุณภาพ

กล้วยหอมทองจัดเป็นหนึ่งในพืชเศรษฐกิจที่สำคัญตามโครงการส่งเสริมการเกษตรอุตสาหกรรมต้นแบบ เกษตรปลอดภัย เกษตรอุตสาหกรรม เกษตรซื้อขายล่วงหน้า ภายใต้ความร่วมมือของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลล้านนา ตากและสภาอุตสาหกรรมจังหวัดตาก ในโครงการ TAK Model [1]. ในการผลิตกล้วยหอมทองสู่ตลาด ยังพบปัญหาหลายประการ ตั้งแต่กระบวนการปลูก การเก็บเกี่ยวและหลังเก็บเกี่ยว ปัญหาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพกล้วยหอมทองทั้งตลาดในประเทศและการส่งออก ส่งผลกระทบต่อสุขอนามัยของผู้บริโภค โดยเฉพาะเชื้อจุลินทรีย์พื้นฐานอย่าง เช่น เชื้ออีโคไล เป็นต้น

เชื้อ อีโคไล (*Escherichia coli*, *E. coli*) เป็นแบคทีเรียชนิดหนึ่ง ปกติพบอาศัยอยู่ในทางเดินอาหารส่วนลำไส้ของคนและสัตว์ สายพันธุ์ที่ก่อโรคในคนได้ มีตั้งแต่ที่ก่อโรคไม่รุนแรง เช่น โรคกระเพาะปัสสาวะอักเสบ และอาหารเป็นพิษ ไปจนถึงที่ก่อโรครุนแรง เช่น เยื่อหุ้มสมองอักเสบและติดเชื้อในกระแสเลือด โดยปกติแล้วจะพบเชื้อ อีโคไลได้ในสิ่งแวดล้อมทั่วไป โดยเฉพาะในมูลสัตว์ และส่วนใหญ่แพร่สู่คนได้ทางการรับประทาน อาหาร ผักผลไม้สดหรือเครื่องดื่มที่มีเชื้อปนเปื้อนอยู่ พบเชื้อได้ในอาหารที่ได้รับการปรุงไม่ถูกสุขลักษณะ เช่น เนื้อ

หรือผักดิบ ปรุงไม่สุก รวมถึงนมและน้ำที่ไม่ผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนอย่างเหมาะสม นอกจากนี้การปนเปื้อนของเชื้อโรคจากอุจจาระสู่อาหารและน้ำ อาจเกิดขึ้นได้ระหว่างการเตรียมและการปรุงอาหารได้เช่นกัน

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิลในกระบวนการล้างกล้วยหอมทองเพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้ออีโคไล กรณีศึกษา กลุ่ม วิสาหกิจกล้วยหอมเมืองแกน อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ เนื่องจากมีโอกาสปนเปื้อนเชื้ออีโคไลในกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยว ไม่ว่าจะเป็นขั้นตอน การตัด การเก็บ การขนส่ง และกระบวนการล้าง

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิลในกระบวนการล้างกล้วยหอมทอง

2.2 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิลในกระบวนการล้างกล้วยหอมทองเพื่อการลดการปนเปื้อนของเชื้ออีโคไล

3. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดเล็กระดับไมโครและนาโนเมตรหรือที่มักจะเรียกกันว่าเทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิลเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการพัฒนาจากประเทศญี่ปุ่น โดยทำให้เกิดฟองแก๊สขนาดเล็กในวัสดุหรือสารตัวกลาง เช่น น้ำ โดยฟองอากาศขนาดเล็กระดับนี้จะประจุลบ ล้อมรอบ ทำให้ฟองคงตัวอยู่ในน้ำได้นาน กระจายตัวในน้ำได้อย่างหนาแน่น สามารถประยุกต์ใช้กับแก๊สออกซิเจน โอโซนและคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้แก๊สเหล่านี้ละลายในน้ำได้มากกว่าค่าอิ่มตัวปกติหลายเท่าและคงอยู่ได้นาน มีการรายงานการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีฟองแก๊สขนาดเล็กที่หลากหลาย เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีสะอาด ไม่ใช่สารเคมีเช่น การล้างสารพิษและจุลินทรีย์จากผักและผลไม้ การบำบัดน้ำเสีย สป่า การเกษตร การประมง เป็นต้น .



รูปที่ 1 แสดงลักษณะฟองอากาศขนาดเล็กระดับไมโครและนาโนเมตร (สืบค้นจาก jindanee.wordpress.com วันที่ 22 พฤศจิกายน 2561)

วราภาและคณะรายงานประสิทธิภาพของน้ำที่มีฟองอากาศขนาดเล็กระดับไมโครเมตรในขั้นตอนการล้าง ทำความสะอาดที่สามารถลดปริมาณเชื้ออีโคไลและเชื้อซาลโมเนลลาที่ปนเปื้อนในผักสดได้ [2] ณัฐชัยและคณะพบว่าน้ำที่มีฟองอากาศขนาดเล็กระดับไมโครและนาโนเมตร (Air-MNBs) เป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียในผักผลไม้สดแต่โดยไม่ใช่สารเคมี [3] ปิตรีตน์และคณะรายงานว่าฟองอากาศขนาดเล็กระดับไมโครเมตรและน้ำยาซักล้าง เช่น NaOCl, Acetic acid and Citric acid สามารถใช้ล้างผักสดเพื่อกำจัดเชื้ออีโคไลโดยการแช่ 5 นาที ได้ดีกว่าการล้างด้วยน้ำประปา [4] ในขณะเดียวกันมีการรายงานผลของการประยุกต์ใช้แก๊สโอโซนหรือเทคโนโลยีฟองอากาศขนาดเล็กระดับไมโครนาโนบับเบิลร่วมกับแก๊สโอโซนในการล้างเชื้อจุลินทรีย์ในผักและผลไม้ [5-10]

สมมติฐาน

สมมติฐานในการทำวิจัยในครั้งนี้ คือ เครื่องกำเนิดฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนเมตรที่ออกแบบและผลิตโดยนักวิจัยศูนย์ความเป็นเลิศทางวิชาการด้านการประยุกต์ใช้ ไฟฟ้าแรงสูงพลาสมาและไมโคร/นาโนบับเบิลเพื่อการเกษตรและการประมงชั้นสูง มทร.ล้านนา มีความสามารถในการลดปริมาณเชื้ออีโคไลที่ปนเปื้อนในผักสลัดโดยการแช่ล้างได้

4.วิธีการวิจัย

4.1. การเตรียมน้ำตัวอย่าง

เครื่องกำเนิดฟองแก๊สขนาดเล็กไมโครนาโนบับเบิล รุ่น KVM10 ออกแบบและผลิตโดยนักวิจัยศูนย์ความเป็นเลิศทางวิชาการด้านการประยุกต์ใช้ไฟฟ้าแรงสูงพลาสมาและไมโคร/นาโนบับเบิลเพื่อการเกษตรและการประมงชั้นสูง มทร.ล้านนา ใช้อัตราการไหลของน้ำ 1.7 ลิตรต่อนาที การไหลของฟองอากาศ 0.5 ลิตรต่อนาที กำลังไฟฟ้า 240 วัตต์ อัตราการไหลของอากาศ 0.5 ลิตรต่อนาที ขนาดของไมโครบับเบิลที่เกิดขึ้นมีขนาด 40-50 ไมโครเมตรความเข้มข้นของไมโครบับเบิลมีค่า 60,000 บับเบิล ต่อมิลลิลิตร และขนาดของนาโนบับเบิลที่เกิดขึ้นมีขนาด 200-1,000 นาโนเมตร ความเข้มข้นของนาโนบับเบิลมีค่า 108-1,011 บับเบิลต่อมิลลิลิตร

สำหรับการผลิตน้ำไอโซนไมโครนาโนบับเบิลและไอโซนนานาบับเบิล ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าฟองอากาศขนาดเล็ก (RMUTL-KVM15) และเป็นแก๊สออกซิเจนเชิงพาณิชย์ (O₂, บริสุทธิ์ 99.5%, บริษัท แพรเช็กซ์ (ประเทศไทย) จำกัด)

4.2. การศึกษาอิทธิพลของน้ำประเภทต่างๆ ในกระบวนการแช่ล้างผักสลัด

เก็บตัวอย่างกล้วยหอมทองดิบมีความแก่ประมาณร้อยละ 80 หลังการตัด 1 วันจากเกษตรกรกลุ่มวิสาหกิจกล้วยหอมเมืองแกน

นำตัวอย่างกล้วยหอมทองดิบที่เตรียมไว้มาผ่านการแช่ล้างด้วยน้ำตัวอย่างทั้ง 5 ชนิด ด้วยอัตราส่วนกล้วยหอมทองน้ำหนัก 50 กรัมต่อน้ำตัวอย่าง 200 มิลลิลิตร แช่เป็นเวลา 10 นาที ตามวิธีการของกรมวิชาการเกษตร. [18] ซึ่งแบ่งเป็นตัวอย่างละ 3 ซ้ำ โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 น้ำผ่านกระบวนการรีเวิร์สออสโมซิส (RO)

ตัวอย่างที่ 2 น้ำแอร์ไมโครนาโนบับเบิล (Air MNBs)

ตัวอย่างที่ 3 น้ำโอโซนไมโครนาโนบับเบิล (O₃ MNBs)

4.3 การศึกษาจุลินทรีย์ในน้ำล้างถ้วยหอมทอง หลังจากแช่ถ้วยหอมทองในน้ำนาน 10 นาที จึงนำน้ำแช่ล้างถ้วยหอมทองมาวิเคราะห์หาเชื้ออีโคไล ด้วยวิธีการ Dilution and spread plate method

5. ผลการวิจัย

ผลการศึกษาเชื้ออีโคไลบนถ้วยหอมทอง

หลังจากการแช่ล้างถ้วยหอมทองในน้ำตัวอย่างทั้ง 3 ประเภท นาน 10 นาที จำนวน 3 ซ้ำ แล้วนำน้ำตัวอย่างหลังการแช่ล้างถ้วยหอมทองมาวิเคราะห์หาเชื้ออีโคไล ด้วยวิธี Dilution and spread plate method ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 1

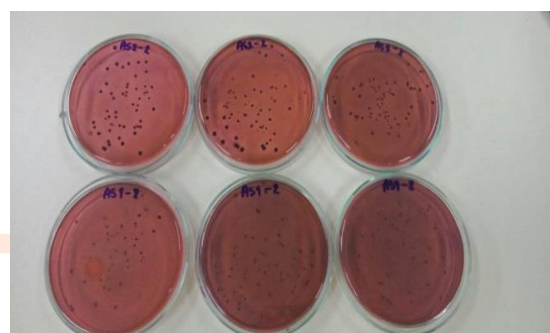
จากผลการศึกษาพบว่า ในน้ำ RO พบเชื้ออีโคไลทั้งก่อนแช่และหลังแช่ล้างถ้วยหอมทอง ดังแสดงในรูปที่ 2 ส่วนน้ำ Air MNBs และ น้ำ O₃ MNBs ไม่พบเชื้ออีโคไลทั้งก่อนแช่และหลังแช่ล้างถ้วยหอมทอง จากผลการทดลองพบว่าการแช่ล้างถ้วยหอมทองในน้ำที่ผ่านกระบวนการทำให้เป็นฟองอากาศขนาดเล็กระดับไมโครและนาโนเมตรนาน 10 นาทีสามารถยับยั้งเชื้ออีโคไลได้

ตารางที่ 1 แสดงผลการศึกษาเชื้ออีโคไลในน้ำล้างถ้วย

ตัวอย่างน้ำ	จำนวน <i>E. coli</i> (x 10 ⁴) (cell/ml)
1. น้ำ RO ก่อนแช่ล้าง	3.4±0.5
2. น้ำ RO แช่ 10 นาที	5.1±0.5
3. น้ำ air MNBs ก่อนแช่ล้าง	0
4. น้ำ air MNBs แช่ 10 นาที	0
5. น้ำ O ₃ MNBs ก่อนแช่ล้าง	0
6. น้ำ O ₃ MNBs แช่ 10 นาที	0

6. อภิปรายผลการวิจัย

กลไกการทำงานของฟองอากาศขนาดเล็กในการยับยั้งเชื้ออีโคไลดังแสดงในรูปที่ 3 คือ สภาพโดยรอบของฟองอากาศที่เป็นลบจะดึงไฮโดรเจนซึ่งเป็นส่วนประกอบในโมเลกุลของผนังเซลล์ ทำให้ผนังเซลล์เสียสภาพ ในทางวิทยาศาสตร์ด้านจุลชีววิทยายังถือเป็นการยับยั้งเชื้ออีโคไลผ่านกระบวนการทำลายที่ผนังเซลล์ เชื้ออีโคไลจัดเป็นแบคทีเรียแกรมลบที่มีผนังเซลล์บาง ดังนั้นจึงถูกทำลายได้ง่ายกว่าเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกที่มีผนังเซลล์หนา



รูปที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์หาเชื้ออีโคไลในน้ำ RO แช่ล้างถ้วยหอมทองนาน 10 นาทีด้วยวิธี Dilution and spread plate method



รูปที่ 3 แสดงกลไกการยับยั้งแบคทีเรียของฟองอากาศขนาดเล็กระดับไมโครและนาโนเมตร (สืบค้นจาก www.mongmongshop.com วันที่ 20 พฤศจิกายน 2561)

การแช่ล้างทำความสะอาดกล้วยหอมทองในน้ำที่ผ่านกระบวนการทำให้เป็นฟองอากาศขนาดเล็กระดับไมโครและนาโนเมตรด้วยเทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิลที่ผลิตจากเครื่องกำเนิดฟองอากาศขนาดเล็ก มทร.ล้านนา ทั้งแบบ Air MNBs และ O₃ MNBs มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้ออีโคไลได้ร้อยละ 100 และยังทำให้ยางกล้วยรวมตัวกันตกตะกอนนอนกัน ทำให้น้ำหลังจากล้างกล้วยหอมทองแล้วมีสภาพใส ไม่ขุ่น และไม่มียางเหนียวปน ซึ่งเป็นข้อดีทำให้ไม่มียางติดที่ผิวกล้วยหอมทองอีก ซึ่งยางกล้วยเป็นสาเหตุหลักของการเน่าเสียและรอยดำหนิที่ผิวกล้วยหอมทอง

7. สรุป

จากการศึกษาการใช้เทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิลในการผลิตน้ำที่มีฟองอากาศขนาดเล็กระดับไมโครและนาโนเมตรมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้ออีโคไลในน้ำตัวอย่างและกำจัดเชื้ออีโคไลบนผิวกล้วยหอมทองด้วยการแช่ล้าง 10 นาทีได้

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภายใต้โครงการจัดการศึกษาเชิงบูรณาการระหว่างการเรียนรู้ในสถานศึกษากับการนำวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมไปพัฒนาและยกระดับผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ชุมชนในพื้นที่ภาคเหนือ 6 จังหวัด ประเพณีทุนพัฒนาเกษตรอุตสาหกรรม (Agro-Industry: AG) กลุ่มทุนเกษตรอุตสาหกรรมปลายทาง : AG3 และขอขอบคุณวิสาหกิจชุมชนกล้วยเมืองแกนที่ให้การสนับสนุนวัตถุดิบในการทดลอง

ขอขอบคุณความช่วยเหลือจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ศูนย์ความเป็นเลิศทางวิชาการด้านการประยุกต์ใช้ ไฟฟ้าแรงสูงพลาสมาและไมโคร/นาโนบับเบิล เพื่อการเกษตรและการประมงขั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่ให้ความ

สะดวกในการใช้อุปกรณ์และห้องปฏิบัติการในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. <https://www.kasetkaoklai.com/home/2017/09/> ดันกล้วยไทยบุกตลาดโลก คั่นคว่ำวันที่ 19 มีนาคม 2561
- [2] M. Warapa, K. Pitirat, and T. Sasitorn "Using Sanitizer and Fine bubble Technologies to Enhance Food Safety," Food security and safety, 2015.
- [3] 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.
- [4] K. Pitirat, T. Sasitorn, and C. Wane "Effect Micro Bubbles in Washing Process for Microbial Reduction on Fresh Vegetables," Food Science & Technology , 2015.
- [5] 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.
- [6] 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
- [7] Curiale, M.S., Sons, T and McIver, D. Dry rehydratable film for enumeration of total coliforms and Escherichia coli in

- foods: collaborative study. J. AOAC 74, 635–648, 1991
- [8] 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
- [9] 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
- [10] N. Chaitsara., S. Achariya. 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

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 ถือเป็นขั้นสุดท้าย
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 อำเภอต๋อยสะเทิง จังหวัดเชียงใหม่ 50220
โทรศัพท์ : 0 5326 6518 #1006 , โทรสาร : 0 5326 6522
Email: jitr.rmutl@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
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
98 หมู่ 8 ตำบลป่าป๋อง อ.ดอยสะเก็ด จ. เชียงใหม่ 50220
โทร: 0 5326 6516 #1022 , โทรสาร : 0 5326 6522
<http://jitr.rmutl.ac.th/>