



JiTR

Journal of Innovative
Technology Research

วารสารวิจัยเทคโนโลยีนวัตกรรม Journal of Innovative Technology Research

ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2561 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

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

สารบัญ

บทความวิจัย

หน้า

- ☐ **Evolution Of Micro/Nano Bubbles Distributions** 01-06
V. Thonglek, N. Wongtha, W. Nakkrongdee And A. Roongrotewattanasiri*
- ☐ **การจัดการธุรกิจซ่อมบำรุงด้วยโปรแกรมสารสนเทศแบบออนไลน์** 07-14
ไพโรพันธ์ ธนเลิศโสภิต
- ☐ **ระบบอินเทอร์เน็ตออฟติงสำหรับการบริหารจัดการน้ำระยะไกล** 15-23
*ณัฐพล คำแหวน, ธนพนธ์ วงศ์จักร์ และอนุสรณ์ ยอดใจเพชร**
- ☐ **ศึกษาปริมาณสาร Gaba ในข้าวกำลังเมืองชนเผ่าม้ง** 24-29
เพ็ญพร วินัยเรืองฤทธิ์, นฤมล กุลศิริศรีตระกูล, สมโภชน์ กุลศิริศรีตระกูล, ธนารักษ์ สายเปลี่ยน และบุณชกริก ภูมิรา*
- ☐ **การพัฒนาผลิตภัณฑ์เมล็ดบัวทอดกรอบกลิ่นรสขิง** 30-41
เฉลิมพล ถนอมวงศ์, สุมิตรา ยอดเพชร และวิภาวรรณ บุญสืบ*
- ☐ **รถเก็บเศษวัชพืช** 42-48
กฤษณ์ พรหมวัง และเอกภาพ ศรีรัมย์*
- ☐ **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ฟักทองแผ่นขึ้นรูปทอดกรอบ** 49-53
*สุวิวรรณ ราชสม และวรรณัญช์ รุ่งเรืองศรี**
- ☐ **การสร้างมูลค่าเพิ่มจากกากปลานิลเป็นผลิตภัณฑ์อาหารทางเลือกสำหรับเสริมแคลเซียม** 54-61
นพรัตน์ จันทรไชย และวิไลพร จันทรไชย*
- ☐ **คุณสมบัติเชิงกลของกระดาษกาวผสมถ่านกัมมันต์** 62-68
สุรัสวดี ปลิโพธ และ ชำมะเลียง เชาว์ธรรม*
- ☐ **ต้นทุนและผลตอบแทนของการปลูกและการแปรรูปเมล็ดกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า** 69-78
กรณีศึกษา กาแฟตัวกะหมี่ ตำบลแจ้ซ้อน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง
กรรณิการ์ ใจมา, พิมทิพย์ พุทะนันชัย, จักร์กิจ เฉพาะธรรม, นกัศ พรหมชัย, รุ่งฤดี ทองอิน และสุวรรณ จันทรอินทร์*

CONTENT

Research Article	Page
☐ Evolution Of Micro/ Nano Bubbles Distributions	1-6
<i>V. Thonglek1, N. Wongtha, W. Nakkrongdee And A. Roongrotewattanasiri</i>	
☐ Maintenance Business Management Though Online Information System	7-14
<i>Paipan Thanalerdsopit</i>	
☐ The Internet Of Thing System For Remote Water Management	15-23
<i>Nattapol Kumwaen1, Thanapol Wongjuk1 And Anusorn Yodjaiphet*</i>	
☐ The Study To Gaba In Purple Rice From Hmong Native Rice	24-29
<i>Panporn Winairuangrid, Narumol Kulsirisritrakul, Somport Kulsirisritrakul, Thanarak Saiplean And Boondarick Rodbumrung</i>	
☐ Development Of Fried Crispy Lotus Seed Ginger Flavor	30-41
<i>Chalermopol Thanomwong* Sumitra Yodpechra And Wipawan Boonsuep</i>	
☐ Weed Collection Truck	42-48
<i>Krit Promwang* And Aekapop Srirom</i>	
☐ Development Of The Deep Fried Pumpkin Crisps Product	49-53
<i>Sureewan Rajasom And Warawaran Roongruangsri*</i>	
☐ Adding Value Of Tilapia Fish Bone To Alternative Food For Calcium Supplement	54-61
<i>Noparat Chanchai* And Wilaiporn Chanchai</i>	
☐ Mechanical Properties Of Paper From Banana Pseudo-Stem Mixed Activated Charcoal	62-68
<i>Surassawadee Paliphot* And Chammalieng Choawthum</i>	
☐ Cost And Return Of Arabica Coffee Beans Plantation And Processing:	69-78
A Case Study Of A Coffee Tur Ka Mhee Chae Son Sub-District, Muang Pan District, Lampang.	
<i>Kannika Jaima*, Pimtip Futananchai, Jakkit Chaprawtham, Napat Promchai, Rungruedee Thong-In And Suwan Janin</i>	

EDITORIAL BOARD

ADVISOR:

Assoc.Prof.Seensiri	Sangajit	Rajamangala University of Technology Lanna
---------------------	----------	--

EDITOR:

Assoc.Prof.Panich	Intra	Rajamangala University of Technology Lanna
-------------------	-------	--

ASSOCIATE EDITOR:

Ph.D.Suraphon	Chaiwongsar	Rajamangala University of Technology Lanna
---------------	-------------	--

ASSISTANT EDITOR:

Ph.D.Passawat	Watcharadumrongsak	Rajamangala University of Technology Lanna
---------------	--------------------	--

EDITORIAL BOARD:

Prof.Phadungsak	Rattanakecho	Thammasat University
Prof.Sanong	Ekgasit	Chulalongkorn University
Prof.Nakorn	Tippayawong	Chiang Mai University
Prof.Orapan	Poachanukoon	Thammasat University
Prof.Prayoot	Akkaraekthalin	King Mongkut's University Technology North Bangkok
Assoc.Prof.Montri	Siripruchyanun	King Mongkut's University Technology North Bangkok
Assoc.Prof.Sate	Sampattakul	Chiang Mai University
Assoc.Prof.Perapong	Tekasakul	Prince of Songkla University
Assoc.Prof.Voraphat	Luckantvong	Thammasat University
Assoc.Prof.Sumalee	Chaijaroen	Khon Kaen University
Assoc.Prof.Tragoonphan	Patcharametha	Rajamangala University of Technology Lanna
Asst.Prof.Charuni	Samat	Khon Kaen University
Ph.D.Tunyawat	Somjaitaweeporn	Panyapiwat Institute of Management

COORDINATORS:

Mrs. Malee	Jindakaew	Rajamangala University of Technology Lanna
Mrs. Saowalak	Wachiranakorn	Rajamangala University of Technology Lanna
Mrs. Prapa	Sanankong	Rajamangala University of Technology Lanna
Mr. Phisal	Hlajai	Rajamangala University of Technology Lanna
Miss Sukhon	Wongharn	Rajamangala University of Technology Lanna
Miss Sansirikul	Payomyaem	Rajamangala University of Technology Lanna
Mrs. Ploypinya	Supapornhemim	Rajamangala University of Technology Lanna
Miss Supitcha	Thawornlimpapong	Rajamangala University of Technology Lanna
Miss Nichkamol	Phokaew	Rajamangala University of Technology Lanna
Miss Sutasinee	Puyusuk	Rajamangala University of Technology Lanna

ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทความ

รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย
รองศาสตราจารย์ ดร.นวลฉวี
รองศาสตราจารย์ ดร.วรภัทร
รองศาสตราจารย์ ดร.พีระพงศ์
รองศาสตราจารย์ ดร.พานิช
รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาติ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตระยุทธ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุศราภรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รัตน์ชนก
ดร. วรลักษณ์

นิมมล
เวชประสิทธิ์
ลั่นทินวงศ์
ทิมสกุล
อินตะ
หาญวงษา
จิตอ่อนน้อม
มหาโยธี
พราหมณ์ศิริ
ปัญญารัตติพงศ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
มหาวิทยาลัยนเรศวร
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
มหาวิทยาลัยพะเยา
มหาวิทยาลัยศิลปากร
มหาวิทยาลัยพิษณุโลก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

สารจากอธิการบดี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เป็นสถาบันอุดมศึกษาที่มีความสำคัญกับการทำวิจัยและบริการวิชาการ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่สังคมและชุมชน และสนับสนุนในการจัดทำวารสารวิจัยเทคโนโลยีนวัตกรรม เพื่อส่งเสริมให้น้องนักศึกษาเทคโนโลยีนวัตกรรมไปเผยแพร่ และสามารถถ่ายทอดให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อชุมชนและสังคม สู่การพัฒนาที่ยั่งยืนในอนาคต

เนื่องจากในปัจจุบันเศรษฐกิจของประเทศได้มีการเปลี่ยนแปลงจากภาคการผลิตไปสู่การคิดค้นนวัตกรรมใหม่ ๆ เรียนรู้นวัตกรรมเพื่อนำพาประเทศสู่ยุคดิจิทัลไทยแลนด์ ซึ่งไม่เฉพาะในนวัตกรรมเทคโนโลยีเท่านั้น แต่นวัตกรรมได้แทรกอยู่ในทุกมิติของทุกสาขาอาชีพ ทุกด้าน ขององค์ประกอบของสังคม และในชีวิตประจำวันของเรา ทั้งในด้านการแพทย์ เศรษฐกิจ สังคม การศึกษา ศิลปวัฒนธรรม ฯลฯ และเพื่อเปลี่ยนสภาพที่เคยเป็นอยู่ ไปสู่สภาพที่อยากเป็น ทั้งนี้ การสร้างนวัตกรรม หรือนำนวัตกรรมมาใช้ อาจเกิดผลกระทบทั้งด้านดีและไม่ดี จึงต้องมีการจัดการที่ดี มองผลกระทบให้รอบด้าน เพื่อจะได้ใช้ประโยชน์จากนวัตกรรมให้เกิดประโยชน์จากนวัตกรรมให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

ในนามมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้ร่วมจัดทำวารสารวิจัยเทคโนโลยีนวัตกรรม จนเกิดองค์ความรู้ใหม่ ซึ่งเป็นกลไกการพัฒนาความรู้ทางเทคโนโลยีนวัตกรรม เพื่อสนับสนุนการพัฒนาประเทศไทย ให้สามารถสร้างสรรค์ และใช้ประโยชน์จากนวัตกรรม เทคโนโลยีดิจิทัล อย่างเต็มศักยภาพ ในการขับเคลื่อนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ไปสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน ต่อไป



รองศาสตราจารย์ ศีลศิริ สง่าจิตร

ผู้ปฏิบัติหน้าที่ อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

บทบรรณาธิการ

วารสารวิจัยเทคโนโลยีนวัตกรรม (Journal Of Technology Innovative Research: JITR) ฉบับนี้ เป็นวารสารฉบับปลายปี (กรกฎาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2561) ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 เพื่อเปิดโอกาสให้นักวิจัย 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 กองบรรณาธิการขอขอบคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้ให้ความกรุณาอ่านและแนะนำการปรับปรุงบทความวิจัยให้มีคุณภาพทางวิชาการยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ หากผู้อ่านมีข้อเสนอแนะในการปรับปรุงวารสารนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น กองบรรณาธิการขออภัยรับไว้ด้วยความยินดียิ่ง



รองศาสตราจารย์ ดร. พานิช อินต๊ะ
บรรณาธิการ วารสารวิจัยเทคโนโลยีนวัตกรรม

EVOLUTION OF MICRO/NANO BUBBLES DISTRIBUTIONS

V. Thonglek¹, N. Wongtha, W. Nakkrongdee and A. Roongrotewattanasiri

Center of Excellence of High Voltage, Plasmas and Micro/Nano Bubbles Applications
to Advanced Agriculture and Aquaculture, Faculty of Engineering,
Rajamangala University of Technology Lanna, Chiang Mai, Thailand

Receive: October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 30 April 2010

© 2018 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

ABSTRACT

In this study, a laser light scattering method was used to measure size distribution of a desk-top RMUTL MNB generator (KVM-10; 1 l/min at 200-270 kPa). For evolution of MNB size distribution, size distribution of consecutively generated MNB water was evaluated when the MNB generator switch on and switch off. The size distributions are measured from the initial micro bubble rich distributions into nano bubble distributions by MNB analyzer Horiba LA-960A. The results show relatively short time (about 20 minutes) to reach stable nano bubble distributions from the initial microbubble distributions. The oxygen is studied.

Keywords : micro/nano bubble size distribution, laser light scattering method.

1. INTRODUCTION

The micro/nano bubble (MNB) technology is rapidly emerging now in various fields as an innovative advanced technology with outstanding and versatile effects (Fig.1). The MNBs have huge surface areas, high pressures inside, bubble surface negatively charged, which can show amazing effects for applications^[1]



Fig.1. versatile applications of Micro/Nano Bubbles (Courtesy Toshihiko EGUCHI)

Because of The properties of MNB like high inertial pressure, high gas-liquid interfacial area, negatively charged surface and high gas dissolution rate makes them extremely suitable for various applications^[2,3]. MNB has been used for a source of high temperatures when activated by ultra-sonic in chemical reactions and to increase oxygen delivery in fermentation process^[4,5]. MNB is used to drive mixing on a chip in microelectromechanical devices^[6]. MNB is being developed to also use as ultrasound contrast, drug delivery agents^[7]. When considering the agriculture and aquaculture applications of MNB, it is very important to evaluate based on scientific principles, from an academic standpoint and to compare MNB technology with existing technology both in terms of its functional quality and effectiveness. Thus it becomes very necessary to examine clearly the superior physical characteristics like size distribution, number concentration, residence

time and lifetime of MNB When MNB generator switch on and after switch off.

However, since 2015, when Prof. Dr. Kiyoshi Yoshikawa started as research advisor to the President of Rajamangara University of Technology Lanna (RMUTL), Chiang Mai, Thailand, and opened "Center of Excellence of High Voltage, Plasma and Micro/Nano Bubbles. Application for Advanced Agricultural and Aquaculture, MNB technology was found that is very innovative and promising with great potential to the improvement of Thai society. For this reason, from the beginning, RMUTL researcher joined and doing research and development of MNB generators, as well as applications of MNB generators. The development is ongoing as shown in Fig. 2. Mainly 2 kinds of MNB generators have been developed, namely, KVM-10 is a desktop MNB generator for academic research (flow rate; 1L/m), and KVM-20 is a medium size MNB generator for practical applications (flow rate; 20L/m) both for almost 10% cost of Japanese equivalent MNB generators. So far, we have already improved up to version 10 in the past 1.5 years. Recently, Oxygen MNB density as high as 5×10^{11} bubbles/ mL have been succeeded, measured by Horiba LA- 960A which was introduced last December to RMUTL.

Now the effects of MNB of such as air, Oxygen, Nitrogen, and Ozone gases on the versatile applications were evaluated. For examples, as in Thai, due to its extremely high temperature and humidity, illegal formalin is being used for fish preservation, as well as fruits and vegetables, which causes 10 times higher cancer-risk to kids under 2 years old compared with the adults, according to United States Environmental Protection Agency, EPA in 2010. To drastically ban formalin from food preservation, Nitrogen MNB generators were developed which can reduce the dissolved Oxygen from 7mg/L down to 0.1 mg/L for 100L water in 15

minutes, resulting in Oxygen-free MNB water (OFW). In this water, live fishes immediately die, and also aerobic bacteria cannot survive longer, which results in long fish preservation. So far, RMUTL conducted successful trial experiments in collaboration with private sectors in Thailand, such as, long shelf fish preservation by oxygen-free MNB water (OFW) without formalin, coconut milk and boiled shrimp sterilization by Ozone MNB water (OZW), fruits and vegetable preservation by Oxygen rich MNBs water (ORW), high DO MNB water injection into rearing ponds, and so on. RMUTL has been developing MNB technology since 2015 to present as shown in Fig. 3.

However, in order to clear the various MNB functions in the applications, the knowledge of distribution and the number density of the MNB are essential. The MNB is found to change its distribution from microbubble rich water into nano bubble dominant water in relatively short times, and the latter becomes very stable with a slight temporal reduction of the MNB number density measured by HORIBA 960-A, which can measure both micro and nano bubble distributions and densities continuously

2. MATERIALS AND METHODS

Pure water was used to produce micro- and nano-bubbles. This water was obtained using a water purification system (ROM-250-100T, Treat Chemical Co., Ltd., Thailand), which is equipped with a reverse osmosis cartridge and modules of ion-exchange resins and activated carbon. The main gas used to produce MNB was oxygen (O₂, purity 99.999%, Mae Ping oxygen, Ltd., Chiang Mai, Thailand).

The MNB generator (KVM-10, RMUTL, Thailand) was used for the production of MNB. Oxygen was introduced in the inlet part of the diaphragm pump while the water was suctioned. Then, the mixture of water and gas was subjected to a high pressure in a pressurized tank to increase the

dissolution of gas in the water. When the water was released at the atmospheric pressure, the de pressurization of gas-supersaturated water led to nucleation of the bubbles, which were expelled and dispersed through a nozzle at the outlet.

The bubble size distributions were evaluated by a laser scattering particle size distribution analyzer (LA-960A, Horiba, Ltd., Japan). Which detects the light intensity distribution pattern emitted from the particles. The range of particle size which can be detected is from 10 nm to 5000 μm . The refractive index of material of the particle was set to 1.0003, corresponding to the oxygen. The measurements were performed at 25 °C.



Fig. 2. History of MNB Technology development by RMUTL.

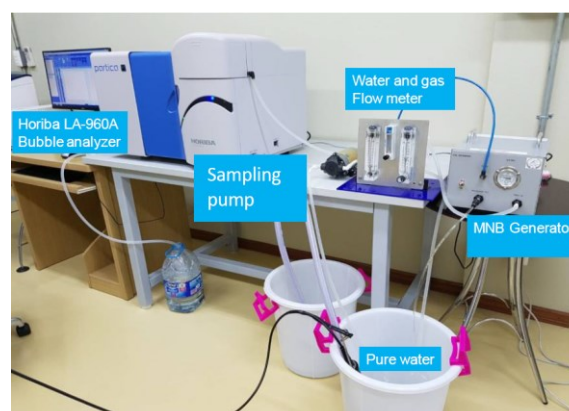


Fig. 3. The experimental set up for evolution of MNB distributions.

In this study, the measured continuously the evolution of MNB distributions and number densities as condition in Table 1.

The experimental setup is shown in Fig.3. The production of Oxygen MNB water, a MNB generator (RMUTL KVM-10) and commercial oxygen gas (purity 99.5%) were used. Flow rates of water and oxygen gas were controlled and measured by flow meter, the water was circulated in this system for 20 min at 25 °C. In this study, this procedure is referred to as micro/nano bubble water, indicating the water in which micro and nano bubbles were introduced.

MNB measuring system, MNB water was introduced in the inlet part of a sampling pump for 1 L/min while the MNB generator switch on. Then, the consecutively generated MNB water was subjected to HORIBA MNB analyser LA960-A, the water was circulated to a water tank loaded, the size distributions were measured every 5 minutes without generator switch off until, 20 minutes, the sampling pump and size distributions measurement still proceed for 60 minutes. MNB water were kept in 2L bottle at room temperature for every day measurements in 5 days continually.

Table 1. experimental condition.

Pure Water	5 liters, pure water from revers-osmosis filter system Water temperature = 25 ~ 27 degree C
CFB Generator	KVM-10 with nozzle Operating condition Water flow = 1~2 L/min Gas flow = 0.05 L/min Exit pressure = 200~270 kPa[G] Generation time = 20 minutes
Gas	Oxygen
Measurement Method	Laser Scattering Particle Size Distribution Analyzer HORIBA LA-960 with sampling pump

3. RESULTS AND DISCUSSION

Measurement of consecutively generated MNB water, in the initial microbubble dominant states (for example, in Fig.4, $t=5$ min, mode size of bubble is 24 μm and number concentration is 5733

(bubble/ml), microbubbles are unstable and possible to measure by a sampling system. According, measurements must be performed by Horiba LA-960A directly to MNB generator and water tank loaded with microbubbles.

When MNB generator switch off, bubble generation processes stopped, MNB bigger than 24 μm floating up to the surface quickly for 5 min and MNB 24 μm remains in the water for 15 min, after that MNB 0.223 μm has been detected as shown in Fig. 5.

The measurement was continued for 35 and 45 min after the MNB generator switch off, MNB about 1 μm with 5.9181E+07 bubble/ml of number concentration was detected as shown in Fig.6.

MNB water was kept in room temperature(25°C). After 3 days, the bubble size reduced from about 1 μm to 0.107 μm whereas the number concentration increased from 5.9181E+07 bubble/ml to 6.08961E+10 bubble/ml. In addition, the size distribution of MNB water was measured after 4 and 5 days as shown in Fig.7.

In our experimental, MNB size distributions were measured by a laser light scattering method, the bubbles of diameter in the range from 10 to 100 bigger μm were observed. Large bubbles (diameter more than 24 μm and number concentration is around 5733 (bubble/ml)) stayed still during when MNB generator switch on. Because of scattered light intensity from large bubble higher than small bubble then the distribution shows only large size and low number concentration. Whereas, when the MNB generator switch off, the production process stop, large bubble floats to water surface quickly and they disappeared in after 15 min. After that, MNB smaller than 1 μm and high number concentration was observed and stayed still in the last 3 days, because of the floating speed of the small bubble is very low. Even so, it disappeared within three days and then

the bubble size about 100 nm ($6.08961\text{E}+10$ bubble/ml) was observed.

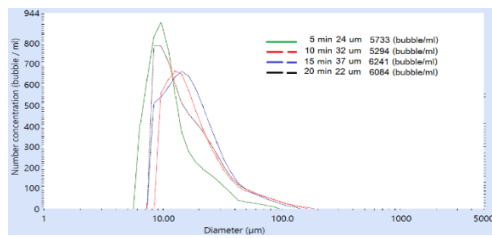


Fig. 4. The size distribution of MNB for 5, 10, 15, 20 min after MNB generator switch on.

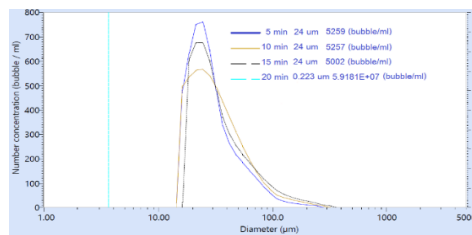


Fig. 5. The size distribution of MNB for 5, 10, 15, 20 min after MNB generator switch off.

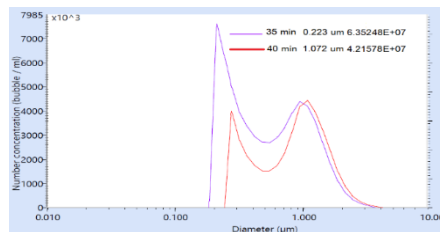


Fig. 6. The size distribution of MNB for 35, 40 min after MNB generator switch off.

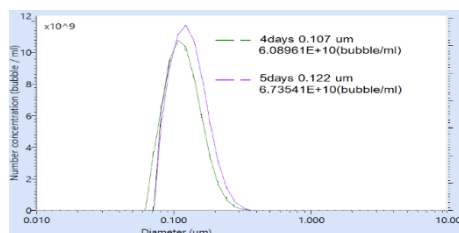


Fig. 7. The size distribution of MNB for 4 and 5 days after MNB generator switch off.

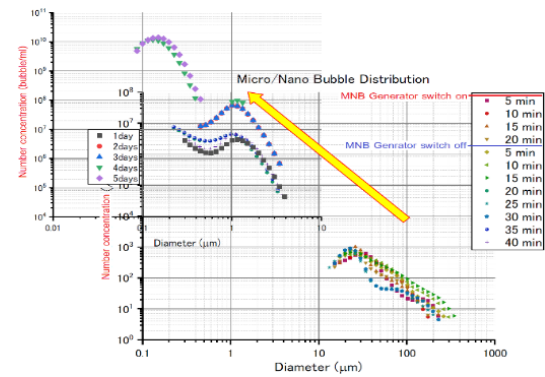


Fig. 8. Evolution of Micro/Nano bubbles distributions measured by Horiba LA-960A.

4. CONCLUSION

During the generation (MNB generator switch on) of MNB in the water, the water showed a white milky appearance. The bubble concentration rapidly increased to values of approximately 5733 to 6084 bubble/ml. Micro bubbles of mode diameter of 22 to 37 μm were detected through laser light scattering method.

After stopping the bubble generation (MNB generator switch off), the milky water gradually disappeared, becoming to transparent. The micro bubble bubbles were no longer detected after some minutes after MNB generator switch off but bubble in nano scale were detected.

The laser light scattering method detected bubble approximately 200 nm diameter in number distribution. The residence time of the nano bubbles was evaluated by the measurements of bubble size distribution along the time. In this study, the bubble could be detected for 3 to 5 days.

In summary, Evolution of MNB bubble distributions with the use of laser light scattering method, during generation, the large bubble with low number concentration was observed. After stopping the bubble generation, the bigger bubble floats to water surface quickly and the smaller bubble with high

number concentration was observed, stayed still more than 3 days.

5. ACKNOWLEDGMENTS

The financial support from Rajamangala University of Technology Lanna (Hands on scholarship) is gratefully acknow. We would like to thank Center of Excellence of High Voltage, Plasma and Mico/Nano Bubble Applications to Advanced Agriculture and Aquaculture (HVP&MNBA⁴), and Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, Uji, Kyoto, Japan for facility supports.

6. REFERENCES

- [1] Masayoshi Takahashi, et al., "Fantastic Properties of Nano-bubbles" 2016, private communication
- [2] H.Tsuge; Bull.Soc.SeaWater Sci.Jpn., 64(1), 4-10 (2010).
- [3] R.Parmar, S.K.Majumder; Chem.Eng.Process., 64, 79-97 (2013).
- [4] D.G.Shchukin, H.Mohwald; Phys.Chem.Chem.Phys., 8(30), 3496-3506 (2006).
- [5] J.Weber, A.F.Aglevor; Process Biochem., 40(2), 669-676 (2005).
- [6] P.Marmottant, J.P.Raven, H.Gardeniers, J.G.Bomer, S.Hilgenfeldt; J.FluidMech., 568, 109-118 (2006).
- [7] J.R.Lindner; Nat.Rev.Drug Discov, 3(6), 527-533 (2004).

การจัดการธุรกิจซ่อมบำรุงด้วยโปรแกรมสารสนเทศแบบออนไลน์

ไพรพันธุ์ ธนเลิศโสภิต^{1*}

บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต คณะบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
128 ถนนห้วยแก้ว ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300

รับบทความ ตุลาคม 2561 ตอรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 30 เมษายน 2563

© 2018 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำโปรแกรมระบบบริหารจัดการแบบออนไลน์เพื่อธุรกิจซ่อมบำรุงของกิจการแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่ซึ่งถูกเลือกเป็นกรณีศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการทำงานได้แก่ 1) การอภิปรายกลุ่มเพื่อกำหนดประเด็นปัญหา 2) การพัฒนาโปรแกรมโดยการทำงานร่วมกันระหว่างอาจารย์ นักศึกษาและผู้ประกอบการ 3) การทดสอบการใช้งานจริงโดยเจ้าของกิจการและพนักงานกิจการ และ 4) การประเมินการใช้งานโปรแกรมจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ประกอบการ ผลการศึกษาพบว่า ปัญหาที่ต้องการแก้ไขได้แก่การจัดการข้อมูลการทำงานของส่วนงานซ่อมบำรุงเนื่องจากเดิมกิจการใช้ระบบมือและโปรแกรมพื้นฐานทั่วไป ดังนั้นจึงมีความต้องการให้พัฒนาโปรแกรมบริหารจัดการธุรกิจซ่อมบำรุง ผลการประเมินพบการทำงานร่วมกันของบุคลากรภาครัฐบาล เอกชน ในการพัฒนาโปรแกรมระบบสารสนเทศเพื่อกิจการซ่อมบำรุงซึ่งช่วยให้กิจการสามารถจัดการบริหารในธุรกิจในระดับความพึงพอใจดีมาก ลดเวลาในการทำงาน ผู้บริหารสามารถใช้รายงานเพื่อวิเคราะห์และวางแผนการทำงาน

คำสำคัญ : การจัดการ, ระบบสารสนเทศ, ออนไลน์

MAINTENANCE BUSINESS MANAGEMENT THOUGH ONLINE INFORMATION SYSTEM

Paipan Thanalerdsopit^{1*}

Master of Business Administration, Faculty of Business Administration and Liberal of Arts,
Rajamangala University of Technology Lanna 128 Huay Keaw Road, T. Chang Phuek, A.Muang,
Chiang Mai, 50300

Receive: October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 30 April 2020

© 2018 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

ABSTRACT

This research aims to develop and assess the online management system for the maintenance business in Chiang Mai province as a case study. The research uses methodologies, namely 1) group discussions to determine problem issues in business 2) setting team development 3) developing program 4) testing program 5) evaluating program. Research results show that the business has problems about management that using manual and fundamental programs. Business required an application to manage in business by collaboration with public private and partnership. The program reduces working time, analyze and plan the work.

Keyword: Management, Information System, Online

1. บทนำ

ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology: IT) มาใช้เพื่อจัดเก็บประมวลผล และเรียกดูข้อมูลของระบบการทำงานต่าง ๆ ซึ่งเทคโนโลยีสารสนเทศมีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิต (Productivity) การสร้างความได้เปรียบในเชิงแข่งขัน รวมถึงการสร้างผลกำไรให้แก่องค์กร ดังนั้นจึงมีการนำความสามารถของเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้ เพื่อควบคุมระบบและกระบวนการทางธุรกิจให้ดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพ^[1] ซึ่งการบริหารจัดการทรัพยากรในองค์กรในอดีตมุ่งไปที่การเงิน การบุคคลและวัสดุ แต่ในปัจจุบันมีการนำทรัพยากรด้านข้อมูลข่าวสารและกระบวนการในการจัดการเข้าร่วมด้วย^[2]

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศกับงานด้านบริหารเป็นงานที่ผู้บริหารต้องการข้อมูลจากระบบสารสนเทศเพื่อกำหนดนโยบายต่าง ๆ โดยระบบที่ใช้ในการสนับสนุน มีดังนี้ 1) ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ 2) ระบบสนับสนุนการทำงานเป็นกลุ่ม 3) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ 4) ปัญญาประดิษฐ์ 5) คอมพิวเตอร์โครงข่ายใยประสาท 6) ระบบความจริงเสมือน^[3]

งานวิจัยได้ดำเนินงานวิจัยร่วมกับกิจการรับซ่อมบำรุงแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งถูกเลือกเป็นกรณีศึกษาด้วยวิธีเฉพาะเจาะจง เนื่องจากพบว่าการใช้ชีวิตประจำวันของคนส่วนใหญ่ในปัจจุบันเป็นลักษณะครอบครัวเดี่ยวมีสมาชิกครอบครัวน้อย หรือบางรายเป็นผู้หญิงอยู่บ้านหรือห้องพักเพียงลำพัง อีกทั้งงานซ่อมบำรุงเป็นงานที่ลูกค้าต้องการผู้เชี่ยวชาญที่ทำงานได้รวดเร็ว เรียบง่าย มีหลักประกันความพึงพอใจความไว้วางใจในช่วงซ่อมบำรุงในเรื่องความปลอดภัยของทรัพย์สินภายในบ้าน ความสะอาดเรียบร้อยของการเข้ามาทำงานแล้วไม่ทำให้บ้านของลูกค้าสกปรกเสียหาย อีกทั้งยังมีความต้องการงานช่างที่มีความชำนาญโดยเฉพาะ นอกจากนี้พบว่า ลูกค้าที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นประจำ หากมีความต้องการให้มีช่างมาซ่อมงานที่เสียหายในบ้านจะต้องการแจ้งซ่อมผ่านระบบอินเทอร์เน็ตและติดตามสถานะการซ่อมงานที่แจ้งไปแล้ว ด้วยระบบเหล่านี้เป็นปัจจัยส่วนหนึ่ง

ที่สร้างความพึงพอใจแก่ลูกค้า หากเทียบเคียงลักษณะงานบริการระดับสากลที่ปัจจุบันมีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้จัดการระบบการให้บริการ เช่น ธุรกิจให้บริการรถโดยสารสาธารณะของ Grab Taxi ซึ่งเป็นลักษณะงานบริการเช่นเดียวกับการรับบริการซ่อมบำรุง

จากการศึกษาพบว่า กิจการที่ถูกเลือกเป็นกรณีศึกษา ประสบปัญหาเรื่องการบริหารจัดการงาน ได้แก่ การติดตามงานและการทำเอกสารเดิมหลายครั้ง ซึ่งเป็นการทำงานซ้ำซ้อน อาทิ ต้องกรอกข้อมูลหลายที่แต่ใช้ข้อมูลชุดเดียวกัน จึงทำให้เสียเวลาและประสิทธิภาพในการทำงานลดลง อีกทั้งกิจการต้องการขยายกิจการงานซ่อมบำรุงให้ครอบคลุมถึงบ้านพักของลูกค้ารายย่อย เพราะมีปริมาณความต้องการช่างที่มีความชำนาญงานแต่ละระบบสูง การบริการที่รวดเร็วและความปลอดภัยต่อทรัพย์สินของลูกค้า จึงทำให้กิจการต้องดำเนินการปรับปรุงระบบบริหารจัดการในองค์กร โดยใช้ระบบสารสนเทศออนไลน์ในการเชื่อมโยงการทำงานเพื่อให้การบริหารงานทั้งคณะทำงานของแผนกธุรการและช่างที่ต้องไปรับงานของลูกค้าให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ดังนั้นจึงได้เห็นถึงปัญหาและต้องการที่จะจัดทำระบบจัดการฐานข้อมูลออนไลน์ สำหรับการแจ้งซ่อมบำรุง เพื่อให้ผู้ใช้งานได้เข้าถึงข้อมูลได้ง่ายขึ้นโดยนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเก็บข้อมูลการแจ้งซ่อม ข้อมูลลูกค้า และข้อมูลช่าง ทำให้ลูกค้าและให้ผู้ใช้งานมีความสะดวกต่อการดำเนินงานมากยิ่งขึ้น

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการแจ้งซ่อมบำรุงกรณีศึกษากิจการรับซ่อมบำรุงแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่ และประเมินประสิทธิภาพการทำงานของโปรแกรมดังกล่าว

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ มีการรวบรวมข้อมูลจากข้อมูลแบ่งได้เป็น 2 ประเภทตามหลักการจำแนกตามวิธีการรวบรวมดังนี้

2.1 การรวบรวมข้อมูล

1) ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) เก็บข้อมูลจากบุคลากรโดยใช้วิธีการระดมสมอง (Brain Storming) การสัมภาษณ์เชิงลึก การจัดกลุ่มสนทนาแบบเจาะจง (Focus Group) และผลการประเมินโครงการจากการทำแบบสอบถาม แบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจในถ่ายทอดงานของนักวิจัยในลักษณะปลายปิด (Close-ended Question) และตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในลักษณะปลายเปิด (Open -Question)

2) ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ได้มาจากการเก็บรวบรวมและค้นหาข้อมูลจากหนังสือบทความงานวิจัยอื่นๆ และระบบสารสนเทศต่างๆ เพื่อนำข้อมูลมาเป็นแนวทางประกอบการศึกษาในครั้งนี้

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงาน

1) การสัมภาษณ์เชิงลึกและการจัดทำกลุ่มสนทนาแบบเจาะจง (Focus Group) เพื่อให้ทราบความต้องการของสถานประกอบการเพื่อพัฒนาโจทย์วิจัยร่วมกัน

2) การสัมภาษณ์และการทำงานร่วมกับสถานประกอบการโดยนักวิจัยต้องไปสถานประกอบการอาทิตย์ละ 1 วัน เนื่องการเป็นการจัดทำระบบการบริหารจัดการต้องทำการศึกษางานและทำงานร่วมกับผู้ประกอบการและพนักงาน การเรียนรู้กระบวนการทำงานจะทำให้ได้ข้อมูลที่จะนำไปวิเคราะห์ได้ตรงกับความต้องการของผู้ประกอบการมากที่สุด

3) การถอดกระบวนการทำงานของกิจการด้วยการทำแผนผังโครงสร้างการพัฒนาโปรแกรม

4) การพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการงานซ่อมบำรุงของกิจการ

5) การประเมินความพึงพอใจโครงการโดยใช้แบบสอบถามปลายปิด เพื่อหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแบบสอบถามปลายเปิด

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจการอบรมโครงการ ใช้แนวคิดมาตรวัดของ Likert (Likert Scale)[4] ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละระดับดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง มีผลมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง มีผลมาก

คะแนน 3 หมายถึง มีผลปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง มีผลน้อย

คะแนน 1 หมายถึง มีผลน้อยที่สุด

จากการนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาเรียงระดับความสำคัญและหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตโดยกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยดังนี้

สูตรความกว้างของอันตรภาคชั้น

$$= \frac{(\text{ข้อมูลที่มีค่าสูงสุด} - \text{ข้อมูลที่มีค่าต่ำสุด})}{\text{จำนวนชั้น}}$$

$$= \frac{5 - 1}{5} = 0.8$$

โดยมีเกณฑ์สำหรับการแปลความหมายค่าเฉลี่ยระดับความสำคัญ ดังนี้

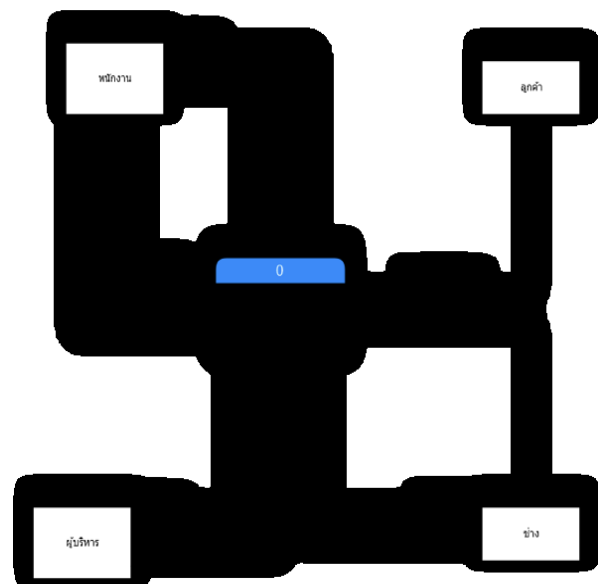
4.21 – 5.00 หมายถึง พอใจระดับดีมากที่สุด

3.41 – 4.20 หมายถึง พอใจระดับดีมาก

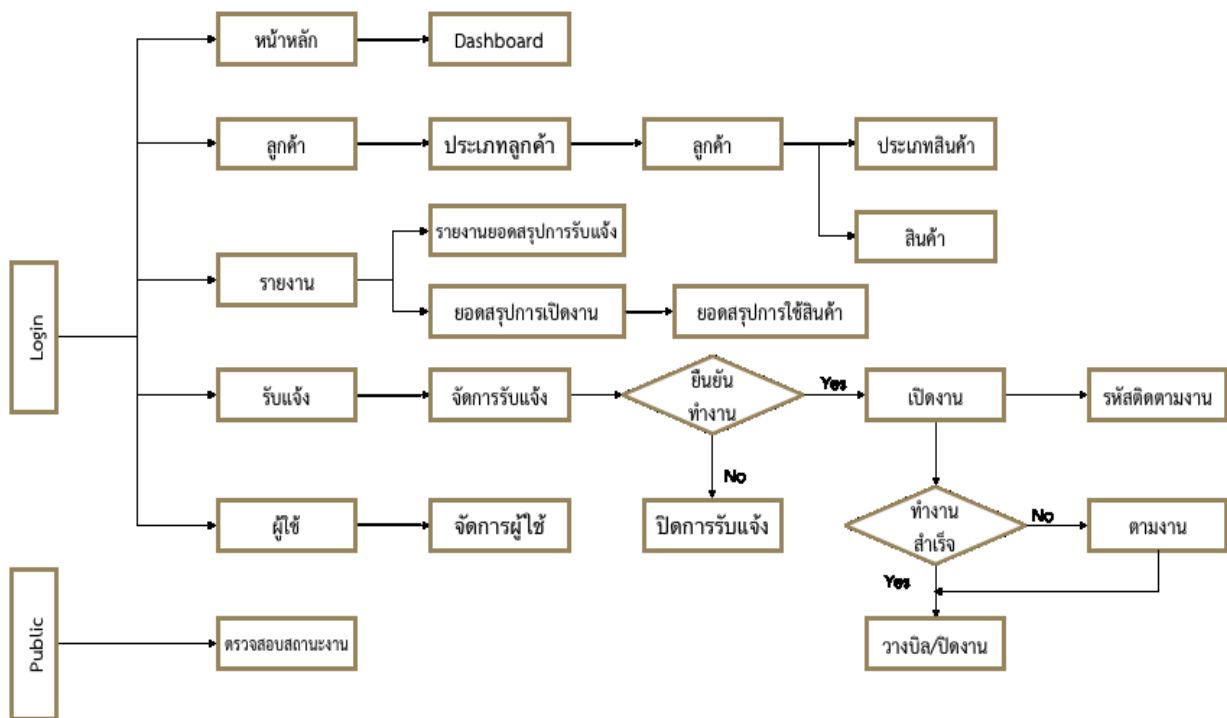
2.61 – 3.40 หมายถึง พอใจระดับดีปานกลาง

1.81 – 2.60 หมายถึง พอใจระดับน้อย

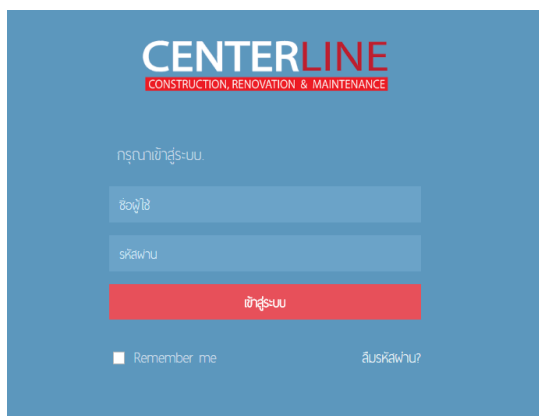
1.00 – 1.80 หมายถึง พอใจระดับน้อยที่สุด



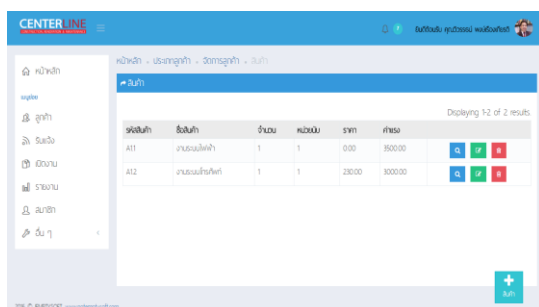
รูปที่ 1 แผนผังการถอดรูปแบบกระบวนการทำงาน



รูปที่ 2 แผนผังกระบวนการทำงาน



รูปที่ 3 การเข้าระบบ



รูปที่ 4 ตัวอย่างหน้าจอโปรแกรม

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ประกอบการ

กิจการที่ใช้เป็นกรณีศึกษาในการวิจัยนี้ เดิมเป็นธุรกิจให้บริการรับเหมาก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างใหม่ การรับเหมาปรับปรุงสิ่งก่อสร้างที่มีอยู่เดิม ในช่วงการประกอบกิจการแรก กิจการจะให้บริการซ่อมงาน แก่ลูกค้าด้วยไม่ตรีจิตโดยไม่คิดค่าบริการ แม้ว่าบางงานลูกค้าเคยจ้างเหมางานจากกิจการอื่นหรือค่าซ่อมเพิ่มเติมจากลูกค้า ทำให้ลูกค้ามีความประทับใจและต่อมาจึงดำเนินการจัดจ้างอย่างต่อเนื่อง เพื่อรับซ่อมบำรุงระบบสาธารณูปโภค เช่น ระบบน้ำ ระบบไฟฟ้า ระบบอินเทอร์เน็ต และงานซ่อมเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ยากต่อการเคลื่อนย้าย เช่น เครื่องปรับอากาศ ตู้เย็น เป็นต้น ลูกค้าของกิจการได้แก่ธนาคาร กิจการ ส่วนราชการ และลูกค้าทั่วไป โดยเฉพาะลูกค้าที่เป็นงานธนาคารต้องการกิจการรับเหมาซ่อมบำรุงที่เชื่อถือได้ เพราะเป็นเรื่องของความปลอดภัยในทรัพย์สินที่มีมูลค่าสูง ในช่วงปี พ.ศ. 2557 กิจการพบว่ามียอดงานคำสั่งให้ไปบริการงานซ่อมบำรุงสูงถึง 1,500 รายการ

ต่อปี โดยเฉพาะช่วงฤดูร้อนระหว่างเดือนเมษายน ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2559 ที่ผ่านมามีคำสั่งจ้างของลูกค้าให้เข้าไปซ่อมเครื่องปรับอากาศและระบบน้ำเป็นจำนวนมากเนื่องจากอากาศที่ร้อนจึงทำให้มีการใช้น้ำและเครื่องปรับอากาศมาก จนเครื่องใช้ไฟฟ้าเสีย ลูกค้ามีความต้องการที่เร่งด่วนให้ช่างซ่อมบำรุงที่เชื่อมั่นในการทำงานไปแก้ไขปัญหาด้วยความรวดเร็วและงานต้องเรียบร้อย ไม่ทำให้สถานที่สกปรก นอกจากนี้ยังมีความต้องการของลูกค้าที่ให้อ่างล้างจานต่าง ๆ ภายในบ้านและสำนักงานอยู่ตลอดเวลา ทำให้กิจการมีสัดส่วนรายได้ของส่วนงานซ่อมบำรุงเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ กิจการมีนโยบายการจ้างงานช่างผู้เชี่ยวชาญระบบสาธารณูปโภคต่าง ๆ ในลักษณะคู่ค้า (Partner) ที่ร่วมงานประจำกับกิจการซึ่งเป็นลักษณะธุรกิจแบบเครือข่ายความชำนาญเฉพาะด้าน มีคู่แข่งที่ดำเนินกิจการลักษณะนี้ยังไม่มาก เป็นการเล็งเห็นช่องว่างทางการตลาดที่กิจการรับเหมาก่อสร้างจะดำเนินงานซ่อมบำรุงให้กับลูกค้าเป็นการบริการหลังการขายที่สามารถสร้างเป็นแนวคิดการเกิดกิจการใหม่ (Start up) หากมีการบริหารจัดการที่เป็นระบบ สามารถควบคุมดูแลการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นรับงาน จนกระทั่งการปิดรับงาน แต่ปัจจุบันกิจการพบว่าการทำงานมีปัญหาเรื่องการบริหารจัดการเพราะงานบางส่วนยังทำระบบมือ บางงานใช้โปรแกรมสำนักงานทั่วไป เช่น ไมโครซอฟท์เอ็กเซล (Microsoft Excel) และยังคงใช้การรับส่งทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ที่มีเพียงเฉพาะส่วนงานธุรการที่เปิดใช้งานได้เท่านั้น ทำให้กรณีพบว่าทีมช่างรับงานแล้วแต่ลืมนัดหมายของลูกค้า ส่วนงานบริหารก็ไม่ทราบสถานะการทำงาน เพราะไม่มีระบบแจ้งเตือน เป็นการทำงานที่ถูกแยกทำเป็นส่วน (Silo Part) ไม่มีความต่อเนื่องของการทำงานและทำงานลักษณะทางเดียว (One Way) ไม่มีการตรวจสอบและติดตามงาน (Cross Checking) หากต้องการติดตามงานกิจการจะไม่ทราบสถานะการทำงานของทีมช่างที่รับไปงาน ไม่มีระบบแจ้งเตือนสถานะการรับงานและเมื่อต้องการผู้บริหารวิเคราะห์ระบบงานก็ไม่สามารถทำได้ทันที ด้วยวิสัยทัศน์ของผู้บริหารกิจการรับเหมาซ่อมบำรุงได้เล็งเห็นส่วนแบ่งทางการตลาดของงานซ่อมบำรุงที่ยังมี

คู่แข่งที่รับงานซ่อมบำรุงที่เป็นระบบจำนวนไม่มาก เพราะความชำนาญในการดำเนินกิจการดังกล่าวและการมีทีมช่างที่รับทำงานที่มีฝีมือจึงเป็นโอกาสของธุรกิจและปัญหาที่กิจการยังมีการบริหารจัดการทั้งระบบมือและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทั่วไปผู้บริหารของกิจการมีนโยบายให้ใช้ระบบสารสนเทศมาใช้ในการบริหารจัดการ

3.2 ผลการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างโปรแกรมสารสนเทศเพื่อกิจการซ่อมบำรุง

การพัฒนาโปรแกรมสารสนเทศเพื่อกิจการซ่อมบำรุง สามารถสรุปผลการออกแบบโปรแกรมดังรูปที่ 1 และ 4

3.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบการจัดการสารสนเทศแบบออนไลน์

จากการทดสอบระบบการทำงานของโปรแกรมสารสนเทศเพื่อกิจการซ่อมบำรุงของกิจการกรณีศึกษา โดยทดสอบกระบวนการดังนี้

1. การจัดทำใบเสนอราคา
2. การจัดทำใบแจ้งหนี้
3. การติดต่อนัดหมายช่างซ่อม
4. การควบคุมเมื่อต้องการปิดงาน
5. การออกรายงานใบเสนอราคา
6. การออกรายงานใบแจ้งหนี้
7. การออกรายงานการเปิดงาน
8. การออกรายงานการเปิดบิล
9. การค้นหารายละเอียดสินค้า/ลูกค้า และธนาคารเพื่อการออกใบเสนอราคา
10. การออกรายงานต้นทุน

จากขั้นตอนการทำงานทั้งหมดของการบริหารจัดการการทำงานเปรียบเทียบก่อนการและหลังการใช้โปรแกรมสารสนเทศสำหรับกิจการซ่อมบำรุงพบว่าประโยชน์เชิงปริมาณที่กิจการได้จากการงานโปรแกรมดังกล่าว ได้แก่ การทำงานในระบบสารสนเทศทำให้ประหยัดเวลารวม 68,175 วินาที/1,136.25 นาที/ 18.94 ชั่วโมง สามารถคำนวณได้ว่า 1 วัน คนทำงาน 8 ชั่วโมง เท่ากับประหยัดได้ 18.94/8 เท่ากับ 2.37 คน ค่าแรงแรงงานขั้นต่ำในจังหวัด

เชียงใหม่ เท่ากับ 360 บาทต่อวัน เท่ากับประหยัด ได้ 852.19 บาท หรือเท่ากับ 255,656.25 บาทต่อปี (1 ปี คิดวันทำงาน 300 วันหักวันหยุดกิจการ ได้แก่ วันหยุดนักขัตฤกษ์และวันอาทิตย์) การทำงานในระบบเดิมใช้การโปรแกรม Microsoft office และการทำงานของระบบใหม่การใช้ระบบสารสนเทศ ทำให้กิจการประหยัดเวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอน ได้แก่ การทำงานในระบบสารสนเทศทำให้ประหยัดเวลารวม 68,175 วินาที/ 1,136.25 นาที/ 18.94 ชั่วโมง คำนวณได้ว่า 1 วัน คนทำงาน 8 ชั่วโมง เท่ากับประหยัดได้ 18.94/8 เท่ากับ 2.37 คน ค่าจ้างแรงงานขั้นต่ำในจังหวัดเชียงใหม่ เท่ากับ 360 บาทต่อวัน เท่ากับประหยัด ได้ 852.19 บาท หรือเท่ากับ 255,656.25 บาทต่อปี (1 ปี คิดวันทำงาน 300 วันหักวันหยุดกิจการ ได้แก่ วันหยุดนักขัตฤกษ์และวันอาทิตย์) ซึ่งสอดคล้องกับการทำงานปัจจุบันที่ต้องใช้พนักงานธุรการในการควบคุมงานจำนวน 3 คน หากใช้ระบบสารสนเทศดังกล่าวนี้จะทำให้ประหยัดคนทำงานจำนวน 2 คน ซึ่งสามารถปรับหน้าที่ให้ไปทำงานในตำแหน่งอื่นของกิจการ

3.4 ผลการถ่ายทอดการอบรมการโปรแกรมสารสนเทศเพื่อกิจการซ่อมบำรุง

ผลความคิดเห็นต่อการอบรมและการถ่ายทอดความรู้ของระบบสารสนเทศเพื่อธุรกิจซ่อมบำรุงพบว่าประเมิน ดังนี้

ด้านประสบการณ์และความรู้ที่ได้รับ

พบว่า 1) ผู้เข้าร่วมอบรมได้รับความรู้ใหม่มากขึ้นค่าเฉลี่ย 4.10 ระดับมาก 2) ผู้เข้าร่วมอบรมสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปถ่ายทอดต่อได้ ค่าเฉลี่ย 4.20 ระดับมาก 3) กิจกรรมนี้ช่วยทบทวนความรู้เดิมที่มีอยู่ค่าเฉลี่ย 4.25 ระดับมากที่สุด 4) ผู้เข้าร่วมอบรมต้องการให้เกิดการพัฒนาโปรแกรมแบบนี้ต่อไปในอนาคตค่าเฉลี่ย 4.85 ระดับมากที่สุด

ด้านวิทยากร

1) วิทยากรมีความรู้และประสบการณ์ในการถ่ายทอด ค่าเฉลี่ย 4.20 ระดับมาก 2) วิทยากรมีความเข้าใจในข้อมูลของการทำงานโปรแกรมค่าเฉลี่ย 4.45 ระดับมากที่สุด 3) วิทยากรเปิดโอกาสให้ท่านได้ตอบข้อซักถามค่าเฉลี่ย 4.75 ระดับมากที่สุด

ด้านความพึงพอใจ

ภาพรวมโปรแกรมการใช้งาน ค่าเฉลี่ย 4.40 ระดับ มากที่สุด

4. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการทำโปรแกรมระบบสารสนเทศออนไลน์เพื่อกิจการซ่อมบำรุง พบว่า โปรแกรมดังกล่าวสนับสนุนการตัดสินใจของบริษัท ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่บริษัท ดังนี้ 1) การพัฒนาด้านผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ต้นแบบระบบสารสนเทศออนไลน์เพื่อการจัดการงานบริหารซ่อมบำรุงและการพัฒนาโปรแกรมระบบสารสนเทศออนไลน์ โดยคณะนักวิจัยร่วมกับผู้ประกอบการ 2) การพัฒนาด้านโครงสร้างองค์กร ได้แก่ การขยายธุรกิจซ่อมบำรุงเป็นกิจการใหม่โดยสถานประกอบการจะเปิดบริษัทรองรับธุรกิจซ่อมบำรุงเมื่อระบบสารสนเทศดำเนินการพัฒนาเสร็จสิ้น และการรับงานโดยอัตโนมัติจึงลดการโต้ตอบงานโดยใช้พนักงาน 1 คน ทำให้ธุรกิจสามารถนำพนักงานไปทำงานในแผนกอื่นที่จำเป็นได้ 3) การพัฒนาด้านกระบวนการ ได้แก่ สถานประกอบการมีแนวคิดในการสร้างสมาชิกการซ่อมบำรุงทำให้ตลาดของสถานประกอบการขยายสู่ลูกค้าทั่วไป บ้านจัดสรร ห้างชุด เป็นต้น งานวิจัยนี้สอดคล้องกับการนำแนวโน้มเทคโนโลยีสมัยใหม่เพื่อนำมาใช้ในองค์กร^[5] และสอดคล้องกับงานวิจัยที่มีการจัดการความรู้โดยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้ประกอบการ อาจารย์และนักศึกษาที่ร่วมกันในการพัฒนาระบบ^[6]

อย่างไรก็ตามพบว่า งานวิจัยนี้ ยังไม่ครอบคลุมการจัดการสารสนเทศด้านการบริหารความเสี่ยงหรือการควบคุมและการตรวจสอบภายใน เหมือนองค์กรใหญ่ เช่น การบริหารจัดการระบบสารสนเทศของการประปานครหลวง^[7] ซึ่งต้องดำเนินพัฒนาต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาและสำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ โครงการส่งเสริมให้บุคลากรวิจัยในสถาบันอุดมศึกษาไปปฏิบัติงานเพื่อแก้ไขปัญหาและ

เพิ่มขีดความสามารถในการผลิตให้กับ
ภาคอุตสาหกรรม (Talent Mobility) ประจำปี
งบประมาณ 2559 โครงการพัฒนาระบบสารสนเทศ
เพื่อการจัดการธุรกิจบริการซ่อมบำรุง

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] บัญชา ปะสีละเตสัง. พัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน
ด้วยพีเอชพีร่วมกับมายเอชคิวแอล. ซีเอ็ด
ยูเคชั่น. กรุงเทพฯ., 2556.
- [2] เมธา สุวรรณสาร. การบริหารสารสนเทศ.
[ออนไลน์].สืบค้นจาก:
http://www.tisa.or.th/articles/metha/Gap_Analysis_ITM_part_1.pdf
- [3] ดวงกมล ดลตรี. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี
สารสนเทศกับธุรกิจ. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก:
<http://42daungkamoldoltre.blogspot.com/2011/01/12.html>
- [4] R.B. Burn. The Self-Concept Theory,
Measurement, Development and
Behaviour. Longman, Ince. New York.,
1979.
- [5] พรรณเชษฐ ฐ ลำพูน และ ณัฐภัทรา สุรพงษ์
รักตระกูล. แนวโน้มเทคโนโลยีสมัยใหม่
สำหรับธุรกิจค้าปลีก, วารสารปัญญาวิวัฒน์;
7(1): 255-267., 2558
- [6] รัชชนา สินธวาลัย, นกิสพร มีมงคล และ นว
พร เพ็งล่อง. การประยุกต์ใช้การจัดการ
ความรู้ในภาคอุตสาหกรรม กรณีศึกษา 5
กลุ่มอุตสาหกรรมของไทย. วารสาร
มหาวิทยาลัย ขอนแก่น. 17(4): 528-542.,
2555
- [7] การประปานครหลวง. การบริหารจัดการ
สารสนเทศ. [ออนไลน์]. สืบค้น:
https://www.mwa.co.th/download/annual_report/pp_web_50/FSCCommand/section16.pdf

ระบบอินเทอร์เน็ตออฟติงสำหรับการบริหารจัดการน้ำระยะไกล

ณัฐพล คำแหวน¹, ธนพนธ์ วงศ์จักร¹ และอนุสรณ์ ยอดใจเพชร¹

¹มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย

รับบทความ ตุลาคม 2561 ตอรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 30 เมษายน 2563

© 2018 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

บทคัดย่อ

เนื่องจากปัญหาของการบริหารจัดการน้ำสำหรับการรดน้ำต้นไม้ ตั้งแต่สวนหย่อมหน้าบ้าน แปลงผักขนาดเล็ก ไปจนถึงไร่การเกษตรขนาดใหญ่ การรดน้ำต้นไม้ส่วนใหญ่จะใช้วิธีกำหนดเวลาและช่วงระยะเวลาในการรด ส่งผลให้อาจใช้น้ำมากหรือน้อยเกินไป การนำค่าความชื้นในดินมาเป็นส่วนตัดสินปริมาณน้ำที่รดจะสามารถช่วยให้การรดน้ำต้นไม้มีประสิทธิภาพมากขึ้น การติดตั้งเซนเซอร์วัดความชื้นจึงเป็นหนึ่งในวิธีการทางวิศวกรรมที่สามารถพัฒนาให้ระบบสามารถรดน้ำอัตโนมัติได้ แต่การติดตั้งเซนเซอร์ในพื้นที่กว้างจะมีปัญหาเรื่องระยะทางของการเดินสายสัญญาณ ถึงแม้จะใช้อุปกรณ์ที่เป็นการเชื่อมต่อ Wifi เข้ามาช่วยก็ติดปัญหาเรื่องระยะทางที่สามารถส่งข้อมูลได้ไม่เกิน 20 เมตร ดังนั้นบทความนี้จึงได้นำเสนอการออกแบบและสร้างระบบอินเทอร์เน็ตออฟติงสำหรับการบริหารจัดการน้ำระยะไกล ที่ได้ออกแบบให้มีเซนเซอร์วัดความชื้นในดินเป็นแบบไร้สายที่สามารถส่งข้อมูลระยะไกลได้และมีแหล่งจ่ายพลังงานจากแบตเตอรี่ที่ชาร์จด้วยแผงโซลาร์เซลล์ขนาดเล็กภายในตัวของเซนเซอร์เอง โดยต้นทุนที่ใช้ในการผลิตและการสร้างระบบควบคุมการรดน้ำนี้มีราคาต่ำเนื่องจากวัสดุที่หาซื้อได้เองภายในประเทศ และส่วนของเซิร์ฟเวอร์ใช้ของ Netpie ที่ให้บริการเชื่อมต่อฟรี 100 อุปกรณ์หากไม่พัฒนาเพื่อการค้าขาย จากผลการวิจัยพบว่าสามารถควบคุมการจ่ายน้ำในแต่ละจุดได้เองจากการเลือกบนเวปเบราว์เซอร์ ตัวเซนเซอร์สามารถส่งข้อมูลได้ไกลสุดประมาณ 500 เมตร และสามารถควบคุมการจ่ายน้ำแบบอัตโนมัติโดยประเมินจากค่าความชื้นในดินในแต่ละจุดได้

คำสำคัญ : อินเทอร์เน็ตออฟติง, ไมโครคอนโทรลเลอร์, เซนเซอร์วัดความชื้น, การสื่อสารไร้สาย

THE INTERNET OF THING SYSTEM FOR REMOTE WATER MANAGEMENT

Nattpol Kumwaen¹, Thanapol Wongjuk¹ and Anusorn Yodjaiphet^{1*}

¹Rajamangala University of Technology Lanna Chiangrai, Thailand

Receive: October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 30 April 2020

© 2018 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

ABSTRACT

Due to the problem of water management for watering the trees (the garden at home, the small vegetable plate, the large farm). The watering usually uses the timing and duration methods. It may use too much or too little water. The moisture value in the soil determines the amount of water used to water. It can help us to water the tree more efficiently. Moisture sensors are one of the engineering methods that can be developed to automatically water the system. However, the installation of sensors in a wide area will have problems with the distance of the wiring. Although the device connected to WIFI to solve this problem, it cannot send the data over 20 meters. In this article, we propose the design and implementation of an Internet of things for wireless water management. We have designed a wireless humidity sensor in the ground that capable of remote data transmission and It has the power supply from the self-small solar panel at the top of the sensor. The cost of producing is low because of the materials purchased locally. We use NETPIE as the IoTs server that can connect 100 devices for free if not developed for commercial purposes. The results of this research show that the control of the water at each sensor can be controlled from the web browser. The sensor can send the data to control center up to 500 meters and can automatically control the water by evaluating the moisture in the soil.

Keyword : Internet of things, Microcontroller, Humidity sensor, wireless communication.

1. บทนำ

อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things) คือ การที่สิ่งต่างๆ ถูกเชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างเข้าสู่โลก อินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการควบคุมใช้งาน อุปกรณ์ต่างๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น การ สั่งเปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า รถยนต์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องสื่อสาร เครื่องใช้สำนักงาน เครื่องมือทางเกษตร เครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม อาคาร บ้านเรือน เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันต่างๆ ผ่าน เครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น ^[1]

ปัจจุบันในการรดน้ำต้นไม้ภายในบ้านต้องมีการดูแลรักษาระดับความชื้นของดินอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้ต้นไม้เจริญโตอย่างสมบูรณ์ ซึ่งการดูแล สภาพความชื้นของดินนั้นต้องอาศัย การรดน้ำอย่างสม่ำเสมอและต้องใช้เวลาในการรดน้ำของต้นไม้เพื่อให้ ทั่วถึงและมีประสิทธิภาพ ซึ่งหากไม่มีการรดน้ำต้นไม้ อย่างสม่ำเสมอและทั่วถึงทั้งพื้นที่สภาพดินก็อาจจะทำให้ การเจริญเติบโตของต้นไม้ไม่สมบูรณ์ และการนำ ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนและเซ็นเซอร์วัดความชื้น ในดินเข้ามาใช้ในการควบคุมการรดน้ำต้นไม้เพื่อช่วยเพิ่ม ความสะดวกในการดูแลรักษาระดับความชื้นของดิน และทั่วถึงทั้งพื้นที่ เนื่องจากเทคโนโลยีมีการวิเคราะห์ ผลที่แม่นยำและสามารถสั่งการได้จากระยะไกล ^[2,3,4]

ที่มาของปัญหาการนำไมโครคอนโทรลเลอร์ และเซ็นเซอร์ต้องอยู่ในพื้นที่เปิดและกว้างจึงทำให้ต้อง ติดตั้งสายไฟที่มีระยะทางไกลหลายเมตรเพื่อจ่าย ไฟเลี้ยงให้กับเซ็นเซอร์ และฉนวนของสายไฟฟ้าต้อง ทนกับสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง ทำให้ฉนวนเกิดการเสื่อมสภาพและอาจทำให้เกิดปัญหาต่างๆตามมา ซึ่งได้นำเสนอการแก้ไขปัญหาด้วยการสร้างระบบ ควบคุมความชื้นในดินในถังการะยะไกลด้วย อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ^[5]

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การ สร้างระบบควบคุมการรดน้ำอัตโนมัติโดยผ่านระบบ เครือข่ายไร้สาย ที่ใช้โปรโตคอลซิกบีเป็นตัวส่ง สัญญาณไร้สาย ซึ่งมีข้อจำกัดระยะการส่งสัญญาณ และความเร็วในการส่งสัญญาณที่ต่ำ ระหว่างการ

สื่อสารระยะการส่งข้อมูลจะไม่ไกลมาก แต่ขึ้นอยู่กับ กำลังส่งของอุปกรณ์ ^[6]

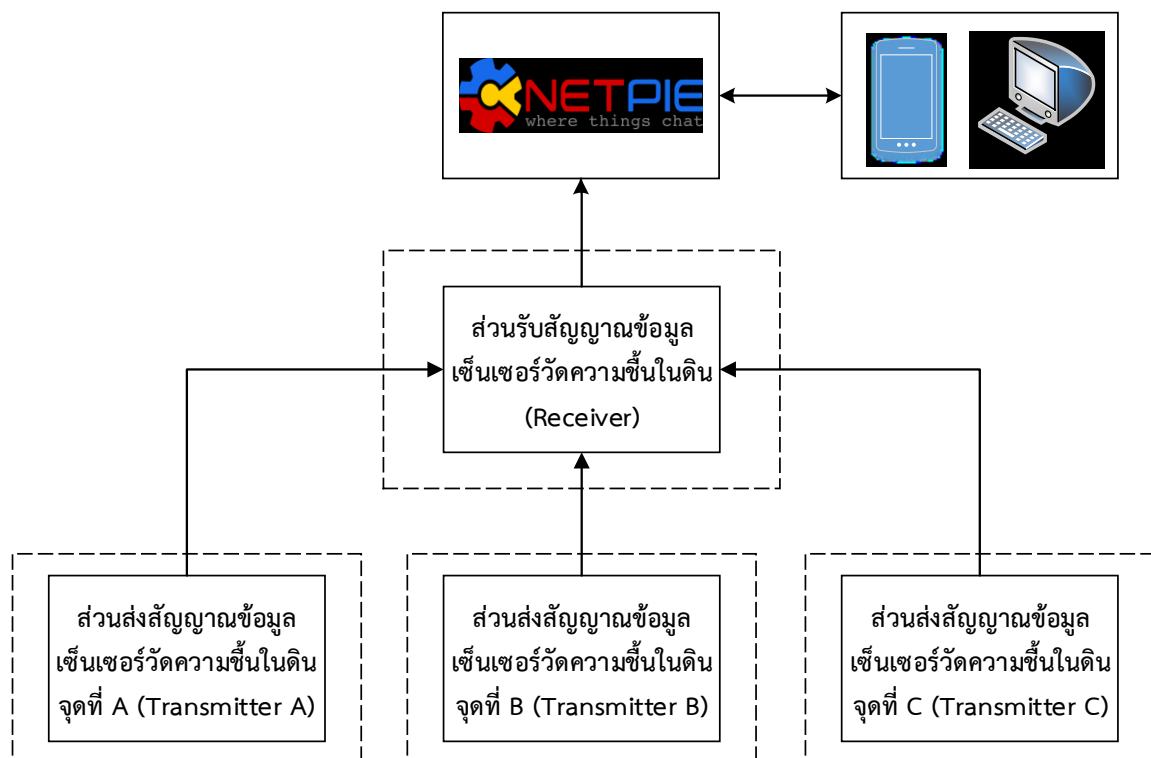
ทางคณะจึงมีจะเปลี่ยนมาใช้ตัวส่งสัญญาณไร้ สายด้วยโมดูลสื่อสารไร้สาย (NRF24L01 module) ที่มีการส่งข้อมูลไร้สายได้ไกลกว่าโดยเฉลี่ยจะอยู่ที่ 100 เมตร และรับส่งข้อมูลได้เร็วกว่าตัวส่งสัญญาณไร้สาย แบบโปรโตคอลซิกบีโดยมีความถี่ที่ 2.4 GHz เพื่อเพิ่ม ประสิทธิภาพให้ระบบควบคุมความชื้นในภายในดิน สั่งงานระยะไกลด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและที่สำคัญ โมดูลสื่อสารไร้สาย (NRF24L01 module) เป็น ทางเลือกสำหรับระบบสื่อสารที่ไม่ต้องการความ ชับซ้อนเชิงเทคนิคและต้นทุนต่ำ ^[7,8,9]

ดังนั้นโครงการวิจัยในครั้งนี้จึงจำเป็นต้องศึกษาและ ออกแบบระบบควบคุมความชื้นในภายในดินสั่งการ ระยะไกลด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งในส่วนต่างๆ ดังนี้ ส่วนของการควบคุมความชื้นในดินด้วย ใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนและโมดูลเซ็นเซอร์ วัดความชื้นในดิน ส่วนของการส่งสัญญาณไร้สายของ เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน ด้วยโมดูลสื่อสารไร้สาย (NRF24L01 module) และส่วนของการรับสัญญาณไร้ สายของเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน ด้วยโมดูลสื่อสาร ไร้สาย (NRF24L01 module) พร้อมกับส่งข้อมูลให้ ระหว่างบอร์ดอาดูโนยูเอ็นโอ (Arduino UNO) จะ ประมวลผลให้กับบอร์ดโหนดเอ็มซียู/อีเอสพีแปดสอง หกหก (NodeMCU/ESP8266) เพื่อนำข้อมูลแสดงผล ของส่วนคร่าวด์เซิร์ฟเวอร์ ซึ่งจะใช้นิตพายเซิร์ฟเวอร์ (Netpie) ^[10] เพื่อนำมาใช้สร้างระบบควบคุมความชื้น ในภายในดินสั่งการระยะไกลด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และนำความรู้ที่ได้รับจากการวิจัยมาใช้เป็นฐานความรู้ ในการพัฒนาและนำเทคโนโลยีการส่งข้อมูลแบบไร้ สายไปประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคโนโลยีต่างๆ ต่อไป

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 การออกแบบระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง สำหรับการบริหารจัดการน้ำระยะไกล

ขั้นตอนในการออกแบบระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพ สิ่งสำหรับการบริหารจัดการน้ำระยะไกลประกอบด้วย ส่วนหลักๆ ดังนี้



รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมของระบบอินเทอร์เน็ตออฟติงสำหรับการบริหารจัดการน้ำระยะไกล



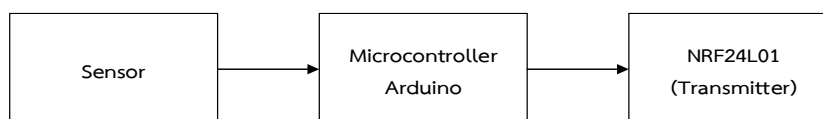
รูปที่ 2 แบบจำลองการติดตั้งใช้งานระบบควบคุมความชื้นในภายในดินสั่งการระยะไกลด้วยอินเทอร์เน็ตออฟติง

รูปที่ 1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของระบบอินเตอร์เน็ตออฟติงสำหรับการบริหารจัดการน้ำระยะไกล ส่วนส่งสัญญาณข้อมูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดินทั้ง 3 จุด (Transmitter) จะทำหน้าที่ส่งสัญญาณข้อมูลค่าความชื้นภายในดินของจุดนั้นๆ ให้กับส่วนรับสัญญาณข้อมูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดิน (Receiver) ด้วยความถี่ที่ 2.4 GHz

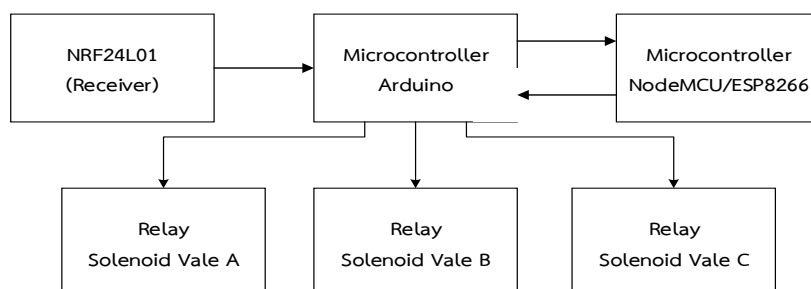
รูปที่ 2 แสดงแบบจำลองการใช้งานระบบควบคุมความชื้นในภายในดินส่งการระยะไกลด้วยอินเตอร์เน็ตออฟติง ซึ่งจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์และเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินเป็นตัวควบคุมความชื้นภายในดิน ด้วยมีเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินอย่างน้อย 3 ตำแหน่ง ที่สามารถวัดค่าความชื้นภายในดินแต่ละตำแหน่งหรือทุกตำแหน่งได้จากนั้นใช้โมดูลสื่อสารไร้สาย (NRF24L01) เป็นตัวส่งข้อมูลค่าความชื้นภายในดินของตำแหน่งนั้นๆแบบไร้สาย ให้กับส่วนควบคุมของระบบที่อยู่ภายในบ้านเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์มาประมวลผลสั่งให้รีเลย์ทำงานสั่งโซลินอยด์เปิด-ปิดน้ำอัตโนมัติหรือสามารถสั่งให้รีเลย์ทำงานสั่งโซลินอยด์เปิด-น้ำแบบผ่านระบบอินเตอร์เน็ตออฟติงได้ตามความเหมาะสม บล็อกไดอะแกรมของส่วนส่งสัญญาณข้อมูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดิน จุดที่ A , B และ C เมื่อเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดินเริ่มวัด

ค่าความต้านทานในดินจะส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนประมวลผลให้เป็นค่าอนาล็อก เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนจะทำการแปลงค่าจากค่าอนาล็อกให้เป็นค่าความชื้น โดยใช้หลักการเปรียบเทียบค่าอนาล็อกกับค่าความชื้นจริง จากนั้นก็ทำการส่งค่าความชื้นไปยังโมดูลสื่อสารไร้สาย ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวส่งข้อมูลด้วยความถี่ที่ 2.4 GHz ดังแสดงในรูปที่ 3

ในส่วนรับสัญญาณข้อมูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดิน ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวรับข้อมูลด้วยความถี่ 2.4 GHz และโมดูลสื่อสารไร้สาย ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวรับสัญญาณข้อมูล จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนก็จะประมวลผลแล้วส่งค่าความชื้นไปยังเน็ตพาวเวอร์เพื่อแสดงค่าความชื้นภายในดินในแต่ละจุด และไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนก็จะทำการส่งลอจิก 1 ไปยังรีเลย์ของโซลินอยด์วาล์วเพื่อสั่งให้ทำงานตามระดับความชื้นที่ได้ปรับตั้งไว้คือ ถ้าหากค่าความชื้นภายในดินของแต่ละจุดมีค่าน้อยกว่า 20% ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนก็จะทำหน้าที่ส่งค่าลอจิก 1 แต่ถ้าเมื่อไรที่ค่าความชื้นภายในดินของแต่ละจุดมากกว่า 70% ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนก็จะทำหน้าที่ส่งลอจิก 0 โดยบล็อกไดอะแกรมของระบบจะแสดงไว้ในรูปที่ 4



รูปที่ 3 บล็อกไดอะแกรมส่วนส่งสัญญาณข้อมูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดิน



รูปที่ 4 บล็อกไดอะแกรมของส่วนรับสัญญาณข้อมูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดิน

2.2 การออกแบบวงจรในแต่ละส่วนระบบ

2.2.1 วงจรแหล่งจ่ายพลังงานภายในส่วนส่งสัญญาณข้อมูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดิน

จากรูปที่ 5 แสดงวงจรของส่วนแหล่งจ่ายพลังงานภายในส่วนส่งสัญญาณข้อมูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดินทั้ง 3 จุด ประกอบด้วย โซลาร์เซลล์ ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอน วงจรชาร์จแบตเตอรี่ลิเทียม แบตเตอรี่ลิเทียม วงจรบูทคอนเวอร์เตอร์ เริ่มจากโซลาร์เซลล์ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอน ซึ่งจะเป็นตัวรับพลังงานแสงอาทิตย์เข้ามาแล้วเปลี่ยนเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง มีแรงดันเอาต์พุตสูงสุด 6 โวลต์ และกำลังไฟฟ้าสูงสุด 1 วัตต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของแสงอาทิตย์อีกด้วย วงจรชาร์จแบตเตอรี่ลิเทียม ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวชาร์จประจุไฟฟ้ากระแสให้กับ แบตเตอรี่ลิเทียม รับแรงดันอินพุตจากโซลาร์เซลล์ 2.4 ถึง 6 โวลต์ แรงดันเอาต์พุตสูงสุดที่จ่ายให้กับแบตเตอรี่ลิเทียม 3.7 โวลต์ และกระแสไฟฟ้าเอาต์พุตสูงสุดที่จ่ายให้กับแบตเตอรี่ลิเทียม 1 แอมแปร์ แบตเตอรี่ลิเทียม ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวเก็บประจุไฟฟ้ากระแส มีแรงดันเอาต์พุตสูงสุด 3.7 โวลต์ และกระแสไฟฟ้าสูงสุด 12,000 มิลลิแอมแปร์ เพื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจรบูทคอนเวอร์เตอร์ วงจรบูทคอนเวอร์เตอร์ ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวเพิ่มแรงดันเอาต์พุต 3.7 โวลต์ ของแบตเตอรี่ลิเทียมให้แรงดันไฟฟ้าอยู่ในช่วง 3.7 ถึง 6 โวลต์ เพื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับส่วนส่งสัญญาณข้อมูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดินทั้ง 3 จุด

2.2.2 วงจรของส่วนรับสัญญาณข้อมูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดิน

จากรูปที่ 6 วงจรของส่วนรับสัญญาณข้อมูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดิน ประกอบด้วย เน็ตพาย เชิร์ฟเวอร์ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน (NodeMCU/ESP8266) โมดูลสื่อสารไร้สาย (NRF24L01) การเชื่อมต่อเน็ตพายเชิร์ฟเวอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน (NodeMCU/ESP8266) จะใช้วิธีต่อด้วยการเขียนโค้ดคำสั่งให้เชื่อมต่อกับระบบอินเตอร์เน็ตไร้สาย แต่มีวิธีเชื่อมต่ออุปกรณ์ดังต่อไปนี้

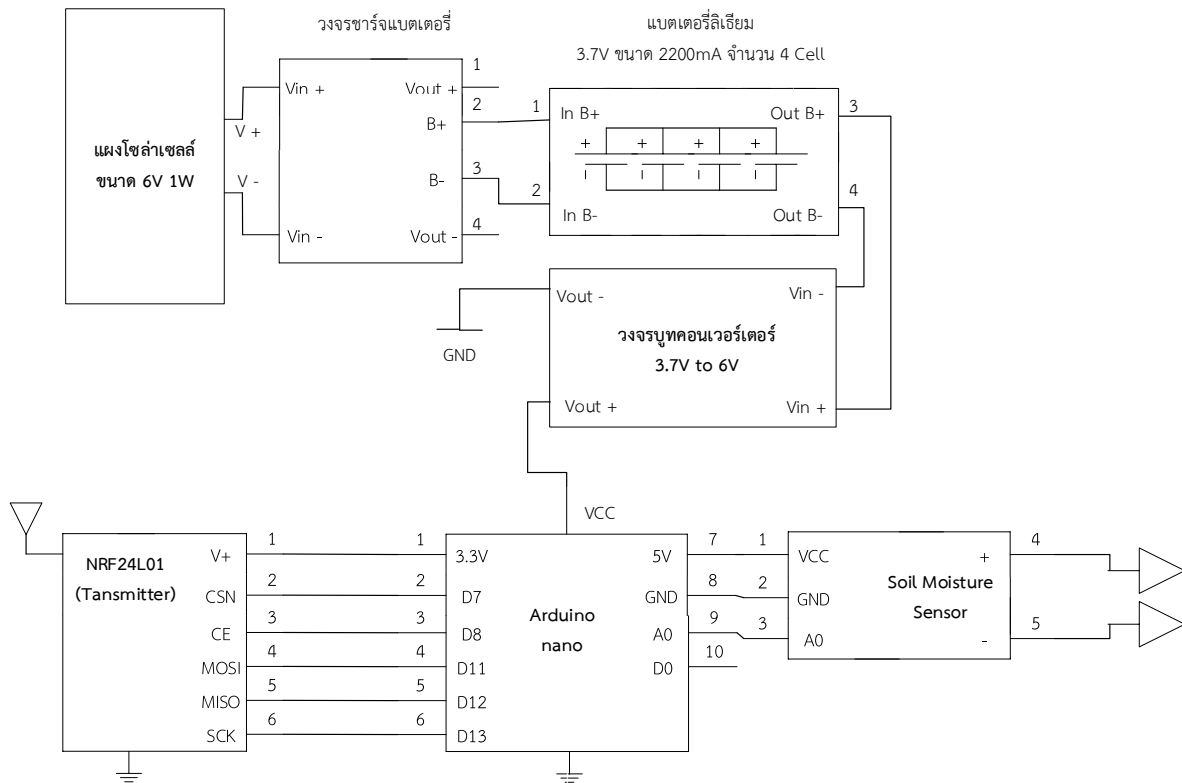
การเชื่อมต่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน (NodeMCU/ESP8266) ซึ่งบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน (NodeMCU/ESP8266) จะรับแรงดันอินพุต 5 โวลต์ จากขา Vin ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน (NodeMCU/ESP8266) จากนั้นให้ต่อขา D2 เข้าด้วยกัน เพื่อให้จะทำหน้าที่เป็นขารับข้อมูล และให้ต่อขา D3 เข้าด้วยกัน เพื่อให้จะทำหน้าที่เป็นขาส่งข้อมูล จากนั้นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน (NodeMCU/ESP8266) จะนำค่าข้อมูลที่ได้รับเพื่อไปประมวลผลและส่งข้อมูลไปยังเน็ตพายเชิร์ฟเวอร์ด้วยผ่านอินเตอร์เน็ตไร้สาย

2.2.3 วงจรของส่วนส่งสัญญาณข้อมูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดิน

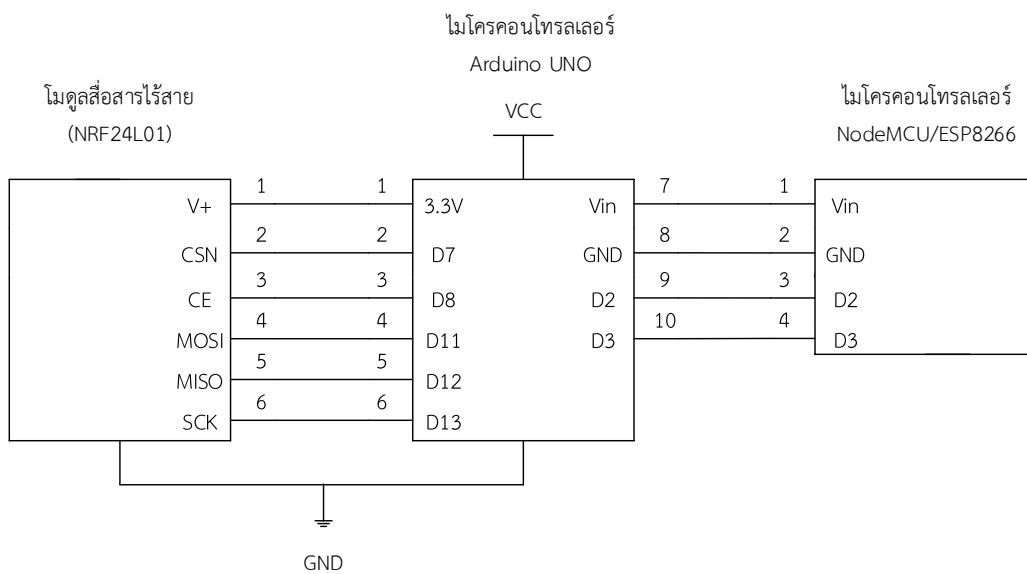
จากรูปที่ 7 วงจรของส่วนส่งสัญญาณข้อมูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดินจุดที่ A, B และ C ประกอบด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนนาโน โมดูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน โมดูลสื่อสารไร้สาย (NRF24L01) และมีวิธีเชื่อมต่ออุปกรณ์ดังต่อไปนี้

การเชื่อมต่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนนาโนกับโมดูลสื่อสารไร้สาย ซึ่งโมดูลสื่อสารไร้สาย จะรับแรงดันอินพุต 3.3 โวลต์ และโมดูลสื่อสารไร้สาย จะมี 2 ขา ที่ใช้ในการควบคุมการสื่อสาร คือ ขา CE ทำหน้าที่รับข้อมูลที่เป็นลอจิก 1 และ ลอจิก 0 ส่วนขา CSN ทำหน้าที่การรับข้อมูลหรือส่งข้อมูลแบบ SPI ส่วนขา MOSI ทำหน้าที่นำข้อมูลจาก Master ส่งให้ Slave ส่วนขา MISO ทำหน้าที่นำข้อมูลจาก Slave ส่งให้ Master และขา SCK ทำหน้าที่กำหนดจังหวะการรับส่งข้อมูลด้วยใช้สัญญาณนาฬิกา

การเชื่อมต่อโมดูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนนาโน ซึ่งโมดูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินจะรับแรงดันอินพุต 5 โวลต์ จากขา VCC ของไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนนาโน และเอาต์พุตต่อกับขา GND ขาไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนนาโน ด้วยมีขา A0 ต่อเข้าด้วยกันเพื่อเป็นขาส่งสัญญาณค่าข้อมูลเป็นค่าอนาล็อก



รูปที่ 5 วงจรแหล่งจ่ายพลังงานและวงจรเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดิน



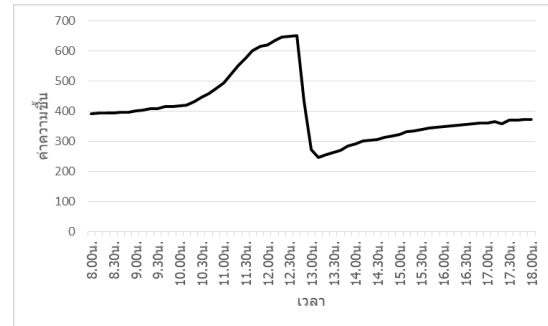
รูปที่ 6 วงจรของส่วนรับสัญญาณข้อมูลเซ็นเซอร์วัดความชื้นภายในดิน

3. ผลการดำเนินการวิจัย

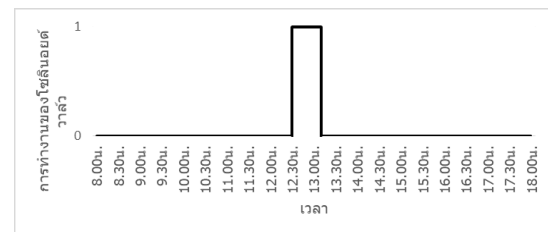
ผลการศึกษาโดยนำเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินทั้ง 3 ไปปักไว้ในดินโดยเช็คค่าความชื้นของเซ็นเซอร์แต่ละตัวเพื่อสั่งการทำงานของโซลินอยด์วาล์วไม่เท่ากัน โดยเช็คค่าความชื้นของเซ็นเซอร์ A ให้สั่งเริ่มการทำงานของโซลินอยด์วาล์วไว้ที่ 650 เซ็นเซอร์ B สั่งเริ่มการทำงานของโซลินอยด์วาล์วไว้ที่ 600 และเซ็นเซอร์ C สั่งเริ่มการทำงานของโซลินอยด์วาล์วไว้ที่ 550 แล้วสั่งหยุดการทำงานของโซลินอยด์วาล์วของเซ็นเซอร์ทุกตัวไว้ที่ 250 เพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและการทำงานของโซลินอยด์วาล์วทั้ง 3 ตัว เป็นช่วงเวลาตั้งแต่ 08.00น. ถึง 18.00น. และบันทึกค่าทุกๆ 10 นาที

จากการทดลองการควบคุมความชื้นในดิน ณ จุดเซ็นเซอร์ทั้ง 3 จุด ที่เวลาใดๆ โดยใช้ข้อมูลในวันที่ 7 ตุลาคม พ.ศ. 2561 ซึ่งเป็นวันที่มีลักษณะท้องฟ้าแจ่มใสโดยทำการเก็บข้อมูลค่าความชื้นทุกๆ 10 นาที และการเก็บผลการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว ตั้งแต่ช่วงเวลา 8.00น. ถึง 18.00น. แล้วนำข้อมูลมาแสดงเป็นกราฟความสัมพันธ์ความชื้นและการทำงานของโซลินอยด์วาล์วได้ดังนี้

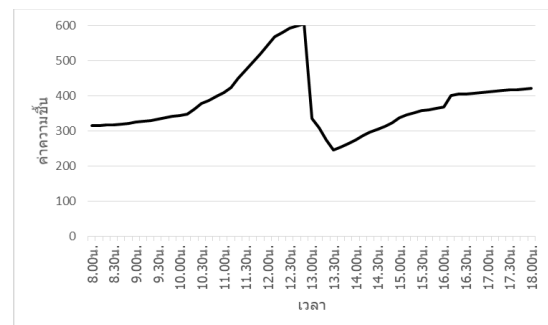
จากรูปที่ 8 และ 9 สังเกตได้ว่าความชื้นในดินมีค่าเริ่มต้น 393 ในช่วงเวลา 8.00น. ถึง 10.00น. อากาศเย็นมีอุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียสค่าความชื้นเปลี่ยนแปลงน้อยมาก เหลืออยู่ประมาณ 403 และในช่วงเวลา 10.30น. ถึง 12.30น. เป็นช่วงเวลาที่อากาศเริ่มร้อน มีอุณหภูมิอยู่ที่ 28 องศา ทำให้ค่าความชื้นในดินเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ณ เวลา 12.40น. เมื่อค่าความชื้นในดินเพิ่มขึ้นเป็น 653 ซึ่งเกินค่าที่ตั้งไว้ คือ 650 ทำให้คอนโทรลเลอร์สั่งการทำงานจ่ายระบบน้ำที่จุดเซ็นเซอร์ A ในช่วงที่ระบบจ่ายน้ำทำงานจะสังเกตได้ว่า ความชื้นในดินลดลงไปได้เร็วมากโดยใช้เวลาเพียง 20 ถึง 30 นาที ความชื้นในดินลดลงถึง 246 ซึ่งต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้ คือ 250 ทำให้ระบบจ่ายน้ำที่จุดเซ็นเซอร์ A หยุดทำงาน ณ เวลา 13.10น. และเมื่อระบบจ่ายน้ำหยุดทำงานค่าความชื้นค่อยๆ เพิ่มขึ้นจะสังเกตได้จากเส้นกราฟความชื้น โดยผลการทดลองของจุด B และ C ก็เป็นไปในทำนองเดียวกัน ดังรูปที่ 10 - 13



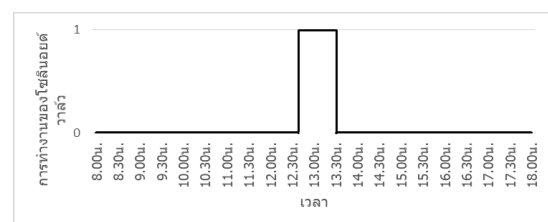
รูปที่ 8 กราฟความสัมพันธ์ความชื้นและเวลา ณ จุด A



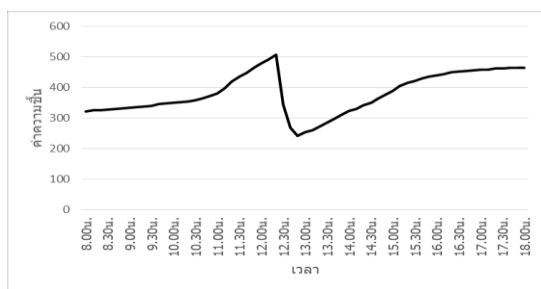
รูปที่ 9 กราฟความสัมพันธ์การทำงานของโซลินอยด์วาล์วและเวลา ณ จุด A



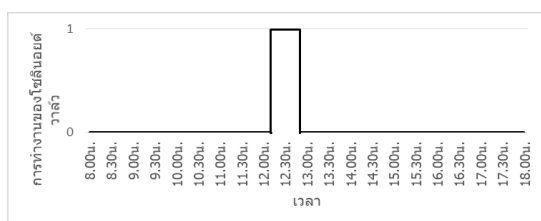
รูปที่ 10 กราฟความสัมพันธ์ความชื้นและเวลา ณ จุด B



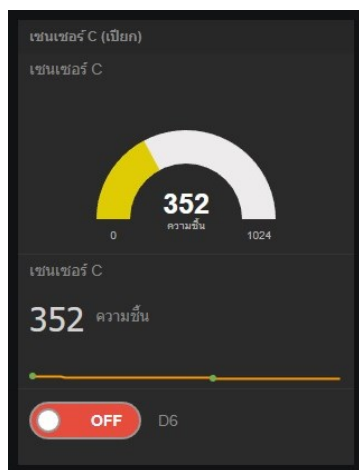
รูปที่ 11 กราฟความสัมพันธ์การทำงานของโซลินอยด์วาล์วและเวลา ณ จุด B



รูปที่ 12 กราฟความสัมพันธ์ความสูงและเวลา ณ จุด C



รูปที่ 13 กราฟความสัมพันธ์การทำงานของโซลาร์เซลล์และเวลา ณ จุด C



รูปที่ 14 หน้าจอแสดงผลค่าความสูงจากเซนเซอร์บนเว็บไซต์พาย

จากเซิร์ฟเวอร์ของ Netpie สามารถใช้ในการแสดงผลแบบทันท่วงทีได้ โดยรูปที่ 14 เป็นหน้าจอแสดงค่าความสูงจากเซนเซอร์วัดความสูงที่จุด A B และ C ซึ่งเป็นการแสดงผลในช่วงเวลา 9.00 น. ของวันที่ 7 ตุลาคม พ.ศ. 2561 ซึ่งความสูงที่จุด A มีค่าเท่ากับ 414 ความสูงที่จุด B มีค่าเท่ากับ 337 และความสูงที่จุด C มีค่าเท่ากับ 352

4. สรุปผลและอภิปราย

ผลการทดลองหาความสัมพันธ์ความสูงและการทำงานของโซลาร์เซลล์ทั้ง 3 จุดสรุปได้ว่าในช่วงเวลา 08.00 น. ถึง 10.00 น. ความสูงไม่เปลี่ยนแปลงมากเนื่องจากอากาศค่อนข้างเย็นมีอุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส และช่วงเวลาที่ความสูงเปลี่ยนแปลงได้เร็วคือ 10.30 น. ถึง 15.30 น. ในช่วงที่อุณหภูมิ 28-31 องศาเซลเซียสทำให้เห็นว่าอุณหภูมิในอากาศมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความสูงในดินสังเกตได้จากกราฟความสัมพันธ์ของความสูงและการทำงานของโซลาร์เซลล์ และจากกราฟความสัมพันธ์ของความสูงและการทำงานของโซลาร์เซลล์ของจุดเซ็นเซอร์ C จะแตกต่างจากจุด A และ B เนื่องจากค่าความสูงที่ตั้งส่งระบบจ่ายน้ำมีค่าต่ำสุดทำให้เซ็นเซอร์ที่จุด C จ่ายน้ำในเวลา 12.20 น. และหยุดการจ่ายน้ำที่ 12.40 น. ซึ่งในช่วงนั้นอุณหภูมิสูงถึง 31 องศาเซลเซียสทำให้กราฟของค่าความสูงที่จุด C กลับมามีค่าสูงได้เร็วอีกครั้ง

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] Internet of Things (IoT) [อินเทอร์เน็ต]. 2560; สืบค้นเมื่อ 9 ตุลาคม 2561. ได้จาก http://203.155.220.230/bmainfo/data_DDS/document/internet-of-things.pdf.
- [2] ณัฐกร ปิ่นทรายมูล, เติสิทธ์ วงศ์จันทร์ดา. เครื่องควบคุมความชื้นในดิน. ปรินิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา; 2556
- [3] ราชน กะมินสิน. ควบคุมการรดน้ำต้นไม้. ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์; 2557.
- [4] 4.เมธี ปัญญารามรณ. ชุดควบคุมการเปิดปิดน้ำผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์. ปรินิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต วิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา; 2556.

- [5] สกุล คำนวนชัย, ชม กิมปาน. อินเทอร์เน็ต
ออฟติงการรตน้ำในแปลงผักซีพร้อมแจ้ง
เตือนผ่านไลน์แอปพลิเคชัน. วารสารวิชาการ
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. 2560; 12(1):
89-101.
- [6] กมลรัฐก์ หลวงบ้อ, อัจฉรา บำเพ็ญ. ระบบ
ควบคุมการรดน้ำต้นไม้ด้วยการตรวจสอบ
ความชื้นผ่านโปรโตคอลซิกบี. ปรินญา
นิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา
วิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชม
งคลล้านนา ตาก; 2555.
- [7] นราธิป ทองปาน, ธนาพัฒน์ เทียงภักดี.
ระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์
ไร้สาย. การประชุมวิชาการระดับชาติการ
จัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม ครั้งที่ 2.
30-31 มีนาคม 2559. มหาวิทยาลัยราชภัฏ
มหาสารคาม; 2559.
- [8] สร้างระบบสื่อสารไร้สายให้กับ Raspberry PI
กับ Arduino ด้วย NRF24L01 Module
[อินเทอร์เน็ต]. 2557; สืบค้นเมื่อ 9 ตุลาคม
2561. ได้จาก [http://tosakunmeeting.
blogspot.com/2014/11/raspberry-pi-
arduino-nrf24l01-module.html](http://tosakunmeeting.blogspot.com/2014/11/raspberry-pi-arduino-nrf24l01-module.html).
- [9] รุ่งโรจน์ สงวนวัฒนา, อภิรักษ์ ทัดสอน,
ภาคิน มณีโชติ. ระบบตรวจสอบค่าไฟฟ้าของ
เครื่องปรับอากาศภายในอาคารโดยใช้
เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย. การประชุม
วิชาการระดับชาติพินุลสงครามวิจัย ครั้งที่ 3.
พ.ศ. 2560. พิษณุโลก; 2560. หน้า 453-
462.
- [10] พนิดา พงษ์ไพบูลย์, ชาวีร์ อัสริยภัทร์, กุล
ชาติ มีทรัพย์หลาก, เอมอชนา นรินทร์สุขรัตน์,
เปรมฤดี เอี่ยมสุภักกุล, อนันท์ ปัญญา, ชัย
วิทย์ แสนทวีสุข เน็ตพาย. คู่มือการใช้งาน
NETPIE. ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และ
คอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนา
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ; 256

ศึกษาปริมาณสาร GABA ในข้าวกำลังเมืองชนเผ่าม้ง

เพ็ญพร วนิชเรืองฤทธิ์^{1*} นฤมล กุลศิริศรีตระกูล² สมโภชน์ กุลศิริศรีตระกูล²ธนาธิกร สายเปลี่ยน² และ บุญทริก ภูมิรา²

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร และ คณะวิศวกรรมอุตสาหกรรม

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

รับบทความ 26 กันยายน 2561 ตอรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 30 เมษายน 2563

© 2018 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาถึงปริมาณของสารแกมมาอะมิโนบิวทริก แอซิด (GABA) ในข้าวกำลังเมืองชนเผ่าม้ง โดยทำการเก็บตัวอย่างข้าวกำลังจากหมู่บ้านเข็กน้อยและหมู่บ้านเล้าลือ อ. เขาค้อ จ. เพชรบูรณ์ สามารถเก็บตัวอย่างพันธุ์ข้าวได้ 3 ตัวอย่างพันธุ์ แบ่งเป็นข้าวเจ้า 1 ตัวอย่างพันธุ์ คือ ข้าวเจ้าแดง (R-1) และข้าวเหนียว 2 ตัวอย่างพันธุ์ คือ ข้าวเหนียวดำลิ้มผั่ว (R-2) และข้าวเหนียวดำม่วงคราม (R-3) ทำการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ปริมาณน้ำหนักเฉลี่ย 100 เมล็ด วัดขนาดความกว้าง ความยาวของเมล็ดข้าวเปลือก ลักษณะของเมล็ดข้าวเปลือก ลักษณะของเมล็ดข้าวกล้อง และวิเคราะห์หาปริมาณ วิตามิน B1 วิตามิน B2 ไนอะซิน ธาตุเหล็ก และปริมาณสาร GABA พบว่า น้ำหนักเฉลี่ย 100 เมล็ดอยู่ในช่วง 3.24-3.70 กรัม ขนาดความกว้างและยาวอยู่ในช่วงระหว่าง 3.59-3.66 mm 10.62-11.06 mm ตามลำดับ สีของข้าวเปลือกจะมีสีฟาง ฟางปนดำ เมล็ดข้าวกล้องมีสีแดงดำถึงดำเข้ม ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่าตัวอย่างข้าวเจ้าแดง (R-1) จะมีปริมาณของ วิตามิน B1 B2 ไนอะซิน ธาตุเหล็ก และสาร GABA สูงสุดทั้งหมด คือ 0.39 mg/100g , 0.14 mg/100g , 6.40 mg/100 g 1.84 mg/100g และ 6.47 mg/100g ตามลำดับ

คำสำคัญ : แกมมาอะมิโนบิวทริก แอซิด (กาบา) , ข้าวกำลัง , ข้าวเมืองชนเผ่าม้ง

THE STUDY TO GABA IN PURPLE RICE FROM HMONG NATIVE RICE

**Panporn winairuangrid^{1*}, Narumol Kulsirisitrakul², Somport kulsirisitrakul²,
Thanarak Saiplean² and Boondarick Rodbumrung²**

¹Department of Agro-Industry, Faculty of Science and Agricultural Technology,
Rajamangala University of Technology Lanna Phitsanulok, 65000, Thailand

Receive: 26 September 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 30 April 2020

© 2018 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

ABSTRACT

The research of this study was to analyze for gamma-aminobutyric acid (GABA) in purple rice from hmong native rice. We could collected 3 purple rice samples in Khe Noi village and Lao Lue village, Khao kho District, Phetchabun. The one sample was Khaw Chao Deang (R-1) and two sticky rice samples were Khaw Nia Dum Luem Pua (R-2) and Khaw Nia Dum Mua Kram (R-3). The samples were analyzed for physical such as average weight 100 seeds, width, length of paddy and brown rice and chemical analyzed for vitamin B1, B2, niacin, Iron and GABA. The result for average weight 100 seeds was 3.24-3.70 g, width and length were 3.59-3.66 mm and 10.62-11.06 mm respectively. The color has wheat and wheat mix black for paddy and dark red and black for brown rice. The chemical analyzed, Khaw Chao Deang (R-1) has the highest vitamin B1 B2 niacin Iron and GABA at 0.39 mg/100g, 0.14 mg/100g, 6.40 mg/100 g 1.84 mg/100g and 6.47 mg/100g respectively.

Keyword : γ -aminobutyric acid (GABA) , purple rice , hmong native rice

1. บทนำ

ข้าวเป็นธัญญาหารที่สำคัญกับประชากรของโลก อยู่ในสกุล (genus) *Oryza* ซึ่งอยู่ในวงศ์เดียวกับหญ้าโดยพืชสกุลนี้มีชนิดที่ปลูกอยู่ 2 ชนิด และชนิดป่า 21 ชนิดและมีการประมาณการกันว่าทั่วโลกจะมีข้าวอยู่ประมาณ 120,000 สายพันธุ์ ข้าวที่คนไทยนิยมบริโภคคือ *oryza sativa* L ส่วนชนิดที่บริโภคในทวีปแอฟริกา คือ *oryza glaberrima* steud ส่วนข้าวเอเชียแบ่งออกเป็น 1) ข้าวเมล็ดสั้นหรือข้าวญี่ปุ่นมักจะปลูกในแถบเอเชียตะวันออก 2.) ข้าวเมล็ดยาว มักจะปลูกในเอเชียตะวันตกเฉียงใต้และอินโดนีเซีย 3.) ข้าวชาวที่ปลูกในอินโดนีเซีย

ข้าวดำ (purple rice) เป็นข้าวพื้นเมืองของประเทศไทยนิยมปลูกกันในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งลักษณะของข้าวดำจะมีสีม่วงดำถึงดำเข้มซึ่งจะปรากฏให้เห็นตั้งแต่ลำต้น กาบใบ แผ่นใบ กลีบดอก เปลือก เมล็ดหรือเยื่อหุ้มเมล็ด โดยสีของข้าวดำเกิดจากรังควัตถุกลุ่ม แอนโทไซยานิน ฟลาโวนอยด์ และ โพรแอนโทไซยานิน นอกจากนี้ยังพบสารแกมมา-โอไรซานอล (γ -oryzanol) กรดแกมมา-อะมิโนบิวทิริก (γ -aminobutyric acid, GABA) รวมถึงวิตามินที่จำเป็นต่อร่างกาย

ข้าวกล้อง เป็นข้าวที่ยังคงมีเยื่อหุ้มชั้นนอกอยู่และมีคัพคะ (rice germ) ซึ่งไม่ผ่านกระบวนการขัดสีให้ขาวจึงยังคงมีรงควัตถุปนอยู่ทำให้ข้าวกล้องมีสีต่างๆกัน เช่น น้ำตาลแดง น้ำตาลม่วง น้ำตาลจนเกือบดำเป็นต้น ข้าวกล้องกล้องจึงประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน วิตามิน เกลือแร่และกากใยอาหารที่มีปริมาณสูง นอกจากนี้ยังพบสารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายสูงเช่น วิตามินบี และอี เบต้าแคโรทีน สารแกมมา-โอไรซานอล (γ -oryzanol) กรดแกมมา-อะมิโนบิวทิริก (γ -aminobutyric acid, GABA) เป็นองค์ประกอบที่สูง

อำเภอเขาค้อจังหวัดเพชรบูรณ์เป็นอำเภอหนึ่งที่มียากษัตริย์อยู่หลากหลายกลุ่ม มังเป็นกลุ่มชาติพันธุ์หนึ่งที่อาศัยอยู่ในพื้นที่และนิยมปลูกข้าวดำไว้สำหรับบริโภค ไม่ว่าจะเป็นข้าวเจ้าหรือข้าวเหนียว ซึ่งแต่ละพันธุ์จะมีลักษณะทางกายภาพที่มีความเป็นเฉพาะพันธุ์ เช่น ลักษณะของต้น เมล็ดข้าวเปลือก อายุการเก็บเกี่ยว รสชาติ ความนุ่ม ซึ่งข้าวดำเหล่านี้ยังมี

การศึกษาในปริมาณที่น้อยไม่เป็นที่แพร่หลาย นอกจากนี้แล้วพบว่ามีรายงานการวิจัยว่ากลุ่มข้าวไร่พื้นเมืองบนพื้นที่สูงบางพันธุ์จะมีคุณลักษณะที่พิเศษต่างจากพันธุ์อื่น เช่น มีปริมาณธาตุเหล็กที่สูงกว่าพันธุ์อื่นๆ

2. วิธีการวิจัย

1. เก็บตัวอย่างข้าวไร่พื้นเมืองชนเผ่าม้ง จากหมู่บ้าน เข็กน้อย และ หมู่บ้านเล้าลือ อ เขาค้อ จ. เพชรบูรณ์
2. คัดเลือกเมล็ดข้าวเปลือกที่ไม่สมบูรณ์และสิ่งปนเปื้อนทิ้ง
3. วิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ คือ ลักษณะเมล็ดข้าวเปลือก ข้าวกล้อง สี ขนาด น้ำหนักเฉลี่ย 100 เมล็ด
4. เตรียมตัวอย่างข้าวกล้อง และคัดเลือกล้างปนเปื้อนออก
5. ส่งตัวอย่างข้าวกล้องให้กับสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณ สาร GABA และธาตุเหล็ก และส่งตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินกับสำนักโภชนาการ
6. วิเคราะห์ผลการทดลอง

3. ผลการวิจัย

การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ

ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างข้าวดำไร่พื้นเมืองชนเผ่าม้งนั้นพบว่า ลักษณะของเมล็ดข้าวเปลือกมี 2 แบบคือ แถบเป็นสีฟาง และสีดำปนฟาง ในขณะที่เมล็ดข้าวกล้องพบว่าตัวอย่าง R-1 และ R-3 มีสีดำเข้มสนิท R-2 มีสีดำแดง ถึงดำเข้ม ลักษณะของเมล็ดข้าวเปลือก พบว่า ตัวอย่าง R-1 มีลักษณะป้อม ขนาดใหญ่บาง เมล็ดมีหางยาวเล็กน้อย R-2 เมล็ดยาวขนาดใหญ่หางโค้งเล็กน้อย และ R-3 มีขนาดของเมล็ดป้อม มีขนาดปานกลาง และน้ำหนักเฉลี่ย 100 เมล็ดพบว่า อยู่ในช่วง 3.24-3.70 กรัม ดังแสดงในตารางที่ 1

ผลการวิเคราะห์หิวตารมีนและแร่ธาตุ

การวิเคราะห์ปริมาณ วิตามิน B1 วิตามิน B2 ไนอะซิน ธาตุเหล็ก และสารกาบา พบว่า ตัวอย่าง R-1 มีปริมาณของวิตามิน B1 B2 ไนอะซิน ธาตุเหล็ก และสารกาบา สูงสุดคือ คือ 0.39 mg/100g , 0.14 mg/100g, 6.40 mg/100 g 1.84 mg/100g และ 6.47 mg/100g ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2

4. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าถึงแม้ว่าจะเป็นข้าวเก่าเหมือนกันแต่มีลักษณะทางกายภาพ และปริมาณของวิตามินและแร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบภายใน มีปริมาณที่ไม่เท่ากัน จากเนื้อข้าวแต่ละสายพันธุ์มีปริมาณของสารประกอบภายในที่แตกต่างกัน เช่น รงควัตถุ ปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิก แอนโทไซยานิน กลุ่มฟลาโวนอยด์ ปริมาณของแอมิโลส แอมิโลเพกติน เป็นต้น ซึ่งผลจากการศึกษาปริมาณของธาตุเหล็ก สอดคล้องกับรายงานการศึกษาของ สกูล มุลคำ ที่รายงานไว้ว่า ข้าวพื้นเมืองบางสายพันธุ์มีลักษณะพิเศษ เช่น มีธาตุเหล็กที่สูงกว่าข้าวสายพันธุ์อื่น ผลจากการศึกษานี้ทำให้สามารถที่จะนำไปต่อยอดในกลุ่มอุตสาหกรรมต่างๆในอนาคตไม่ว่าจะเป็น เวชสำอาง เครื่องสำอาง อาหารเพื่อสุขภาพหรืออื่นๆเป็นต้น

สรุป

การวิจัยนี้พบว่าตัวอย่างข้าวเก่าทั้ง 3 ตัวอย่างพันธุ์เมื่อทำการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพพบว่าบางสายพันธุ์จะมีหาง ในขณะที่บางสายพันธุ์ไม่มีหาง ขนาดจะมีขนาดที่ไม่เท่ากันในแต่ละสายพันธุ์ซึ่งแสดงให้เห็นจากน้ำหนักเฉลี่ยๆ 100 เมล็ด ในขณะที่ข้าวเปลือกจะมีสีเป็นสีฟางข้าวจนแถบดำปนฟางส่วนเมล็ดข้าวกล้องจะมีสีดำจนถึงดำเข้ม เมล็ดพันธุ์มีลักษณะสั้นป้อม เมื่อวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วิตามินบี1 บี2 ไนอะซิน ธาตุเหล็ก และสารกาบา พบว่าตัวอย่างข้าวเจ้าแดง (R-1) จะมีปริมาณ

ของวิตามินบี1 บี2 ไนอะซิน ธาตุเหล็ก และสารกาบา มากที่สุดในทั้ง 3 ตัวอย่างข้าวเก่าพื้นเมืองชนเผ่าม้ง ในพื้นที่ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์



รูปที่ 1 ลักษณะของเมล็ดข้าวเปลือก และข้าวกล้อง ข้าวเจ้าแดง (R-1)



รูปที่ 2 ลักษณะของเมล็ดข้าวเปลือก และข้าวกล้อง ข้าวเหนียวดำลิ้มผัว (R-2)



รูปที่ 3 ลักษณะของเมล็ดข้าวเปลือก และข้าวกล้อง ข้าวเหนียวม่วงคราม (R-3)

ตารางที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างพันธุ์ข้าวเก่าพื้นเมืองชนเผ่าม้ง

ตัวอย่าง	น้ำหนักเฉลี่ย 100 เมล็ด(กรัม)	สีข้าวเปลือก	สีข้าวกล้อง	ขนาดกว้าง, ยาวของข้าวเปลือก (nm)	ลักษณะของเมล็ดข้าวเปลือก
ข้าวเจ้าแดง (R-1)	3.70	สีฟาง L* 49.28 a* 5.47 b* 24.33	สีดำเข้ม L* 24.09 a* 4.57 b* 7.0	3.66 , 11.05	เมล็ดป้อมมีขนาดใหญ่ บาง มีหางเล็กน้อย
ข้าวเหนียวดำลิ้มผัว (R-2)	3.73	แถบสีดำปนฟาง L* 47.90 a* 5.63 b* 42.60	สีดำแดงถึงดำเข้ม L* 22.09 a* 4.5 b* 6.5	3.76, 11.06	เมล็ดยาว มีขนาดใหญ่ หางโค้งเล็กน้อย
ข้าวเหนียวม่วงคราม (R-3)	3.24	แถบสีดำปนฟาง L* 34.88 a* 6.63 b* 17.81	สีดำเข้ม L* 17.99 a* 2.8 b* 2.2	3.59 , 10.62	เมล็ดป้อมมีขนาดกลาง

L* คือ ค่าความสว่าง

a*(+a* =ค่าความเป็นสีแดง , -a* = ค่าความเป็นสีเขียว

b* (+b* = ค่าความเป็นสีเหลือง , -b = ค่าความเป็นสีน้ำเงิน)

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณวิตามินบี1 บี2 ไนอะซิน ธาตุเหล็ก และสารกาบา

ตัวอย่าง	วิตามินB1 (mg/100g)	วิตามินB2 (mg/100g)	ไนอะซิน (mg/100g)	เหล็ก (mg/100g)	GABA (mg/100g)
ข้าวเจ้าแดง (R-1)	0.39	0.14	6.40	1.84	6.47
ข้าวเหนียวดำลิ้มผัว (R-2)	0.09	0.05	2.00	1.40	1.58
ข้าวเหนียวม่วงคราม (R-3)	0.10	0.06	2.60	1.13	2.33

5. กิตติกรรมประกาศ

กลุ่มผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานบริหารโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนา มหาวิทยาลัยแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษาโครงการ HERP ผู้ให้การสนับสนุนทุนวิจัย ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตากที่ให้การสนับสนุนสถานที่ ที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย

ขอขอบคุณกลุ่มชาติพันธุ์ชนเผ่าม้ง หมู่บ้าน เข็กน้อย และหมู่บ้านเล้าลือ อันได้แก่ อปต. ประชาญ์ ชาวบ้าน ผู้ใหญ่บ้าน ที่ให้การสนับสนุนด้านข้อมูลในด้านต่างๆกับคณะผู้วิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมวิชาการเกษตร.(2541). วิวัฒนาการพันธุ์ข้าวไทย(ข้าวไทยกับคนไทย) สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร. หน้า 7
- [2] ชลธิชา แสงศิริ และคณะ. (2556). ความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวไร่พื้นเมืองในจังหวัดกาญจนบุรีโดยคุณค่าทางโภชนาการ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.44 (2)(พิเศษ) : 285-288.
- [3] ดำเนิน กาละดี. (2554). ข้าวเก่า(ข้าวเหนียวดำ) ทรัพยากรข้าวไทยที่ถูกลืม. พิมพ์ครั้งที่ 1. เชียงใหม่: มิ่งเมือง
- [4] ธนพร ขจรผล และคณะ (2555). การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวไร่พื้นเมืองในจังหวัดกาญจนบุรี. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 43(2) (พิเศษ). 601-604.
- [5] ชีระ ธรรมวงศา และคณะ.(2555). ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายภาพศาสตร์ของข้าวเปลือกข้าวดำนาสวนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. วารสารวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 40(4).1138-1148.
- [6] ศศิธร แท่งทอง.(2551). รายงานวิจัยเรื่องข้าวกล้องงอก.คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

- [7] สกุล มูลคำ(2552) วัฒนธรรมการสืบเชื้อพันธุ์ข้าวของเกษตรกรบนที่สูง: กรณีศึกษาชุมชนปากะญอ บ้านขุนแตะ ตำบลดอยแก้ว อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการพัฒนากุมิสังคมอย่างยั่งยืน.
- [8] จักรกฤษณ์ ชันทอง. (2550). ความหลากหลายทางพันธุกรรมของคุณภาพเมล็ดในข้าวเหนียวดำพันธุ์พื้นเมือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [9] สกุล มูลคำ และคณะ. (2550). ความหลากหลายทางพันธุกรรมข้าวที่สูงของกลุ่มชาติพันธุ์ในภาคเหนือตอนบน. การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว. สำนักวิจัยและพัฒนากรมการข้าว.
- [10] สัราญ พิมราชและคณะ.(2558). ปริมาณกาบาและกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกพันธุ์พื้นเมือง 5 สายพันธุ์.วารสารเกษตรพระวรุณ. 12(1) 35-40.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เมล็ดบัวทอดกรอบกลิ่นรสขิง

เฉลิมพล ถนอมวงศ์^{1*} สุमितรา ยอดเพชร¹ และ วิภาวรรณ บุญสืบ¹¹สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก พิษณุโลก 65000 ประเทศไทย

รับบทความ 29 กันยายน 2561 ตอรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 30 เมษายน 2563

© 2018 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เมล็ดบัวทอดกรอบกลิ่นรสขิงโดยการสำรวจตลาดเบื้องต้นที่ซูเปอร์มาร์เกตในเขตจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 4 แห่ง พบ ผลิตภัณฑ์เมล็ดบัวจำนวน 3 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ เมล็ดบัวอบกรอบ เมล็ดบัวอบกรอบรสน้ำผึ้ง เมล็ดบัวอบกรอบผสมเกลือทะเล ถั่วลิสงอบกรอบเคลือบ 30 ชนิด เช่น กะทิ นม กาแฟ วาซาบิ โนริ วาซาบิ น้ำผึ้ง เป็นต้น การอภิปรายกลุ่มของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายซึ่งอยู่ในช่วงอายุ 20-45 ปี จำนวน 10 คน ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล พิษณุโลก พบว่า ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายเลือกขิง เป็นสมุนไพรตัวแรกที่ต้องการบริโภค จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์เมล็ดบัวทอดกรอบกลิ่นรสขิง พบว่า สูตรที่เหมาะสมประกอบด้วย เมล็ดบัวทอดกรอบ น้ำตาลทราย แป้งสาลี น้ำขิง ขิงผง ร้อยละ 45.45, 13.64, 22.72, 13.64 และ 4.55 ตามลำดับ ผลิตโดยผสมส่วนผสมทั้งหมดแล้วทอดโดยใช้น้ำมันท่วมที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 นาที เมล็ดบัวทอดกรอบกลิ่นรสขิง มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่อใย ความชื้น ร้อยละ 54.83, 11.85, 28.63, 1.20, 3.61 และ 0.58 ตามลำดับ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และ จำนวนยีสต์ รา น้อยกว่า 1.0×10^2 โคโลนีต่อกรัม การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า ความชอบรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.91)

คำสำคัญ : เมล็ดบัว กลิ่นรสขิง ทอดโดยใช้น้ำมันท่วม

Development of Fried Crispy Lotus Seed Ginger Flavor

Chalermpol Thanomwong^{1*} Sumitra YodPechra and Wipawan Boonsuep

¹Department of Agro-Industry, Faculty of Science and Agricultural Technology,
Rajamangala University of Technology Lanna Phitsanulok, 65000, Thailand

Receive: 29 September 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 30 April 2020

© 2018 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

ABSTRACT

Development of fried crispy lotus seed ginger flavor was started from marketing survey at 4 supermarkets in Phitsanulok. It was found 3 products, namely crispy lotus seed, crispy lotus seed honey flavor and crispy lotus seed with sea salt. Peanuts coated such as coconut cream flavor, milk flavor, coffee flavor, wasabi flavor, nori wasabi flavor, honey flavor, etc. Focus group discussion used target consumers age 20-45 from 10 persons at Rajamangala University of Technology Lanna Phitsanulok. Result showed that the consumers selected ginger flavor. The optimum formulation of fried crispy lotus seed ginger flavor consisted of crispy lotus seed 45.45 %, sugar 13.64 %, wheat flour 22.72 %, ginger juice 13.64 % and ginger powder 4.55 %. All ingredients were mixed and deep fat frying at 160 0C for 7 min. Carbohydrate, protein, fat, ash, fiber, moisture contents were 54.83, 11.85, 28.63, 1.20, 3.61 and 0.58 %, respectively. The microbial loads of total count, yeast and mold were less than 1.0×10^2 cfu/g. The overall liking of fried crispy lotus seed ginger flavor was rated as like moderately (7.91)

Keyword : Lotus Seed, Ginger flavor, Deep fat frying

1. บทนำ

บัวผูกพันกับชีวิตคนไทยมาช้านาน สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน เช่น ดอกบัว นิยมนำมาบูชาพระ ผักบัวสดที่เป็นผักแก่นิยมบริโภคสด และเมล็ดบัวหรือลูกบัว คือ ส่วนเมล็ดในผลของบัว มีลักษณะกลมรี เนื้อข้างในสีขาวอมเหลือง รสหวานมันเล็กน้อย และรสหวานจะน้อยลงจนกระทั่งไม่หวานเลยเมื่อเมล็ดแก่ สามารถนำมาบริโภคได้ทั้งสดและแห้ง โดยเมล็ดบัวแห้งมีปริมาณสารที่สำคัญ ได้แก่ โปรตีนประมาณ 30 % คาร์โบไฮเดรต 60 % โยอาหาร 18 % ไขมัน 5 % ปริมาณไขมัน 2.7 % ปริมาณกรดไขมันและกรดโอเลอิกสูง (ดาร์นี และนิรมล, 2552) เมล็ดบัวมีสรรพคุณบำรุงประสาท บำรุงไต รักษาอาการท้องร่วง บิดเรื้อรัง (เกศรินทร์ และคณะ, 2552) อย่างไรก็ตาม เมล็ดบัวไม่ได้รับความนิยมในการนำมาแปรรูปในผลิตภัณฑ์อื่นมากนัก นอกเหนือจากรับประทานสด ใส่ในขนมหวาน ผลิดเป็นเมล็ดบัวตากแห้ง และเมล็ดบัวอบกรอบ ซึ่งปัจจุบันเมล็ดบัวอบกรอบมีผู้ผลิตออกมาจำหน่ายเพียงไม่กี่ราย ทั้งที่เมล็ดบัวเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงเหมาะที่จะนำมาผลิตเป็นอาหาร เมื่อพิจารณาในด้านการแปรรูปเมล็ดบัว พบว่าสามารถนำมาพัฒนาปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์เดิมที่มีอยู่ได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้มีพัฒนาผลิตภัณฑ์เมล็ดบัว เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้เมล็ดบัว และยังเป็นการเพิ่มชนิดของผลิตภัณฑ์ให้มีหลากหลายชนิดขึ้นนอกจากเมล็ดบัวทอดกรอบ เป็นทางเลือกใหม่สำหรับผู้บริโภค และเป็นการขยายตลาดผลิตภัณฑ์เมล็ดบัวให้เพิ่มขึ้น โดยมุ่งเข้าสู่ตลาดสินค้าขนมขบเคี้ยว ซึ่งตลาดขนมขบเคี้ยวหรือขนมทานเล่นถือว่าเป็นสินค้าที่ขายได้ง่าย และมีกำไรในสัดส่วนที่สูงตลอดจนเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัตถุดิบทางการเกษตรไม่ว่าจะเป็น แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว แป้งชนิดอื่น ๆ รวมทั้งวัตถุดิบอื่น ๆ ของไทย (กาแฟดำ, 2558) ในประเทศไทยตลาดขนมขบเคี้ยวประเทศไทยถือได้ว่า เป็นตลาดที่มีศักยภาพและมีการเติบโตต่อเนื่อง โดยในปี 2560 ที่ผ่านมา มีมูลค่าตลาดรวมสูงถึง 35,000 ล้านบาท เติบโตสูงขึ้นกว่าปีก่อน 5.3% (ไทยรัฐ, 2561)

2. วิธีการวิจัย

วัตถุดิบ

- 1) เมล็ดบัวพันธุ์บัวหลวง จาก บริษัทหน้าเฮงเส็ง
- 2) โซเดียมไบคาร์บอเนต ตรา แม็กกาแรต
- 3) ชিং จากตลาดสดเทศบาล1 (ตลาดใต้) พิชญ์โลก, ประเทศไทย
- 4) น้ำตาลทรายขาว ตรา ลิ้น
- 5) เกลือเสริมไอโอดีน ตรา ประทุมทรัพย์
- 6) แป้งสาลี ตรา ลูกศรีฟ้า

สารเคมี

สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์และอาหารเลี้ยงเชื้อจาก บริษัท ที.เค. ไซเอ็นทีฟิค เซ็นเตอร์ จำกัด

อุปกรณ์

- 1) เครื่องชั่งละเอียด 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius BSA3202S-CW
- 2) เครื่องวัดค่ากิจกรรมของน้ำ Aqua รุ่น Serie3TE
- 3) เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture analyzer รุ่น TA.XT plus
- 4) เครื่องวิเคราะห์หาความชื้น Sartorius รุ่น MA40
- 5) เครื่องแก้วสำหรับการวิเคราะห์
- 6) หม้อทอดไฟฟ้า ขนาด 6 ลิตร ยี่ห้อ Franke รุ่น Fritaeco

2.1 การศึกษารูปแบบและคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เมล็ดบัวและผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงที่จำหน่ายในท้องตลาด

2.1.1 การสำรวจตลาดเบื้องต้น การสำรวจตลาดเบื้องต้น โดยการสังเกตและจดบันทึกผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เมล็ดบัวและผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงที่จำหน่ายในซูเปอร์มาร์เกตจำนวน 4 แห่งในเขตจังหวัดพิษณุโลก ได้แก่ บิ๊กซีซูเปอร์สโตร์ สาขาพิษณุโลก เทสโก้โลตัส สาขาพิษณุโลก และสาขาท่าทอง พิษณุโลก ท็อปซูเปอร์มาร์เกต สาขาเซ็นทรัล พิษณุโลก ตลอดจนสืบค้นข้อมูลผลิตภัณฑ์จากสื่อออนไลน์ต่างๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการออกแบบสอบถามต่อไป

2.1.2 การอภิปรายกลุ่ม (Focus group discussion) การอภิปรายกลุ่มใช้ผู้ทดสอบที่ชอบรับประทานผลิตภัณฑ์ถั่วลิสงเคลือบกลี้นรส จำนวน 10 คน มีอายุในช่วง 20-45 ปี ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล พิษณุโลกพร้อมตัวอย่าง ซึ่งคำถามที่ใช้ในการอภิปรายกลุ่มได้จากข้อมูลการสำรวจตลาดเบื้องต้น เพื่อให้ได้คุณลักษณะผลิตภัณฑ์เบื้องต้นและกลี้นรสสมุนไพรที่จะพัฒนา

2.2 การศึกษาลักษณะของผลิตภัณฑ์ถั่วลิสงเคลือบกลี้นรส

ทำการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ถั่วลิสงเคลือบกลี้นรส เพื่อใช้เป็นข้อกำหนดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่จะพัฒนาต่อไป คุณลักษณะที่ตรวจสอบมีดังนี้

2.2.1 น้ำหนักทั้งหมด โดยใช้เครื่องชั่งละเอียด 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius BSA3202S-CW

2.2.2 น้ำหนักถั่วลิสง โดยใช้เครื่องชั่งละเอียด 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius BSA3202S-CW

2.2.3 น้ำหนักแป้งเคลือบ โดยใช้เครื่องชั่งละเอียด 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius BSA3202S-CW

2.2.4 ค่าแอกทิวิตีของน้ำ (water activity, a_w) โดยใช้เครื่องวัดค่ากิจกรรมของน้ำ Aqua รุ่น Serie3TE

2.2.5 ค่าการต้านทานแรงอัด โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture analyzer รุ่น TA.XT plus สภาวะในการวัด load cell 50 กิโลกรัม ความเร็ว 10 มิลลิเมตรต่อวินาที หัววัด Miniature Kramer shear cell จำนวนตัวอย่าง 5 กรัม อ่านค่าสูงสุดที่ได้

2.2.6 ปริมาณความชื้น โดยใช้เครื่องวิเคราะห์หาความชื้น Sartorius รุ่น MA40

2.3 การพัฒนาสูตรเมล็ดบัวทอดกรอบกลี้นรสขิง

2.3.1 การศึกษาอัตราส่วนของแป้งเคลือบที่เหมาะสม

ศึกษาส่วนผสมในการเคลือบเมล็ดบัวทอดกรอบกลี้นรสขิง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) ศึกษาส่วนผสมในการเคลือบเมล็ดบัวทอดกรอบกลี้นรสขิง รวม 3 สิ่งทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 1 และนำทั้ง 3 สิ่งทดลองไปผลิตดังรูปที่ 1

ตรวจสอบคุณภาพด้านต่างๆ ได้แก่

1.1) คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าการต้านทานแรงอัด โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture analyzer รุ่น TA.XT.plus สภาวะในการวัด load cell 50 กิโลกรัม ความเร็ว 10 มิลลิเมตรต่อวินาที หัววัด Miniature Ottawa and Kramer Shear cell จำนวนตัวอย่าง 5 กรัม อ่านค่าสูงสุดที่ได้ a_w (water activity, a_w) โดยใช้เครื่องวัดค่ากิจกรรมของน้ำ Aqua รุ่น Serie3TE

1.2) คุณภาพทางด้านเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น โดยใช้เครื่องวิเคราะห์หาความชื้น Sartorius รุ่น MA40

1.3) คุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวิธี 9 – Point hedonic scale ร่วมกับวิธี Just About Right กับผู้ทดสอบในห้องปฏิบัติการ จำนวน 30 คน

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญร้อยละ 95 เมื่อพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจะใช้วิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเพื่อคัดเลือกส่วนผสมในการเคลือบเมล็ดบัวทอดกรอบกลี้นรสขิงที่เหมาะสมสำหรับขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์เมล็ดบัวกลี้นรสขิง 3 สิ่งทดลอง

สิ่งทดลอง	เมล็ดบัว (กรัม)	น้ำตาลทราย (กรัม)	แป้งสาลี (กรัม)	น้ำขิง (กรัม)	ขิงผง (กรัม)
1	1,000	300	500	100	100
2	1,000	300	500	200	100
3	1,000	300	500	300	100

ที่มา : ดัดแปลงจากณัฐธิดา (2550)



รูปที่ 1 กรรมวิธีการผลิตเมล็ดบัวทอดกรอบกลิ่นรสขิง

2.4 การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์เมล็ดบัวทอดกรอบกลิ่นรสขิง

นำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการคัดเลือกจากตอนที่ 4.3 มาตรวจสอบคุณภาพต่าง ๆ ดังนี้

1) คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น โดยใช้เครื่องวิเคราะห์หาความชื้น Sartorius รุ่น MA40 เถ้า (AOAC, 2000) โปรตีน (AOAC, 2000) ไขมัน (AOAC, 2000) เยื่อใย (AOAC, 2000) คาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2000)

2) คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าการต้านทานแรงอัด โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture analyzer รุ่น TA.XT.plus สภาวะในการวัด load cell 50 กิโลกรัม

ความเร็ว 10 มิลลิเมตรต่อวินาที หัววัด Miniature Ottawa and Kramer Shear cell จำนวนตัวอย่าง 5 กรัม อ่านค่าสูงสุดที่ได้ ค่าแอกทวิตีของน้ำ (water activity, aw) โดยใช้เครื่องวัดค่าแอกทวิตีของน้ำ Aqua รุ่น Serie3TE

3) คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และ เชื้อยีสต์และรา (Downes and Ito, 2001)

2.5 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เมล็ดบัวทอดกรอบกลิ่นรสขิง

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เมล็ดบัวทอดกรอบกลิ่นรสขิงโดยการใช้แบบสอบถามร่วมกับการทดสอบผลิตภัณฑ์กับกลุ่มผู้บริโภคอายุ 20-45 ปี โดยการสุ่มตัวอย่างโดยใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็น (Probability sample) รวมเป็นผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 100 คน โดยการประเมินแบบสอบถามด้านความพึงพอใจเป็นแบบมาตรวัดประเมินค่า (Rating Scale) มีการประมาณค่าคะแนนให้เลือกตอบ 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนเท่ากับ 5, 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ ในการประเมินค่าอยู่ในระดับขั้นใด ได้แบ่งช่วงระดับคะแนน โดยพิจารณาจากค่าพิสัย (กัลยา, 2540) โดยการหาความกว้างอันตรภาคชั้น ดังนี้ ความกว้างของอันตรภาคชั้น = พิสัย/จำนวนชั้น = $(5-1)/5 = 0.8$

จากการพิจารณาดังกล่าว จึงนำมาแบ่งระดับคะแนนเฉลี่ย ได้ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.21-5.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.41-4.20 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.61-3.40 หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.81-2.60 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.80 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

3. ผลการวิจัย

3.1 การศึกษารูปแบบและคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เมล็ดบัวและผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงที่จำหน่ายในท้องตลาด

3.1.1 การสำรวจตลาดเบื้องต้น

การสำรวจตลาดเบื้องต้น โดยการสังเกตและจดบันทึกผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เมล็ดบัวและผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงที่จำหน่ายในซูเปอร์มาร์เกตจำนวน 4 แห่งในเขตจังหวัดพิษณุโลก ได้แก่ บิ๊กซีซูเปอร์สโตร์ สาขาพิษณุโลก เทสโก้โลตัส สาขาพิษณุโลก และสาขาท่าทอง พิษณุโลก ท็อปซูเปอร์มาร์เกต สาขาเซ็นทรัล พิษณุโลก ตลอดจนสืบค้นข้อมูลผลิตภัณฑ์จากสื่อออนไลน์ต่าง ๆ ในระหว่างเดือน กันยายน พ.ศ. 2559 ถึงเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2559 พบว่า มีผลิตภัณฑ์เมล็ดบัวจำนวน 3 ผลิตภัณฑ์ จำแนกเป็น เมล็ดบัวอบกรอบ เมล็ดบัวอบกรอบรสน้ำผึ้ง เมล็ดบัวอบกรอบผสมเกลือทะเล (รูปที่ 2) ส่วนผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงที่มีการวางจำหน่ายมากที่สุดได้แก่ถั่วลิสงอบกรอบ ซึ่งมีการเคลือบทั้งหมด 30 ชนิด ได้แก่ กะทิ นม กาแฟ วาซาบิ โนริวาซาบิ น้ำผึ้ง น้ำผึ้งโรยงา เกลือ ไข่ กุ้ง มัสมัน ต้มยำ บาร์บีคิว ไทยสไปซี่ แมกซิกันสไปซี่ บัฟฟาโลวิงส์ งา ปลาหมึก พริกหอม พริกไทย พริกไทยดำ กิมจิ พริกมะนาว ซอสถั่วเหลือง ซอสพริก ซอสพริกศรีราชา สตอเบอร์รี่ มะพร้าว กระเทียม ผัดซีเม่า นำข้อมูลทั้งหมดที่ได้ใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับขั้นตอนต่อไป

3.1.2 การอภิปรายกลุ่ม (Focus Group discussion)

การอภิปรายกลุ่มใช้ผู้ทดสอบที่ชอบรับประทานผลิตภัณฑ์ถั่วลิสงเคลือบกลี้นรส จำนวน 10 คน มีอายุในช่วง 20-45 ปี พร้อมตัวอย่างที่จำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 4 ชนิดและตัวอย่างผลิตภัณฑ์เมล็ดบัวเคลือบสมุนไพรที่ผลิตขึ้น 4 ชนิด ได้แก่ ชিং กระเทียม กระเพรา หอมหัวใหญ่ (รูปที่ 3)

การอภิปรายกลุ่ม พบว่า

ลักษณะการเคลือบ ผู้อภิปรายต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีการเคลือบสม่ำเสมอ แป้งเคลือบไม่หนาเกินไป และไม่บางจนเห็นผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่เกาะติดกัน ไม่เหนียวติดมือ

ความกรอบ ผู้อภิปรายต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีความกรอบวัน ไม่แข็งหรือนิ่มจนเกินไป

กลิ่นและรสชาติ ผู้อภิปรายต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีรสชาติไม่หวานจนเกินไป ควรจะมีรสเค็มเพิ่มขึ้น

ปริมาณการบริโภคต่อครั้ง ผู้อภิปรายต้องการผลิตภัณฑ์ 20 กรัมต่อการบริโภค 1 ครั้ง

สมุนไพรตัวแรกที่ต้องการบริโภค คือ ชিং

จากข้อมูลดังกล่าวสรุปได้ว่ากลุ่มผู้อภิปรายต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีการเคลือบสม่ำเสมอ แป้งเคลือบไม่หนาหรือบางเกินไป ไม่เกาะติดกัน ไม่เหนียวติดมือ ต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีความกรอบวัน ไม่แข็งหรือนิ่มจนเกินไป มีกลิ่นรสขิง ไม่หวานจนเกินไป ควรจะมีรสเค็มเพิ่มขึ้น และขนาดบริโภคคือ 20 กรัม

3.2 การศึกษาลักษณะของผลิตภัณฑ์ถั่วลิสงเคลือบกลี้นรส

การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ถั่วลิสงเคลือบกลี้นรส 3 ตราสินค้าที่มีจำหน่ายในท้องตลาดขนาดบรรจุเล็กที่สุด พบว่าปริมาณแป้งเคลือบที่แต่ละตราสินค้าอยู่ในอัตราส่วนของถั่วลิสงต่อแป้งเคลือบ 1 : 1 โดยประมาณ ดังแสดงในตารางที่ 2



รูปที่ 2 เมล็ดบัวอบกรอบรสชาติต่าง ๆ ในท้องตลาด



รูปที่ 3 เมล็ดบัวเคลือบสมุนไพร 4 ชนิด

ตารางที่ 2 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ถั่วลิสงเคลือบกลี้นรส (3 ตราสีนค้ำ) ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

ตราสินค้า	น้ำหนักทั้งหมด(กรัม)	น้ำหนักถั่วลิสง(กรัม)	น้ำหนักแป้งเคลือบ(กรัม)
A	19.37±0.15	8.90±0.30	10.47±0.42
B	17.33±0.74	8.80±0.44	8.53±0.31
C	33.03±1.15	15.40±0.52	17.63±0.74

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 3 คุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของเมล็ดบัวหอยทอดกรอบเคลือบกลี้นรสซิง 3 สิ่งทดลอง

คุณลักษณะ	สิ่งทดลอง		
	1	2	3
ค่าสี	L*	43.3±0.1 ^a	41.2±0.1 ^a
	a*	5.1±0.1 ^c	6.9±0.0 ^b
	b*	14.6±0.2 ^b	14.4±0.3 ^b
ค่า Firmness (kg)		0.2±0.2 ^{ns}	0.1±0.1 ^{ns}
a _w		0.3±0.0 ^a	0.2±0.0 ^b
ค่าความชื้น (%)		1.8±0.0 ^c	1.9±0.0 ^b

หมายเหตุ ns : ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (P > 0.05)

3.3 การพัฒนาสูตรเมล็ดบัวหอยทอดกรอบกลี้นรสซิง

3.3.1 การศึกษาอัตราส่วนของแป้งเคลือบที่เหมาะสม

จากผลการทดสอบทางเคมีและกายภาพพบว่า ค่าสี L* ของสิ่งทดลองที่ 1 และ 2 มีค่าสี L* เท่ากับ 43.3 และ 41.2 ตามลำดับ ซึ่งพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (P < 0.05) กับสิ่งทดลองที่ 3 ที่พบค่า *L ที่ 35.7 จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าเมื่อความเข้มข้นของน้ำซิงเพิ่มขึ้นมีผลให้ค่าความสว่าง (L*) ลดลง สำหรับค่า a* ของสิ่งทดลองที่ 1 2 และ 3 มีค่า a* เท่ากับ 5.1 6.9 และ 10.0 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (P < 0.05) ค่า b* ของสิ่งทดลองที่ 1 2 และ 3 มีค่า b* เท่ากับ 14.6, 14.4 และ 20.5 ตามลำดับซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (P < 0.05) ขณะที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (P > 0.05) ของค่า Firmness จากทั้ง 3 สิ่งทดลอง สำหรับค่ากิจกรรมของน้ำ ของสิ่งทดลองที่ 1 2 และ 3 มีค่ากิจกรรมของน้ำ เท่ากับ 0.3 0.2 และ 0.2 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ 0.05 (P < 0.05) ขณะที่ค่าความชื้น ของสิ่งทดลองที่ 1 2 และ 3 มีค่าความชื้น เท่ากับ 1.8 1.9 และ 2.0 ตามลำดับ ซึ่งพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (P < 0.05) ดังตารางที่ 3

ตัวอักษร ที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (P < 0.05)

ปริมาณน้ำในอาหารมีอิทธิพลต่อคุณภาพ และอายุการเก็บรักษาอาหาร (Water activity: a_w) หรือน้ำอิสระ (Free water) เป็นน้ำที่แทรกตัวอยู่ในช่องว่างของอาหาร อาจมีการเกาะตัวกับ องค์ประกอบของอาหารบ้างแต่แรงเกาะไม่แข็ง แรงมากนัก มีคุณสมบัติเหมือนน้ำปกติ สามารถ เป็นตัวทำละลายได้ มีส่วนเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมีและจุลินทรีย์สามารถนำน้ำส่วนนี้ไปใช้ได้ อาหารต่างชนิดกันมีความชื้นเท่ากันไม่จำเป็นว่า จะต้องมือน้ำอิสระเท่ากัน ถ้าอาหารมีน้ำอิสระมาก จะเสียได้ง่าย เนื่องจากจุลินทรีย์สามารถเจริญได้ การทราบปริมาณน้ำอิสระในอาหารจึงมีความ จำเป็นมากในการที่จะคาดเดาได้ว่าจุลินทรีย์ สามารถเจริญได้หรือไม่ ในผลิตภัณฑ์อาหารค่า a_w จะแตกต่างจาก

ปริมาณความชื้น ปริมาณ ความชื้นเป็นความชื้นรวม (Total moisture) ได้แก่ปริมาณน้ำที่ถูกยึดติด (Bound water) บวก กับปริมาณน้ำอิสระที่มีอยู่ในอาหารส่วนค่า a_w เป็นค่าเฉพาะบ่งบอกถึงความชื้นอิสระที่วัดได้ อาหารที่ขึ้นมีแนวโน้มที่จะมีค่า a_w สูงกว่าอาหารแห้ง แต่ไม่ได้จริงเสมอไปบางครั้งอาหารหลากหลายชนิดมีปริมาณความชื้นเท่ากันทั้งหมดทุกตัวอย่าง แต่ค่า a_w ของอาหารเหล่านั้นกลับแตกต่างกัน ซึ่งจากการทดลองเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำขิงในสิ่งทดลอง ค่าความชื้นของสิ่งทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและค่า a_w กลับมีแนวโน้มลดลงอาจเนื่องจากการเพิ่มปริมาณของน้ำขิงทำให้ส่วนผสมมีปริมาณน้ำมากขึ้นเป็นผลให้ปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น และมีปริมาณขิงมากขึ้น ทำให้น้ำตาลในสูตรจึงสูงขึ้น (ขิงสดมีน้ำตาล 1.7 กรัม/100 กรัม (ธัมมรัตน์, 2561)) ทำให้ค่า a_w ลดลง

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวิธี 9 – Point hedonic scale ร่วมกับวิธี Just About Right กับผู้ทดสอบในห้องปฏิบัติการ จำนวน 30 คน พบว่าคะแนนด้านสีของสิ่งทดลองที่ 1 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 7.0 6.5 และ 6.0 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ 0.05 ($P < 0.05$) สำหรับคะแนนด้านความกรอบของสิ่งทดลองทั้ง 3 ตัวอย่าง ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีช่วงคะแนนอยู่ที่ 6.6-6.8 คะแนนด้านกลิ่นขิงของสิ่งทดลองที่ 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 6.2 และ 6.6 ตามลำดับ ซึ่งพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($P < 0.05$) กับสิ่งทดลองที่ 1 ที่พบค่าเท่ากับ 5.4 ผู้ชิม

ให้คะแนนของกลิ่นขิงในสิ่งทดลองที่ 3 มากที่สุดคือที่ 6.6 สำหรับคะแนนรสขิงของสิ่งทดลองที่ 1 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 5.3 6.6 และ 7.1 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($P < 0.05$) คะแนนรสหวาน สิ่งทดลองที่ 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 6.6 6.7 ตามลำดับ ซึ่งพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($P < 0.05$) กับสิ่งทดลองที่ 1 ที่มีค่าเท่ากับ 6.0 สำหรับคะแนนรสเค็มของสิ่งทดลองทั้ง 3 สิ่งทดลองไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนคะแนนความชอบรวมพบว่าผู้ทดสอบชิมมีความชอบสิ่งทดลองที่ 3 มากที่สุด โดยให้คะแนนที่ 6.8 และรองลงมาเป็นสิ่งทดลองที่ 2 และ 1 โดยได้คะแนนที่ 6.7 และ 6.3 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4

ตัวอักษร ที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($P < 0.05$)

จากข้อมูลที่ได้แสดงในตารางที่ 3-4 พิจารณาเลือกสิ่งทดลองที่ 3 ไปศึกษาในขั้นตอนต่อไปเนื่องจากคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของเมล็ดบัวหอดกรอบกลิ่นรสขิงไม่แตกต่างจากสิ่งทดลองอื่นมากนัก ค่า a_w ต่ำสามารถเก็บไว้ได้นานปลอดภัยจากการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ มีคะแนนความชอบที่มีแนวโน้มสูงกว่าสิ่งทดลองอื่นๆหลายด้าน ได้แก่ ความชอบรวม กลิ่นขิง รสขิง รสหวาน

ตารางที่ 4 คะแนนความชอบต่อคุณลักษณะต่างๆของเมล็ดบัวหอดกรอบกลิ่นรสขิง 3 สิ่งทดลอง

คุณลักษณะ	สิ่งทดลอง		
	1	2	3
สี	7.0±0.7 ^a	6.5±1.3 ^{ab}	6.0±1.1 ^b
ความกรอบ	6.6±1.1 ^{ns}	6.9±1.0 ^{ns}	6.7±1.0 ^{ns}
กลิ่นขิง	5.4±0.7 ^b	6.2±1.0 ^a	6.6±1.0 ^a
รสขิง	5.3±0.9 ^c	6.6±1.2 ^b	7.1±0.8 ^a
รสหวาน	6.0±1.2 ^b	6.6±1.3 ^a	6.7±1.0 ^a
รสเค็ม	6.0±1.2 ^{ns}	6.3±1.5 ^{ns}	6.1±1.2 ^{ns}
ความชอบรวม	6.3±0.6 ^b	6.7±0.9 ^a	6.8±0.8 ^a

หมายเหตุ ns : ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($P > 0.05$)

ตารางที่ 5 คะแนนความชอบและความรู้สึกของผู้ทดสอบชิม 30 คน ในคุณลักษณะต่างๆของสิ่งทดลองที่ 3

คุณลักษณะ	ความชอบ	ความรู้สึก (%)				
		1	2	3	4	5
สี	5.8±1.1	-	33.3	43.3	16.8	6.8
ความกรอบ	6.8±1.0	-	30.0	63.3	6.7	-
กลิ่นขิง	6.6±1.0	-	33.3	43.4	23.3	-
รสขิง	7.1±0.8	-	26.7	50.0	23.3	-
ความหวาน	6.7±1.0	-	60.0	26.6	13.3	-
ความเค็ม	6.1±1.2	-	73.3	16.7	10.0	-

หมายเหตุ : 1 = น้อยเกินไป 2 = น้อยปานกลาง 3 =พอดี 4 = มากปานกลาง 5 = มากเกินไป

ตารางที่ 6 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์เมล็ดทอดกรอบกลิ่นรสขิง

คุณภาพ	ปริมาณ (%)
โปรตีน	11.85±0.85
ไขมัน	28.63±1.11
เถ้า	1.21±0.03
ความชื้น	1.95±0.01
เยื่อใย	3.63±0.07
คาร์โบไฮเดรต	54.83±0.55

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 7 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เมล็ดทอดกรอบกลิ่นรสขิง

คุณภาพ	ปริมาณ (โคโลนีต่อกรัม)
ยีสต์และรา	<1.0 x 10 ²
จุลินทรีย์ทั้งหมด	<1.0 x 10 ²

จากคะแนนความชอบและความรู้สึกของผู้ทดสอบชิม 30 คน ในคุณลักษณะต่างๆของสิ่งทดลองที่ 3 ดังตารางที่ 5 พบว่าคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะอยู่ในเกณฑ์ ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง จึงไม่ต้องการพัฒนาต่อ ดังนั้น สูตรที่เหมาะสมประกอบด้วย เมล็ดบัวทอดกรอบ 45.45 % น้ำตาลทราย 13.64 % แป้งสาลี 22.72 % น้ำขิง 13.64 % ขิงผง 4.55 %

3.4 การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์เมล็ดบัวทอดกรอบกลิ่นรสขิง

นำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการคัดเลือกมาตรวจสอบคุณภาพต่าง ๆ ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 6 และตารางที่ 7

จากตารางที่ 6 และ 7 และการดำเนินงานที่ผ่านมาทั้งหมดพบว่าผลิตภัณฑ์เมล็ดบัวทอดกรอบรสขิงที่ผ่านการพัฒนามีคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ตามบทนิยาม ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน “เมล็ดบัวกรอบ” เลขที่ มพช.490/2547 ซึ่งบอกความหมาย ไว้ดังนี้ เมล็ดบัวกรอบ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเมล็ดบัวมาลอกเปลือก แยกต้นอ่อน นำมาทอด หรืออบแห้ง อาจปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรส เช่น เกลือ น้ำตาล เนย เนยเทียม ซึ่งผลิตภัณฑ์เมล็ดบัวอบกรอบเคลือบกลิ่นรสขิงที่ผ่านการพัฒนาได้นำข้อมูลที่ว่าในบทนิยามมาปฏิบัติอย่างเคร่งครัดตั้งแต่การนำเมล็ดบัวมาลอกเปลือกโดยใช้วิธีการต้มในสารละลายต่างอ่อนเข้ามาช่วยในการลอกเปลือกให้ง่ายขึ้น การแยก

ต้นอ่อนนอกจากเมล็ดบัว การทอดกรอบโดยใช้หม้อทอดไฟฟ้าที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตลอดจนเครื่องปรุงรสมีการใช้เกลือ และน้ำตาล ในการปรุงรส จึงทำให้ลักษณะของผลิตภัณฑ์เมล็ดบัวทอดกรอบกลั่นรสขิง มีคุณลักษณะที่ต้องการตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ดังนี้

1. ลักษณะทั่วไปแห้ง แดงหักเล็กน้อย ไม่พบเปลือก และต้นอ่อน ของเมล็ดบัว
2. สี มีสีที่ติดตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ คือ สีเหลืองออกน้ำตาล ซึ่งเป็นลักษณะธรรมชาติของสีขิง
3. กลิ่นรส มีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ คือ กลิ่นรสขิง
4. ลักษณะเนื้อ ต้องกรอบ
5. ไม่พบสิ่งแปลกปลอม
6. วัตถุเจือปนอาหาร มีการใช้วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรส ได้แก่ ขิงผง น้ำตาล เกลือ ในปริมาณที่เหมาะสม ไม่มีการใช้สารกันหืน
7. ความชื้น ต้องไม่เกินร้อยละ 6 โดยน้ำหนัก ตรวจพบร้อยละ 1.95
8. ค่าเพอร์ออกไซด์ ต้องไม่เกิน 30 มิลลิกรัม สมมูลเพอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อกิโลกรัม
9. จุลินทรีย์

9.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ตรวจพบไม่เกิน 1×10^2 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

9.2 ยีสต์และรา ต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ตรวจพบไม่เกิน 1×10^2 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.5 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เมล็ดบัวทอดกรอบกลั่นรสขิง

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เมล็ดบัวทอดกรอบกลั่นรสขิงโดยการใช้แบบสอบถามร่วมกับการทดสอบผลิตภัณฑ์กับกลุ่มผู้บริโภคอายุ 20–45 ปี จำนวน 100 คน พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์มีคะแนนอยู่ในช่วง 3.8-4.4 ดังตารางที่ 8 โดยที่ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวผลิตภัณฑ์โดยตรง “ผลิตภัณฑ์เมล็ดบัวทอดมีรสชาติอร่อย” และปัจจัย “ผลิตภัณฑ์เมล็ดบัวทอดมีกลิ่นหอมที่เป็นเอกลักษณ์ของเมล็ดบัว” อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด ส่วนคะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เมล็ดบัวทอดกรอบกลั่นรสขิง พบว่า มีคะแนนความชอบอยู่ในช่วง 7.04 – 8.07 (ชอบปานกลาง-ชอบมาก) โดยคะแนนความชอบรวมเท่ากับ 7.91 (ชอบปานกลาง) ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 8 คะแนนในการเลือกซื้อเมล็ดบัวทอดกรอบกลั่นรสขิงของผู้บริโภค 100 คน

เหตุผลในการเลือกซื้อ	คะแนน
เมล็ดบัวอบมีรสชาติอร่อย	4.4 ± 0.7
เมล็ดบัวอบมีกลิ่นหอมที่เป็นเอกลักษณ์ของเมล็ดบัว	4.3 ± 0.7
เมล็ดบัวอบมีสีน่ารักประทาน	4.2 ± 0.8
เมล็ดบัวอบมีความกรอบ และไม่เหนียว	4.2 ± 0.8
เมล็ดบัวอบมีการเคลือบวัตถุเพิ่มเติม อาทิ เกลือ สมุนไพร เป็นต้น	4.2 ± 0.7
เมล็ดบัวอบมีเอกลักษณ์ความธรรมชาติ ขนมนุ่มนวล	3.9 ± 0.9
เมล็ดบัวอบมีคุณค่าทางโภชนาการ	4.2 ± 0.7
ผู้จำหน่ายเมล็ดบัวอบมีการทำฉลาก และตราสินค้า	4.1 ± 0.8
ผู้จำหน่ายเมล็ดบัวอบได้รับการรับรองความปลอดภัยในการผลิต	4.8 ± 0.7
บรรจุภัณฑ์ที่ใสสามารถมองเห็นสีของเมล็ดบัวอบได้	3.8 ± 0.9
บรรจุภัณฑ์ที่ใสเมล็ดบัวอบสะดวกต่อการรับประทาน	4.1 ± 0.7
บรรจุภัณฑ์ที่ใสเมล็ดบัวอบสะอาด ปลอดภัย	4.0 ± 0.7
ราคาของเมล็ดบัวอบเฉลี่ยต่อถุงไม่แพง	4.1 ± 0.7

เหตุผลในการเลือกซื้อ	คะแนน
ราคามีความเหมาะสมต่อไส้ของเมล็ดบัวอบ	3.9 ± 0.9
สถานที่ขายเมล็ดบัวอบมีความน่าเชื่อถือ	4.1 ± 0.8
มีบริการจัดส่งเมื่อซื้อปริมาณมาก	3.8 ± 0.9
เมล็ดบัวอบในบรรจุภัณฑ์มีวัตถุดิบทางธรรมชาติผสมอยู่	3.9 ± 1.0
มีการทดลองชิมฟรี	3.9 ± 1.0
มีการส่งเสริมการตลาด เช่น ลดราคา แจกของแถม หรือมีบัตรสะสมแต้ม	3.9 ± 1.0

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 9 คะแนนความชอบเมล็ดบัวทอดกรอบกลิ่นรสขิงของผู้บริโภค 100 คน

คุณลักษณะ	คะแนน
สี	7.06 ± 1.52
กลิ่นหอม	7.27 ± 1.36
รสชาติ (กลมกล่อม)	7.50 ± 1.20
การอมน้ำมัน	7.04 ± 1.73
ความกรอบ	8.07 ± 1.19
ความชอบรวม	7.91 ± 0.95

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาสูตรเมล็ดบัวทอดกรอบกลิ่นรสขิงได้สูตรที่เหมาะสมประกอบด้วย เมล็ดบัวทอดกรอบ 45.45 % น้ำตาลทราย 13.64 % แป้งสาลี 22.72 % น้ำขิง 13.64 % ขิงผง 4.55 % ผลิตรสขิงเมล็ดบัวทอดกรอบกลิ่นรสขิงที่ได้มีปริมาณค่าโปรตีน ไขมัน เถ้าเยื่อใย ความชื้น คาร์โบไฮเดรต มีค่าเท่ากับ 11.85, 28.63 1.20 3.61 0.58 และ 54.83 % ตามลำดับ ค่ากิจกรรมของน้ำ 11.85 การต้านทานแรงอัด 28.63 kg สี L^* 35.72, a^* 9.96, และ b^* 20.53 และจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบมีค่าน้อยกว่า 1×10^2 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และจำนวนยีสต์และราที่มีปริมาณน้อยกว่า 1×10^2 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

ผลิตรสขิงเมล็ดบัวทอดกรอบกลิ่นรสขิงได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคของกลุ่มผู้บริโภคที่มีอายุ 20 – 45 ปี อันดับแรกคือ ผลิตรสขิงเมล็ดบัวทอดมีรสชาติอร่อย รองลงมาคือผลิตรสขิงเมล็ดบัวทอดมีกลิ่นหอมที่เป็นเอกลักษณ์ของเมล็ดบัว และสุดท้ายคือผลิตรสขิงเมล็ดบัวทอดมีคุณค่าทางโภชนาการ และ

ผลทดสอบการยอมรับพบว่าได้คะแนนการยอมรับรวมเท่ากับ 7.91



รูปที่ 4 เมล็ดบัวทอดกรอบกลิ่นรสขิง

5. กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยในหัวข้อที่ 4.1 และ 4.2 จากงบประมาณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ส่วน Innovative House พ.ศ. 2560 ในโครงการ การพัฒนาศักยภาพของผู้ประกอบการขนาดเล็กและขนาดกลางในกลุ่มอุตสาหกรรมอาหารและอุตสาหกรรมอื่นที่เกี่ยวข้อง (กลุ่ม 6) สัญญาเลขที่ RUG5950017 บริษัท หน้าเสาธง ให้ความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์บัวหลวงแห่งทดลองงานวิจัย ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ดารุณี ไพยราช และนิรมล ปัญญาบุญกุล. (2552). คุณค่าทางโภชนาการและความปลอดภัยของการใช้เป็นส่วนประกอบอาหารของเมล็ดบัวไทย. การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47: สาขาอุตสาหกรรมเกษตร, กรุงเทพมหานคร.
- [2] เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์ วลัย หุตะโกวิท น้อมจิตต์ สุธิบุตร แก้วกาญจน์ จันทนียังยง เชาวลิตร อุฎฐาก และทินวงศ์ รักอิสสระกุล. (2552). การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดบัวเพื่ออุตสาหกรรมอาหารสุขภาพ. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, กรุงเทพมหานคร. 110 น.
- [3] กาแฟดำ. (2558). ขนมขบเคี้ยวและขนมทานเล่นไทย. ได้จาก: <http://www.bangkokbiznews.com/blog/detail/632507>.
- [4] ไทยรัฐ. (2561). ขนมขบเคี้ยวตัวเล็กเพิ่ม. ได้จาก <https://www.thairath.co.th/content/1209750>
- [5] ปริญญ์ ชาญอ่อน. (2533). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ถั่วลิสงเคลือบกลั่นรสเสริมแคลเซียม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- [6] ณัฐธิดา คงแป้น. (2550). การผลิตผลิตภัณฑ์ถั่วลิสงทอดเคลือบแป้งสาธิตกลิ่นขิง. ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, พิษณุโลก, พิษณุโลก.
- [7] AOAC. (2000). Association of Official Analytical Chemists. Official Method of Analytical. 17th ed. AOAC international. Gaithersburg Maryland, USA.
- [8] Downes, F.P. and K.A. Ito. (2001). Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 4th ed. American Public Health Association, Washington D.C., USA.
- [9] กัลยา วานิชย์บัญชา. (2540). หลักสถิติ. พิมพ์ครั้งที่ 5. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- [10] ธัมมรัตน์ บุญคลัง. (2561). คุณค่าทางโภชนาการของขิง. ได้จาก : <http://5501420com226.blogspot.com/>
- [11] มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน “เมล็ดบัวกรอบ” เลขที่ มผช.490/2547

รถเก็บเศษวัชพืช

กฤษณ์ พรหมวัง* เอกภพ ศรีรัมย์

วิทยาลัยเทคนิคแพร่ 5 ถนน เหมืองหิด ตำบล ในเวียง อำเภอ เมืองแพร่ แพร่ 54000

รับบทความ 10 ตุลาคม 2561 ตอรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 30 เมษายน 2563

© 2018 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

บทคัดย่อ

เนื่องจากในปัจจุบันประสบปัญหาเรื่องวัชพืช ที่ขึ้นในสนามหญ้าและสวน รถเก็บเศษวัชพืชที่ใช้ยังมีสภาพชำรุดทรุดโทรมทำให้การทำงานของรถเก็บเศษวัชพืช ทำงานได้ไม่เต็ม ประสิทธิภาพ จึงได้จัดทำ โครงการรถเก็บเศษวัชพืชขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวนี้ ได้มีการ มีการสำรวจ ศึกษาข้อมูลรถเก็บเศษวัชพืชที่ใช้ทั่วไป จึงได้คิดแก้ไขปัญหาโดยได้จัดทำโครงการ รถเก็บเศษวัชพืช ขึ้นมาเพื่อแก้ไข ปัญหา รถเก็บเศษวัชพืช ที่จัดทำขึ้นมาในครั้งนี้มีราคาที่ถูกกว่าเมื่อเทียบกับรถเก็บเศษวัชพืชที่มีขายอยู่ทั่วไป และประสิทธิภาพทัดเทียมกับรถเก็บเศษวัชพืชที่มีขายอยู่ทั่วไป

โครงการนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบ และสร้างรถเก็บเศษวัชพืช เพื่อศึกษา ประสิทธิภาพของรถเก็บเศษวัชพืช และ เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อรถ เก็บเศษวัชพืช

วิธีดำเนินการมีขั้นตอนดังนี้ ศึกษาหาข้อมูล และกำหนดหัวข้อโครงการวางแผนการ ดำเนินโครงการ ออกแบบรูปร่างโครงการ จัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ทำการขึ้นโครงขึ้นงาน ศึกษากระบวนการควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์ ออกแบบระบบควบคุมการทำงานของกลไก ทดลอง การทำงานและปรับแก้ไขระบบ เก็บรายละเอียด เก็บรวบรวมข้อมูล สถิติ และการวิเคราะห์ ข้อมูล การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลของการเก็บข้อมูลพบว่าข้อมูลด้านการออกแบบ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.63, S.D. = 0.49) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโครงสร้าง อยู่ในระดับพอใจมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.66, S.D. = 0.47) และผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการนำไปใช้งาน อยู่ในระดับพอใจมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.66, S.D. = 0.47)ทั้งนี้ผลการ วิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งเป็นตัวชี้แนะของ ชิ้นงานโดยมีการประเมิน และ วัดระดับเกณฑ์คะแนนของ ชิ้นงาน เพื่อที่จะนำชิ้นงานมาปรับปรุงแก้ไขอีกต่อไปได้

คำสำคัญ : วัชพืช คือ พืชที่ขึ้นผิดตำแหน่ง หรือพืชที่เกิดขึ้นในที่ที่ไม่สมควรและการเกิดขึ้นของวัชพืชส่งผลกระทบต่อระบบการผลิตทำการเกษตรในทางลบ ทำให้ผลผลิตถูกแย่งสารอาหาร จนเสียหาย หรือเจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่ที่สามารถพบได้ทั่วไป ทั้งในสนามหญ้า , ริมถนน , ภูเขา , บริเวณปลูกพืชผลทางการเกษตร , ในป่า เป็นต้น

WEED COLLECTION TRUCK

Krit promwang* Aekapop Srirom

Technic Phrae, 5, Nai wieng, Muang, Phare, 54000, Thailand

Receive: 10 October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 30 April 2020

© 2018 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

ABSTRACT

We are currently experiencing weed problems. On the field and in the garden The used weed sucker is in poor condition. Make the work of collecting weeds. There is not enough performance. So we set up a weed sucker project to solve the problem. There has been a survey of commonly used weed sacks. In my village there is a damaged weed car. I was thinking of a solution to the problem. Weed sucker Came up to fix the problem And weed sucker This is a cheaper price compared to a conventional weed collector. And the efficiency is the same as a used weed sucker.

This project aims to design and construct a weed sucker truck. To study the efficiency of a weed sucker. And to study satisfaction in use.

Here are the steps. Study and find project topics. Plan the project Design the shape of the project Preparation of materials and equipment Make up work piece Study the engine control system. Design of mechanism control mechanism Experiment and modify the system. Detailed Data collection, statistics and data analysis. Presentation of data analysis results. The results of the project found that the design data. At the highest level ($\bar{x} = 4.63$, S.D. = 0.49) At the highest level ($\bar{x} = 4.66$, S.D. = 0.47) and the results of the data analysis on the implementation. At the highest level ($\bar{x} = 4.66$, S.D. = 0.47)

the results of data analysis. This is the guideline of the work piece. Measure the threshold level of work piece In order to bring the work to improve further.

Keyword : Weeds are the wrong place. Or plants that happen in the wrong place and its occurrence affects. The agricultural production system is negative. The food is scrounged to death or growth is not complete. Can be found On the lawn, on the road, in the ditch, in the farm, in the wild.

1. บทนำ

เนื่องจากอุปกรณ์เครื่องใช้ในการเก็บกวาดเศษวัชพืชจะต้องใช้กำลังคนในการเก็บกวาด และต้องใช้เวลาในการเก็บกวาดมาก และยังเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องใช้เวลาอย่างเช่น ไม่กวาด ซึ่งการใช้งานก็จะมีการชำรุดเร็ว

โครงการรถเก็บเศษวัชพืช ที่มีใช้ในปัจจุบันเป็นเครื่องที่มีราคาแพง และมีวิธีการทำงานที่เหมือนกันกับรถเก็บเศษวัชพืชทั่วไป และยังช่วยแก้ไขปัญหานี้ในเรื่องค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้น

ปัญหานี้ในปัจจุบันเราประสบปัญหาเรื่องวัชพืชที่ขึ้นตามสนามหญ้าซึ่งรถเก็บวัชพืชที่ใช้ยังมีสภาพชำรุดทรุดโทรมทำให้ไม่เต็มประสิทธิภาพ จึงได้จัดทำโครงการรถเก็บเศษวัชพืชขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว จึงได้มีการสำรวจรถเก็บเศษวัชพืชที่ใช้ทั่วไปภายในหมู่บ้านของที่มีสภาพเก่าและชำรุดทรุดโทรม จึงได้คิดหาทางแก้ไขปัญหานี้โดยได้จัดทำ โครงงาน รถเก็บเศษวัชพืช ขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหา ตรงจุดนี้

รถเก็บเศษวัชพืช ที่จัดทำขึ้นมาในครั้งนี้มีราคาที่ถูกกว่าเมื่อเทียบกับรถเก็บเศษวัชพืชที่มีขายอยู่ทั่วไป และประสิทธิภาพทัดเทียมกับรถเก็บเศษวัชพืชที่มีขายอยู่ทั่วไป

2. วิธีการวิจัย

การดำเนินการวิจัยการออกแบบ และการสร้างรถเก็บเศษวัชพืช ได้กระทำตามขั้นตอนและกระบวนการดังต่อไปนี้

1. เลือกหัวข้อและศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ การศึกษาหาหัวข้อ และศึกษาข้อมูลเพื่อที่จะนำไปเป็นหัวข้อโครงการ เพื่อประกอบการตัดสินใจในการเลือกทำโครงการนี้ และยังศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการด้วย

1.1 การเลือกหัวข้อรถเก็บเศษวัชพืช ในปัจจุบันมีการทำรถเก็บเศษวัชพืชมาใช้มากขึ้น ซึ่งมีราคาสูงขึ้นอยู่กับคุณภาพ เพื่อที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บกวาดเศษวัชพืชได้รวดเร็ว ยิ่งขึ้นผู้วิจัย จึงได้คิดที่จะสร้างรถเก็บเศษวัชพืชขึ้นมา

1.2 ศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างรถเก็บเศษวัชพืช ความเป็นไปได้ของการทำโครงการนี้มี

หลายปัจจัยเช่น ต้องมีการศึกษาการทำงานของเครื่องต้นแบบและสืบค้น หาข้อมูลจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ เพื่อที่ทั้งนี้จะจัดทำรถเก็บเศษวัชพืช ให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด

2. ออกแบบรูปร่างโครงการ วางแผนการดำเนินโครงการ ก็ได้มีการคิดออกแบบชิ้นงานของโครงการเพื่อที่จะทำให้โครงการเสร็จสมบูรณ์ การออกแบบโครงสร้างต้องอาศัย ที่ปรึกษาโครงการ เพื่อที่จะให้คำแนะนำมีข้อเสนอแนะในการออกแบบชิ้นงานของโครงการให้ออกมาให้มีความสวยงาม และออกแบบได้ตามหลักวิศวกรรม การวางแผนการดำเนินโครงการ ดังนี้

2.1 ศึกษาหาข้อมูลและกำหนดหัวข้อโครงการ เป็นโครงการที่ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญ ในหลากหลายด้าน หาข้อเสนอแนะ เพื่อให้โครงการสมบูรณ์ที่สุด

2.2 จัดทำเนื้อหาโครงการ และตรวจสอบความถูกต้องของโครงการ การจัดทำเนื้อหาให้สมบูรณ์ครบถ้วนตามวัตถุประสงค์นั้นต้องมีการทำงานที่เป็นระบบ และมีการตรวจสอบความ ถูกต้องของโครงการตามคู่มือ

2.3 จัดทำรูปเล่มโครงการ การทำงานโครงการจะต้องมีรูปเล่มเพื่อที่จะนำมาประกอบ กับชิ้นงานให้ครบถ้วนสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ และนำไปเข้าเล่มโครงการเพื่อที่จะเป็นคู่มือในการนำเสนอโครงการ



ภาพที่ 2.1 แสดงตัวอย่างภาพรถเก็บเศษวัชพืช

ตาราง แสดงขั้นตอนการดำเนินงาน

ที่	ขั้นตอนการ ดำเนินการ	ช่วงเวลาปฏิบัติงาน (สัปดาห์ที่)																	
		ต.ค.		พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.					ก.พ.		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	เลือกหัวข้อและศึกษา ความเป็นไปได้ของ โครงการ		↔																
2	ออกแบบรูปร่าง โครงการ วางแผนการ ดำเนินโครงการ		↔																
3	จัดทำรูปแบบโครงการ			↔															
4	จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ เริ่มทำชิ้นงาน						←							→					
5	การเก็บรวบรวม ข้อมูล													↔					
6	สถิติการวิเคราะห์ ข้อมูล															↔			
7	การนำเสนอผลการ วิเคราะห์ข้อมูล																	↔	

3. จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์เริ่มทำชิ้นงาน

การทำโครงสร้างเป็นส่วนสำคัญในงานก่อสร้างหรืองานอุตสาหกรรมต่างๆ และยังสำคัญในการสร้างโครงการรถเก็บเศษวัชพืช ด้วยการทำให้โครงสร้างโครงการ เริ่มจากการวัดขนาดให้ได้ตามที่ต้องการตัดเหล็กเพื่อทำโครงสร้างและทำการเชื่อมเหล็กเพื่อที่จะทำโครงสร้างโดยรวม

เมื่อสร้างชิ้นงานเสร็จแล้วจึงมีการตกแต่งชิ้นงานให้มีความสวยงามและมีการทาสี เพื่อป้องกันสนิมและการกัดกร่อนของสารเคมีต่างๆ

ทดสอบการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดโดยจะบันทึกข้อมูลการ ทดสอบ และนำมาปรับปรุงแก้ไขระบบ ให้มีการทำงานอย่างต่อเนื่อง และมีประสิทธิภาพในการทำงานสูง เก็บรายละเอียดชิ้นงานให้ครบถ้วนสมบูรณ์ รายละเอียดของจุดต่างๆ ของชิ้นงาน ให้เรียบเนียน และเรียบร้อยที่สุด

4. สถิติการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลวิเคราะห์ความพึงพอใจโดยใช้สถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย (X) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

1) วิเคราะห์แบบและโครงสร้าง ตามวัตถุประสงค์ ข้อที่ 1 ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

2) วิเคราะห์หาประสิทธิภาพ ตามวัตถุประสงค์ ข้อที่ 2 ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำเร็จรูป

3) วิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจ ของผู้ตอบแบบสอบถาม ตามวัตถุประสงค์ ข้อที่

โดยกำหนดเกณฑ์การวัดความพึงพอใจ ไว้ดังนี้
ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง พอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง พอใจมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง พอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง พอใจน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง พอใจน้อยที่สุด

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลร้อยละ (Percentage) ใช้สูตร ดังนี้

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

สูตร

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน เจนวนความถี่ทั้งหมด

5. การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เป็นการบอกถึงการจัดทำโดยข้อมูลจำแนก ข้อมูลตัวแปร และวิธีวิเคราะห์ข้อมูล ใช้วิธีการทางสถิติ ในการวิเคราะห์ ซึ่งการที่จะนำเสนอผลการวิเคราะห์ ข้อมูลได้ นั้นจะต้องมีการรวบรวมข้อมูลแบบสอบถาม ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งาน เพื่อที่จะสามารถนำ ผลวิเคราะห์นี้ มาปรับปรุงแก้ไขปัญหาลีกครั้ง

3. ผลการวิจัย

โครงการรถเก็บเศษวัชพืช ผู้จัดทำได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ ข้อมูลเป็น 3 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการออกแบบ

ผู้จัดทำได้กำหนดรายการประเมินออกเป็น 5 รายการ ผลการ วิเคราะห์ ข้อมูลการประเมินคุณภาพ ของการออกแบบ รถเก็บเศษวัชพืช ดังปรากฏใน ตารางที่ 5-1

จากตาราง 5-1 พบว่า โดยภาพรวมผลการ วิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ตอบ แบบสอบถาม ที่มี ต่อรถเก็บเศษวัชพืช ความพึงพอใจของผู้ตอบ แบบสอบถาม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.63, S.D. = 0.49) เมื่อพิจารณาเป็นรายหัวข้อตามลำดับ ความสำคัญใหญ่อยู่ในระดับ ลำดับแรก ได้แก่ความ สะดวกและความปลอดภัยในการทำมาสะอาด และ การเลือกใช้วัสดุมีความเหมาะสม ถูกต้องตามหลัก วิศวกรรม ($\bar{X}$ = 4.7, S.D. = 0.47) ลำดับที่สอง การ ออกแบบโครงสร้างมีความแข็งแรง มั่นคง ทนทานต่อ การใช้งาน ($\bar{X}$ = 4.65, S.D. = 0.49) และการออกแบบ

รูปทรง อุปกรณ์ เหมาะสมสวยงาม และการออกแบบมี ความถูกต้องตามหลักวิศวกรรม ($\bar{X}$ = 4.55, S.D. = 0.51) เป็น ลำดับสุดท้ายตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยค่าส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐานและความหมายของคุณภาพด้าน การนำไปใช้งาน

ด้านที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการสร้าง

ด้านการสร้าง ผู้จัดทำได้กำหนดรายการ ประเมินออกเป็น 5 รายการผลการ วิเคราะห์ ข้อมูล การประเมินคุณภาพของการสร้างรถเก็บเศษวัชพืช ด้วยผู้ตอบแบบสอบถาม ดังปรากฏใน ตารางที่ 5-2

จากตาราง 5-2 พบว่า โดยภาพรวมผลการ วิเคราะห์ด้านโครงสร้าง ผู้ตอบ แบบสอบถาม ที่มีต่อ รถเก็บเศษวัชพืช ด้านโครงสร้าง ผู้ตอบแบบสอบถาม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.66, S.D. = 0.47) เมื่อ พิจารณาเป็นรายหัวข้อตามลำดับความสำคัญใหญ่อยู่ ในระดับ ลำดับแรก ได้แก่ ความเรียบร้อยในการ ประกอบ และติดตั้งชิ้นส่วนอุปกรณ์ ($\bar{X}$ = 4.85, S.D. = 0.37) ลำดับที่สอง ความแข็งแรงของโครงสร้าง ($\bar{X}$ = 4.70, S.D. = 0.47) ลำดับที่สาม ความมั่นคง แข็งแรง ของ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์

ด้านที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการนำไปใช้งาน

ด้านการนำไปใช้งาน ผู้จัดทำได้กำหนดรายการ ประเมินออกเป็น 5 รายการผลการ วิเคราะห์ ข้อมูล การประเมินคุณภาพของการออกแบบ รถเก็บเศษ วัชพืช ด้วยผู้ตอบแบบสอบถาม ดังปรากฏใน ตารางที่ 5-3

จากตาราง 5-3 พบว่า โดยภาพรวมผลการ วิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ตอบ แบบสอบถาม ที่มี ต่อรถเก็บเศษวัชพืช ความพึงพอใจของผู้ตอบ แบบสอบถาม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.66, S.D. = 0.47) เมื่อพิจารณาเป็นรายหัวข้อตามลำดับ ความสำคัญใหญ่อยู่ในระดับ ลำดับแรก ได้แก่ ความ สะดวกและปลอดภัย ในการเคลื่อนย้าย ($\bar{X}$ = 4.80, S.D. = 0.41) ลำดับที่สอง ความสะดวกและปลอดภัย ในการบำรุงรักษา ($\bar{X}$ = 4.70, S.D. = 0.47)

ตารางที่ 5-1 แสดงผลการประเมินคุณภาพด้านการออกแบบ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	$S.D$	ความหมาย
1.การออกแบบมีความถูกต้องตามหลักวิศวกรรม	4.7	0.47	มาก
2.การเลือกใช้วัสดุมีความเหมาะสมถูกต้องตามหลักวิศวกรรม	4.7	0.47	มาก
3.การออกแบบรูปทรงและอุปกรณ์เหมาะสมสวยงาม	4.55	0.51	มาก
4.การออกแบบโครงสร้างมีความแข็งแรง <u>มั่นคง</u> <u>ทนทานต่อการใช้งาน</u>	4.55	0.51	มากที่สุด
5.ความสะดวกและความปลอดภัยในการบำรุงรักษา	4.65	0.49	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.63	0.49	มาก

ตารางที่ 5-2 แสดงผลการประเมินคุณภาพด้านโครงสร้าง

รายการประเมิน	$\bar{X}$	$S.D$	ความหมาย
1.ความแข็งแรงของโครงสร้าง	4.70	0.47	มากที่สุด
2.ความเรียบร้อยของโครงสร้าง	4.60	0.50	มากที่สุด
3.ความเรียบร้อยของงานเคลือบผิว งานสี	4.55	0.51	มากที่สุด
4.ความมั่นคง แข็งแรงของชิ้นส่วนและอุปกรณ์	4.60	0.50	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.66	0.47	มาก

ตารางที่ 5-3 แสดงผลการประเมินคุณภาพด้านการใช้งาน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	$S.D$	ความหมาย
1.ความสะดวกและปลอดภัยในการเคลื่อนย้าย	4.80	0.41	มากที่สุด
2.การทำงานของอุปกรณ์ได้ตามวัตถุประสงค์และขอบเขตที่กำหนด	4.50	0.51	มาก
3.เครื่องมือมีความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน	4.65	0.49	มากที่สุด
4.ความสะดวกและปลอดภัยในการบำรุงรักษา	4.70	0.47	มากที่สุด
5.มีการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน	4.65	0.49	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.66	0.47	มากที่สุด

ลำดับที่สาม มีการติดตั้งอุปกรณ์ ป้องกัน และเครื่องมือมีความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน ($\bar{X}$ = 4.65, $S.D.$ = 0.49) และการทำงาน ของอุปกรณ์ได้ตามวัตถุประสงค์ และขอบเขตที่กำหนด ($\bar{X}$ = 4.50, $S.D.$ = 0.51) เป็นลำดับสุดท้าย

4. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การจัดทำโครงการ เรื่องรถเก็บเศษวัชพืช ในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ ออกแบบและ สร้างรถเก็บเศษวัชพืช เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของรถเก็บเศษวัชพืช และเพื่อศึกษาความพึงพอใจ ในการใช้งานรถเก็บเศษวัชพืช โดยมีสมมติฐานความคาดหวังของผู้จัดทำ

โครงการ รถเก็บเศษวัชพืช เพื่อที่ลดเวลาการทำงานให้น้อยลง และมีประสิทธิภาพมากที่สุด ผู้จัดทำ ได้สรุปอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

4.1 การดำเนินโครงการในครั้งนี้จัดขึ้น เพื่อออกแบบ และสร้างรถเก็บเศษวัชพืช เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้มากขึ้น และยังสามารถนำไปต่อยอดได้ โดยได้อ้างอิงจากตาราง สํารวจความพึงพอใจ จากตารางที่ 5.1

4.2 ศึกษาประสิทธิภาพของรถเก็บเศษวัชพืช โดยอ้างอิงมาจากตารางที่ 5.2 ที่แสดงให้เห็นหลักการ ทำ งานของรถเก็บเศษวัชพืช

4.3 ศึกษาความพึงพอใจในการใช้งานรถเก็บเศษวัชพืช อ้างอิงจากตารางที่ 5.3 แบบสำรวจ ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถาม ที่ทดลองใช้งานเพื่อหาประสิทธิภาพในการ เก็บเศษวัชพืช

5. กิตติกรรมประกาศ

-

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] บุญมี พันธุ์ไทย. (2545). การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติทางการศึกษา. ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ กรุงเทพมหานคร.
- [2] ชัยวัฒน์ ตันศรี, และคณะ, 2556, ชุดสาธิตล้างหัวฉีดเครื่องยนต์เบนซิน, โครงการวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมศรีสงคราม มหาวิทยาลัยนครพนม,หน้า,195.
- [3] นาธิป มีศาสตร์, 2549, การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาคอมพิวเตอร์ช่วย ออกแบบและวิเคราะห์วงจร หลักสูตรการศึกษาค้นคว้า (หลักสูตรปรับปรุงพ.ศ. 2545) สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, วิทยานิพนธ์, ครุศาสตร์ อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, หน้า – บทคัดย่อ

- [4] เครื่องยนต์ (ออนไลน์) แหล่งที่มา EFI
file:///C:/Users/Beet/Downloads/Documents/สื่อการเรียนการสอนเครื่องยนต์ 20EFI.pdf
วันที่สืบค้น 27 ตุลาคม 2560
- [5] ข้อมูลทางสถิติ (ออนไลน์) แหล่งที่มา
<http://www.chulabook.com/description.asp?barcode=9786169123903> วันที่สืบค้น 29 ตุลาคม 2560
- [6] คอมพิวเตอร์ช่วย (ออนไลน์) แหล่งที่มา
<http://www.thaiall.com/spss/> วันที่สืบค้น 15 ตุลาคม 2560
- [7] เครื่องยนต์ (ออนไลน์) แหล่งที่มา
<http://smtechthailand.blogspot.com/2014/10/sm-tech.html> วันที่สืบค้น 20 ธันวาคม 2560

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ฟักทองแผ่นขึ้นรูปทอดกรอบ

สุวิวรรณ ราชสม¹ และ วรวิทย์ รุ่งเรืองศรี^{2*}¹วิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, ดอยสะเก็ด, เชียงใหม่ 50200

รับบทความ 11 ตุลาคม 2561 ตอรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 30 เมษายน 2563

© 2018 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ฟักทองแผ่นขึ้นรูปทอดกรอบ โดยทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของการทดแทนมันฝรั่งด้วยฟักทองผดงต่อคุณภาพของฟักทองแผ่นขึ้นรูปสำหรับผลิตภัณฑ์ฟักทองแผ่นทอดกรอบ โดยปริมาณฟักทองผดงที่ใช้ในการทดแทนคิดเป็น 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ การใช้ฟักทองผดงเพื่อทดแทนมันฝรั่งในปริมาณต่างๆ มีผลต่อปริมาณความชื้นและลักษณะเนื้อสัมผัสของฟักทองแผ่นขึ้นรูปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) การทดแทนฟักทองผดงในปริมาณเพิ่มขึ้นทำให้ค่าความชื้นของมีค่าลดลง และค่าเนื้อสัมผัสที่แสดงความแข็งของฟักทองแผ่นขึ้นรูปมีค่าลดลงเมื่อทดแทนฟักทองผดงในปริมาณ 25-75 เปอร์เซ็นต์ แต่การทดแทนฟักทองผดงในปริมาณ 100 เปอร์เซ็นต์ กลับทำให้ค่าเนื้อสัมผัสหรือความแข็งเพิ่มขึ้น ดังนั้นการใช้ฟักทองผดงทดแทนมันฝรั่งในฟักทองแผ่นขึ้นรูปสำหรับผลิตภัณฑ์ฟักทองแผ่นทอดกรอบควรใช้ปริมาณ 25-75 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : ฟักทองผดง ฟักทองแผ่นทอดกรอบ การทดแทนมันฝรั่งผดง

DEVELOPMENT OF THE DEEP FRIED PUMPKIN CRISPS PRODUCT

Sureewan Rajasom¹ and Warawaran Roongruangsri^{2*}

¹College of Integrated Science and Technology,
Rajamangala University of Technology Lanna, Doisaket, Chiangmai, 50200

Receive: 11 October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 30 April 2020

© 2018 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

ABSTRACT

The objective of this research was to develop the deep fried pumpkin crisps by investigating the effect of the replacement of potato flour by pumpkin flour on the quality of pumpkin sheet for pumpkin fried chip. The amount of replacement pumpkin flour used was 0, 25, 50, 75 and 100%. The replacement of potato flour by pumpkin flour significantly affected ($p < 0.05$) on moisture content and texture of the sheets. The sheets containing pumpkin flour were higher moisture content. As the moisture content of pumpkin flour containing of 25-75% increased, the texture value or hardness were significantly decreased. However, the containing of 100% pumpkin flour increased the texture value. The desirable of replacement of potato flour by pumpkin flour were 25-75%.

Keyword : pumpkin flour, potato fried chip flour, replacement of potato flour

1. บทนำ

ฟักทอง (Pumpkin) เป็นพืชผักที่จัดอยู่ในกลุ่มพืชตระกูลแตงในวงศ์ Cucurbitaceae สกุล Cucurbita เป็นพืชมีเถาที่ปลูกได้ทั่วไปทั้งเขตร้อนและเขตหนาว ฟักทองเมื่อแก่จัดจะมีสีเหลืองอมส้ม มีคุณค่าทางโภชนาการสูง อุดมไปด้วยใยอาหาร เบต้าแคโรทีน วิตามินเอ โทโคฟีรอล วิตามินชนิดอื่นๆ (บีเค ซีไทอะมีน และไรโบฟลาวิน) และแร่ธาตุชนิดต่างๆ (โปแตสเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม เหล็ก และซีลีเนียม) นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยกรดฟีนอลิก เช่น พารา-ไฮดรอกซีเบนโซอิก คาแฟอิก และ คลอโรจีนิค (Murkovic et. al., 2002) เนื่องจากฟักทองสดมีน้ำเป็นส่วนประกอบในปริมาณที่สูงมาก จึงทำให้เกิดการเสื่อมเสียได้ง่าย จึงได้มีการนำฟักทองมาแปรรูปเป็นผงเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและเพิ่มความสะดวกในการนำมาใช้ประกอบอาหาร การนำฟักทองมาเป็นส่วนผสมในอาหาร นอกจากจะเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการแล้ว ยังสามารถเพิ่มสีสันให้กับอาหารด้วย (Ahmed et. al., 2014) มันฝรั่งแผ่นทอดกรอบเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมอย่างมาก เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้ผลิตภัณฑ์ จึงใช้ฟักทองผงเป็นส่วนผสมในการทำ แต่การใช้ฟักทองเพื่อทดแทนมันฝรั่งอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจึงสนใจที่จะศึกษาผลของปริมาณฟักทองผงใช้ทดแทนมันฝรั่งต่อคุณภาพของฟักทองแผ่นขึ้นรูปที่ใช้ทำฟักทองแผ่นทอดกรอบ โดยฟักทองแผ่นที่ได้จะถูกนำไปทอดต่อให้เป็นผลิตภัณฑ์มันฝรั่งแผ่นทอด

2. วิธีการวิจัย

การศึกษาหาอัตราส่วนของฟักทองผงที่ใช้ในฟักทองแผ่นขึ้นรูปสำหรับผลิตภัณฑ์ฟักทองแผ่นทอดกรอบ ทำโดยการนำฟักทองผงมาผสมลงในแป้งแผ่นในอัตราส่วนต่างๆ ทั้งหมด 5 อัตราส่วน ดังแสดงในตารางที่ 1 หลังจากนั้นชิ้นส่วนผสมแห้งทั้งหมดผสมกับน้ำดีด้วยเครื่องตีผสม (Kitchen Aid) ด้วยหัวตีแบบใบพัด ระดับความเร็วสูง นาน XX นาที จากนั้นนำฟักทองแผ่นขึ้นรูปที่ได้ทั้ง 5 อัตราส่วน ไปวัดความชื้น (moisture content) ด้วยเครื่องวัดความชื้น (Moisture Analyzer, OHAUS MB45, Switzerland) ตามวิธีของ

AOAC (2005) และลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer, CT3) โดยการทดสอบแบบใช้แรงกด (compression test) ขนาดของตัวอย่าง 5×5 เซนติเมตร และโหลดเซลล์น้ำหนัก 5 กิโลกรัม โดยใช้หัววัดทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 มิลลิเมตร (P/O.25S)

3. ผลการวิจัย

มันฝรั่งผงและฟักทองผงที่ใช้ในการทดลองนี้มีปริมาณความชื้นเริ่มต้นเท่ากับ 10.85 และ 6.52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การใช้ฟักทองผงทดแทนมันฝรั่งผงในส่วนผสมของฟักทองแผ่นขึ้นรูป พบว่าปริมาณการทดแทนของฟักทองผงมีผลต่อปริมาณความชื้นของฟักทองแผ่นขึ้นรูปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 2) โดยปริมาณความชื้นของฟักทองแผ่นที่มีการใช้ฟักทองผงทดแทนมันฝรั่ง มีปริมาณความชื้นลดลงเมื่อใช้ฟักทองผงในปริมาณมากขึ้น เมื่อพิจารณาถึงลักษณะเนื้อสัมผัสของฟักทองแผ่นขึ้นรูปแสดงในตารางที่ 2 พบว่าปริมาณฟักทองผงที่ใช้ทดแทนมันฝรั่งมีผลต่อความแข็ง (hardness) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยฟักทองแผ่นขึ้นรูปจะมีลักษณะนิ่มลงเมื่อมีการทดแทนมันฝรั่งด้วยฟักทองผง ในปริมาณ 25 และ 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ แต่การทดแทนในปริมาณ 100 เปอร์เซ็นต์ กลับทำให้ฟักทองแผ่นขึ้นรูปแข็งขึ้น

4. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ฟักทองผงทำให้ปริมาณความชื้นของฟักทองแผ่นขึ้นรูปเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากฟักทองอุดมไปด้วยเส้นใยอาหาร ซึ่งหมู่ ไฮดรอกซิลที่อยู่ในโครงสร้างของเส้นใยอาหารสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำได้ จึงทำให้เส้นใยอาหารมีความสามารถในการจับกับน้ำได้ดี (Rosell et. al., 2009) จากตารางที่ 2 ฟักทองแผ่นขึ้นรูปที่มีการทดแทนฟักทองผงในระดับที่เพิ่มขึ้นมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการทดลองของสุดาทิพย์ และคณะ (2559) ที่ทำการผสมแป้งฟักทองทดแทนแป้งสาลีในคัพเค้ก ซึ่งพบว่าการเพิ่มปริมาณของแป้งฟักทองเพิ่มขึ้นก็ทำให้ปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (Aw) ของคัพเค้กเพิ่มขึ้นเช่นกัน ทั้งนี้

นอกจากเส้นใยอาหารแล้วในแป้งพืททองยังมี ส่วนประกอบอื่นที่สามารถจับกับน้ำได้ เช่น น้ำตาล ต่างๆ เป็นต้น (สุดาทิพย์ และคณะ, 2559) โครงสร้างที่ เกิดขึ้นจะส่งผลโดยตรงต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของ พืททองแผ่นขึ้นรูปที่ได้ และเมื่อพิจารณาลักษณะเนื้อ สัมผัสของพืททองแผ่นขึ้นรูปในสูตรที่มีการทดแทน พืททองผงในปริมาณ 25 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ จะมี ค่าเนื้อสัมผัสลดลงเมื่อมีปริมาณพืททองผงเพิ่มขึ้น แต่ ในสูตรที่มีการทดแทนพืททองผงในปริมาณ 100 เปอร์เซ็นต์ กลับทำให้ค่าเนื้อสัมผัสเพิ่มสูงใกล้เคียงกับ สูตรที่ไม่มีพืททองผง จะเห็นได้ว่าความสามารถของ เส้นใยอาหารในการจับกับน้ำของพืททองผงที่มีผลทำ ให้ค่าเนื้อสัมผัสลดลงสอดคล้องกับปริมาณความชื้นที่ เพิ่มขึ้น

การใช้พืททองผงเพื่อทดแทนมันฝรั่งผงใน ปริมาณต่างๆ มีผลต่อปริมาณความชื้นและลักษณะ เนื้อสัมผัสของพืททองแผ่นขึ้นรูป การทดแทนพืททอง ผงในปริมาณเพิ่มขึ้นทำให้ค่าความชื้นของพืททองแผ่น ขึ้นรูปมีค่าเพิ่มขึ้น และค่าเนื้อสัมผัสที่แสดงความแข็งมี ค่าลดลงเมื่อทดแทนพืททองผงในปริมาณ 25-75 เปอร์เซ็นต์ แต่การทดแทนพืททองผงในปริมาณ 100 เปอร์เซ็นต์ กลับทำให้ค่าเนื้อสัมผัสหรือความแข็ง เพิ่มขึ้น ดังนั้นการใช้พืททองผงทดแทนมันฝรั่งผงใน พืททองแผ่นขึ้นรูปสำหรับผลิตภัณฑ์พืททองแผ่นทอด กรอบควรใช้ในปริมาณ 25-75 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 1 อัตราส่วนของส่วนผสมในพืททองแผ่นขึ้นรูป

	สูตร	การทดแทนแป้งมันฝรั่ง (เปอร์เซ็นต์)	อัตราส่วนผสม (กรัม)		
			มันฝรั่ง	พืททอง	ส่วนผสมอื่นๆ
1	มันฝรั่ง:พืททอง 100:0	0	45.50	0	แป้งสาลี 12.32 กรัม,
2	มันฝรั่ง:พืททอง 75:25	25	34.12	13.38	แป้งข้าวโพด 14.70 กรัม,
3	มันฝรั่ง:พืททอง 50:50	50	22.75	22.75	เกลือ 0.95 กรัม, มอลโต
4	มันฝรั่ง:พืททอง 25:75	75	11.38	34.12	เดกซ์ตริน 4.74 กรัม,
5	มันฝรั่ง:พืททอง 0:100	100	0	45.45	เดกโตส 2.85 กรัม และ น้ำ 18.95 กรัม

ตารางที่ 2 ค่าความชื้นและค่าเนื้อสัมผัสของพืททองแผ่นขึ้นรูป

	สูตร	การทดแทนมันฝรั่งผง (เปอร์เซ็นต์)	ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	ค่าเนื้อสัมผัส (นิวตัน)
1	มันฝรั่ง:พืททอง 100:0	0	27.98 ^d	5.23 ^a
2	มันฝรั่ง:พืททอง 75:25	25	30.37 ^c	4.53 ^b
3	มันฝรั่ง:พืททอง 50:50	50	33.81 ^b	3.07 ^c
4	มันฝรั่ง:พืททอง 25:75	75	39.01 ^{ab}	3.73 ^{bc}
5	มันฝรั่ง:พืททอง 0:100	100	40.09 ^a	5.15 ^a
LSD			1.81	1.17

ข้อมูลในตารางแสดงค่าเฉลี่ยและตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ ความเชื่อมั่นร้อยละ 95

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนภายใต้ “โครงการจัดการศึกษาเชิงบูรณาการระหว่างการเรียนรู้ในสถานศึกษา กับการนำวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ไปพัฒนาและยกระดับผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ชุมชนในพื้นที่ภาคเหนือ 6 จังหวัด” ประเภททุนพัฒนา New OTOP : OM2 ทุนวิจัยเพื่อพัฒนายกระดับผลิตภัณฑ์โอท็อปร่วมกับผู้ประกอบการที่ยังไม่ได้จดทะเบียนโอท็อปประจำปีงบประมาณ 2561 จากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] สุดาทิพย์ อินทร์ชื่น, จิราภรณ์ บรรจง และมริสา เอ็นนัท. (2559). ผลของแป้งฟักทองต่อคุณภาพของคัพเค้ก. การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยมหาสารคามวิจัย ครั้งที่ 12 : 383-389.
- [2] นฤวิทย์ ชีวนันทพรชัย, ธงชัย สุวรรณสินธุ์ และปิติพร ฤทธิ์เรืองเดช. (2545). “การวัดค่าคุณภาพเนื้อสัมผัสทางกลของเจลแป้งข้าวเจ้าและเจลแป้งมันสำปะหลัง. การประชุมทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 40 : 471-478.
- [3] Ahmed J., Al-Foudaria M., Al-Salmana F., Almusallamb A.S. (2014). Effect of particle size and temperature on rheological, thermal, and structural properties of pumpkin flour dispersion Journal of Food Engineering 124 : 43-53.
- [4] AOAC. (2005). Official methods of analysis of AOAC International. 18th edition. Gaithersburg, Maryland. Method no. 940.31.
- [5] Murkovic M., Müller U., Neunteufl. H. (2002). Carotenoid content in different varieties of pumpkins, Journal of Food Composition and Analysis 15 (6) : 633-638.
- [6] Rosell CM., Santos E., Collar C.(2009). Physicochemical properties of commercial fibres from different sources: a comparative approach. Food Research International 42 : 176-184.

การสร้างมูลค่าเพิ่มจากก้างปลาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารทางเลือก สำหรับเสริมแคลเซียม

นพรัตน์ จันทรไชย* และ วิไลพร จันทรไชย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน 59 หมู่ 13 ต.ฝายแก้ว อ.ภูเพียง จ. น่าน 55000

รับบทความ 11 ตุลาคม 2561 ตอรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 30 เมษายน 2563

© 2018 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการนำก้างปลาที่เป็นของเหลือจากการแปรรูปเนื้อปลามาใช้ประโยชน์และสร้างมูลค่าเพิ่มโดยทำเป็นผลิตภัณฑ์อาหารทางเลือกในการเสริมแคลเซียมในชีวิตประจำวัน โดยศึกษากระบวนการทำให้ก้างปลาล่อนนุ่มก่อนนำไปทำผลิตภัณฑ์อาหาร ด้วยการผ่านความร้อนช่วงอุณหภูมิ/ความดันไอน้ำ 4 ระดับ คือ $105-110^{\circ}\text{C}/5\text{ lb/in}^2$, $111-115^{\circ}\text{C}/10\text{ lb/in}^2$, $116-120^{\circ}\text{C}/15\text{ lb/in}^2$ และ $121-125^{\circ}\text{C}/20\text{ lb/in}^2$ ตามลำดับ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง พบว่า อุณหภูมิและความดันไอน้ำมีผลต่อการทำให้ก้างปลานุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยช่วงอุณหภูมิ/ความดันไอน้ำที่ $121-125/20\text{ lb/in}^2$ ให้ผลดีที่สุดในการทำให้ก้างปลานุ่ม มีคะแนนความนุ่มเฉลี่ย 3.79 และถูกเลือกใช้ในการเตรียมผลิตภัณฑ์ก้างปลาปรุงรส (FBS) จำนวน 4 สูตรได้แก่ สูตรก้างปลานิลสัรส ก้างปลานิลงากรอบ ก้างปลานิลงาม้อน และก้างปลานิลรสบาบีคิว เพื่อทดสอบความชอบของผู้บริโภค ทั้งด้านสี กลิ่น รส ความกรอบ และความชอบโดยรวม ผลปรากฏว่า ผลิตภัณฑ์ก้างปลานิลปรุงรสทั้ง 4 สูตรมีคะแนนความชอบทุกด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ผลิตภัณฑ์ก้างปลานิลงากรอบ มีคะแนนความชอบด้านสี ดีที่สุด ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ก้างปลานิลสัรส มีคะแนนความชอบด้าน กลิ่น รส ความกรอบ และความชอบโดยรวมดีที่สุดแตกต่างจากก้างปลานิลงากรอบ ก้างปลานิลงาม้อน และก้างปลานิลรสบาบีคิว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ผลิตภัณฑ์ก้างปลานิลสัรส จึงถูกเลือกเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบในการถ่ายทอดสู่การผลิตเชิงพาณิชย์ และทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและปริมาณแคลเซียม โดยมีร้อยละของ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ความชื้น และ เถ้า เท่ากับ 27.35 29.24 15.33 3.00 และ 25.10 ตามลำดับ และมีแคลเซียม 8,876 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม จึงเหมาะสำหรับใช้เป็นแหล่งอาหารเสริมแคลเซียม เพื่อป้องกันการขาดแคลเซียมและลดปัญหาโรคกระดูกพรุน ในผู้สูงอายุ สตรีมีครรภ์ สตรีให้นมบุตร และสตรีวัยทอง ผลจากการวิจัยครั้งนี้จึงสามารถช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับของเหลือจากการแปรรูปเนื้อปลา และยังได้ผลิตภัณฑ์อาหารชนิดใหม่ที่มีความหลากหลายมากขึ้นสำหรับผู้บริโภค

คำสำคัญ: มูลค่าเพิ่ม ก้างปลา ของเหลือ อาหารทางเลือก การเสริมแคลเซียม

ADDING VALUE OF TILAPIA FISH BONE TO ALTERNATIVE FOOD FOR CALCIUM SUPPLEMENT

Noparat Chanchai* and Wilaiporn Chanchai

Rajamangala University of Technology Lanna Nan 59 Faikaew, Phupaing, Nan. 55000

Receive: 11 October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 30 April 2020

© 2018 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

ABSTRACT

This research aims to study the use of by-products from the processing of tilapia meat and to increase the value added by making alternative food products for calcium supplementation in daily life. The softening process of fish bone was studied before making food products. Four levels of temperature and vapor pressure are 105-110°C/ 5 lb/in², 111-115°C/ 10 lb/in², 116-120°C/ 15 lb/in² and 121-125°C/ 20 lb/in², respectively were used to softening of fish bone for a period of 1 hour. It was found that the temperature and vapor pressure had a significant different effect on softening fish bone ($P < 0.05$). The temperature/pressure range of 121-125/ 20 lb/in² gives the best results in fish bone softening, Average softening score 3.79. It was selected to use for prepare fish bone-seasoned (FBS) of 4 products. The FBS products are FBS 4-flavour, FBS-sesame crack, FSB perilla and FSB BBQ-sesoned. These products were evaluated to consumer's preferences including color, smell, flavor, crispness and overall liking. It was found that significantly different ($p < 0.05$) between four FBS product. FBS-sesame crack had the best color score while the FBS 4-flavour had the best for smell, flavor, crispyness, and overall liking. It was different from FSB perilla and FSB BBQ-sesoned significantly ($p < 0.05$). FBS 4-Seasoned was selected as a prototype product to commercial production. In addition, the nutritional value and calcium content were analyzed. Percentage of protein, fat, carbohydrate, moisture and ash are 27.35, 29.2, 15.33, 3.00 and 25.10 respectively. Concentration of calcium of the FBS 4-Seasoned is 8,876 mg per 100 g. So that, it is suitable for Calcium Supplement source to prevent calcium deficiency and reduce osteoporosis in older people, pregnant women, breastfeeding women and menopause. The results of this research can help to increase the value added to the residue from the processing of tilapia meat. it is also new food products and more diverse for consumers.

Keywords: Value Added, Fish Bone, By Product, Alternative Food, Calcium Supplement

1. บทนำ

โรคกระดูกพรุน (Osteoporosis) เป็นโรคทางกระดูกที่พบได้บ่อยที่สุด และพบมากในเพศหญิงระยะตั้งครรภ์ ให้นมบุตร และวัยหมดประจำเดือน สาเหตุของโรคกระดูกพรุน เกิดจากความไม่สมดุลของการสร้างและสลายแคลเซียม นอกจากนี้ ยังมีรายงานว่าร้อยละ 50 ของคนไทย ได้รับแคลเซียมน้อยกว่าความต้องการในแต่ละวัน (Sunanta, 2554) ผลิตภัณฑ์อาหารเสริมแคลเซียมที่มีวางขายในปัจจุบันในเชิงพาณิชย์ จะอยู่ในรูป ของเกลือแคลเซียม เช่น Calcium carbonate, Calcium citrate และ Tricalcium phosphate เป็นต้น (Singh et al., 2007) ต่อมาได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมแคลเซียมจากแหล่งธรรมชาติ โดยแหล่งที่สำคัญมาจาก กระดูกไก่และ ก้างปลา ซึ่งจะมีองค์ประกอบคล้ายกับโครงสร้างกระดูกของคน และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากกว่าการใช้เกลือแคลเซียม แหล่งแคลเซียมที่ได้จาก ก้างปลา โดยมากมักทำในรูปของผงก้างปลาที่ผ่านกระบวนการแช่ในกรดและต่างอ่อนก่อนนำมาอบและบดให้เป็นผง (มัทนา และคณะ 2543, ศูนย์วิจัยระยะเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร, 2558)

การผลิตปลานิลในประเทศไทย มีอัตราการผลิตปีละ 170,000-200,000 ตันต่อปี ในภาคเหนือ มีจังหวัดเชียงราย เป็นแหล่งผลิตที่สำคัญ และอำเภอพานเป็นแหล่งใหญ่ของจังหวัด มีพื้นที่บ่อเลี้ยงประมาณ 6,000 ไร่ ในปี 2560 ผลิตปลานิลออกสู่ตลาด วันละประมาณ 43 ตัน ในส่วนของเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิล ที่เป็นสมาชิกสหกรณ์ประมงพาน จำกัด และ วิสาหกิจชุมชนแปรรูปเนื้อปลานิล มีการนำปลานิลมาแปรรูปวันละ 0.5-1.0 ตัน มีของเหลือจากการแปรรูป เฉลี่ยร้อยละ 50 หรือประมาณ 250-500 กิโลกรัมต่อวัน ของเหลือจากการแปรรูปปลานิลสามารถจำแนกได้เป็นสองส่วนคือ 1.) ส่วนที่บริโภคได้ คือหัวที่มีเนื้อติดอยู่มากบริเวณคอ แก้ม และคาง คิดเป็นร้อยละ 10 ของน้ำหนักตัวปลา และ 2.) ส่วนที่บริโภคไม่ได้ เช่น กระดูก ก้าง และหาง มีลักษณะแข็ง มีเนื้อติดน้อยไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์เชิงอาหาร แต่มีการนำไปทำปุ๋ยชีวภาพทางการเกษตร ซึ่งมีปริมาณและมูลค่าไม่มาก ยังมีส่วนที่เหลือทิ้งอีกเป็นจำนวน

มาก ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำของเหลือส่วนที่บริโภคไม่ได้นี้มาสร้างมูลค่าเพิ่ม โดยนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเสริมสุขภาพ สำหรับกลุ่มคนที่ขาดแคลนแคลเซียม หรือต้องการแคลเซียมมากกว่าคนปกติ เช่น หญิงตั้งครรภ์หรือให้นมบุตร หญิงวัยหมดประจำเดือน ผู้ป่วยโรคกระดูก และผู้สูงอายุ โดยพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร ที่ง่ายต่อการรับประทาน ประเภทขนมขบเคี้ยว (Snack food) ซึ่งจะสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับของเหลือดังกล่าว และสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรหรือผู้ประกอบการเพิ่มขึ้น รวมถึงลดภาระและค่าใช้จ่ายในการกำจัด เพื่อไม่ก่อให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในอนาคต

2. วิธีการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่มีแคลเซียมสูงจากก้างปลานิล แบ่งการวิจัยออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1

การศึกษาวิธีการทำให้ก้างปลานิลอ่อนนุ่ม ก่อนนำมาปรุงเป็นผลิตภัณฑ์ โดยใช้ส่วนของก้างปลาส่วนแกนกลาง (Vetebra) และส่วนของก้าง (Spines) และมีส่วนของเนื้อติดอยู่เล็กน้อย มาผ่านกรรมวิธีนี้ ึ่งภายใต้แรงดันไอน้ำ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิและความดันไอน้ำต่างกัน 4 ระดับ ดังตารางที่ 1

นำตัวอย่างที่ผ่านกรรมวิธีข้างต้นมาทดสอบความอ่อนนุ่มกับผู้บริโภคจำนวน 20 ราย ด้วยการให้คะแนนความอ่อนนุ่ม 5 ระดับคะแนน โดยค่าคะแนน 1 มีความอ่อนนุ่มน้อยที่สุด ไม่สามารถเคี้ยวให้แตกได้ และ คะแนน 5 มีความอ่อนนุ่มมากที่สุด สามารถเคี้ยวได้โดยง่าย ทำการวิเคราะห์ผลการทดสอบและเลือกชุดอุณหภูมิและความดันไอน้ำที่ดีที่สุด เพื่อการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนที่ 2 ต่อไป

ขั้นตอนที่ 2

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ก้างปลาปรุงรส เพื่อให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความน่ากิน รสชาติอร่อย สามารถกินได้ในหลายโอกาส โดยการเตรียมก้างปลาส่วนแกนกลาง ตามกรรมวิธีที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 หลังจากนั้นนำมาทอดให้กรอบด้วยความร้อน 175-180°C และผ่านกระบวนการปรุงรสโดยใช้วัตถุดิบท้องถิ่น เช่น งา

ขาว และงาม่อน มาเป็นส่วนประกอบในสูตรปรุงรสและเลือกปรุงรสที่เป็นที่นิยมในผลิตภัณฑ์ปรุงรสที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน ทำเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ 4 สูตร ได้แก่ สูตรก้างปลาเนื้อสีรส ก้างปลาเนื้อขาว ก้างปลาเนื้องาม่อน และก้างปลาเนื้อรสขม บั๊ว ตั้งตารางที่ 2

หลังจากนั้นทำการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภคโดยพิจารณาจากลักษณะปรากฏทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี Hedonic scale ที่ระดับ

คะแนน 1-7 และทำการทดสอบคุณค่าทางโภชนาการและปริมาณแคลเซียมในผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดเพื่อหาปริมาณแคลเซียมที่ผู้บริโภคควรจะได้รับ

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในขั้นตอนที่ 1 และ 2 มาวิเคราะห์ทางสถิติ หาความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ในแต่ละการทดลองโดยใช้โปรแกรมทางสถิติสำเร็จรูป

ตารางที่ 1 อุณหภูมิและความดัน ที่ใช้ในการเตรียมก้างปลาเพื่อนำไปทำผลิตภัณฑ์

ชุดที่	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน (lb/in2)
1	105-110	5
2	111-115	10
3	116-120	15
4	121-125	20

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบในสูตรปรุงรส ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ก้างปลาปรุงรส

ส่วนประกอบ	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)			
	สีรส	งากรอบ	งาม่อน	บาบิคว
ก้างปลาเนื้อทอดกรอบ*	300	300	300	300
เกลือป่น	6	6	6	6
ซีอิ๊วขาว	0	20	20	0
น้ำตาลทราย	50	50	50	50
ซอสพริก	40	0	0	40
ซอสมะเขือเทศ	20	0	0	10
พริกป่น	3	0	3	0
กระเทียมผง	0	3	3	0
น้ำส้มสายชู	5	0	0	5
พริกไทยป่น	0	3	0	0
งาขาวคั่ว	3	10	0	0
งาม่อนคั่ว	0	0	10	0
ผงบาบิคว	0	0	0	5

*ก้างปลาเนื้อที่ผ่านกรรมวิธีหนึ่งทีอุณหภูมิ 121-125 °C ความดัน 20 lb/in² เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

3. ผลการวิจัย

ผลการศึกษาวิธีการทำให้ก้างปลาอ่อนนุ่ม ก่อนนำมาปรุงเป็นผลิตภัณฑ์ โดยใช้ส่วนของก้างปลา แกนกลาง มาผ่านกรรมวิธีผ่านความร้อนภายใต้ แรงดันไอน้ำ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยใช้ช่วงอุณหภูมิ/ ความดันไอน้ำ 4 ระดับ คือ 105-110°C/5lb/in², 111-115°C/10lb/in², 116-120°C/15lb/in² และ 121-125°C/20lb/in² พบว่า อุณหภูมิและความดันไอน้ำ มี ผลต่อ ความนุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) การใช้อุณหภูมิ/ความดันไอน้ำ ที่ 121-125°C /20 lb/in² ทำให้ก้างปลามีคะแนนความนุ่ม มากที่สุด จากผลการทดสอบโดยผู้ทดสอบ 20 ราย มี คะแนนความนุ่มเฉลี่ย 3.79 ผลจากการใช้อุณหภูมิ/ ความดันไอน้ำที่ ต่ำกว่า 121-125°C /20 lb/in² ลงไป ทั้ง 3 ระดับ คือ 105-110°C /5 lb/in², 111-115°C /10 lb/in² และ 116-120°C /15 lb/in² ยังไม่สามารถทำ

ให้ก้างปลาอ่อนนุ่มได้ โดยมีค่าคะแนนความนุ่ม เฉลี่ย ต่ำกว่า 2.00 ซึ่งค่อนข้างไปทางแข็งจนไม่สามารถเคี้ยวได้ ดังรายละเอียดในตารางที่ 3

ผลการทดสอบการยอมรับในผลิตภัณฑ์ ก้างปลานิลปรุงรส ทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ ความ กรอบ และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี Hedonic scale ที่ระดับ 1-7 คะแนน โดยคะแนน 1 หมายถึง มี ความชอบน้อยที่สุด และ คะแนน 7 หมายถึง มี ความชอบมากที่สุด พบว่า การยอมรับด้านสี ของ ผลิตภัณฑ์ก้างปลานิลปรุงรสจากรอบ ได้คะแนน สูง ที่สุด คือ 5.80 รองลงมาคือ ก้างปลานิลสีรส ก้างปลา นิลรสขบปีคิ้ว และก้างปลานิลงาม้อน ตามลำดับ ส่วน การยอมรับด้าน กลิ่น รสชาติ และความกรอบ ก้างปลา นิลสีรส ได้คะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคส่วนใหญ่ ทุกด้านมากที่สุด รองลงมาคือ ก้างปลานิลจากรอบ ก้างปลานิลรสขบปีคิ้ว และก้างปลานิลงาม้อน ตามลำดับ ดังรายละเอียดในตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ผลทดสอบความนุ่มของกระดูกปลานิลภายหลังการใช้อุณหภูมิ และเวลาในการเตรียมก้างปลา ก่อนทำ ผลิตภัณฑ์

ชุดที่	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน (lb/in ²)	ความนุ่ม*
1	105-110	5	1.00 ^c
2	111-115	10	1.20 ^c
3	116-120	15	1.90 ^b
4	121-125	20	3.79 ^a

หมายเหตุ

1. ตัวอักษรยก (a,b,c) ในคอลัมน์เดียวกัน ค่าเฉลี่ยสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติที่อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05)
2. *คะแนนความนุ่ม 1-5 โดยคะแนน 1 มีความนุ่มน้อยที่สุด ไม่สามารถเคี้ยวให้แตกได้ และ คะแนน 5 มีความนุ่มมากที่สุด สามารถเคี้ยวได้โดยง่าย

ตารางที่ 4 ผลทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ก้างปลานิลปรุงรส 4 ชนิด

สูตร	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความกรอบ	ความชอบโดยรวม
ก้างปลานิลสีรส	4.90 ^b	6.20 ^a	6.00 ^a	6.20 ^a	5.80 ^a
ก้างปลานิลจากรอบ	5.80 ^a	4.80 ^b	5.20 ^b	5.60 ^b	4.60 ^b
ก้างปลานิลงาม้อน	4.00 ^c	4.20 ^b	4.00 ^c	5.20 ^{bc}	3.60 ^c
ก้างปลานิลรสขบปีคิ้ว	4.70 ^b	4.60 ^b	4.70 ^b	4.80 ^c	4.10 ^{bc}

หมายเหตุ

1. ตัวอักษรยก (a,b,c) ในคอลัมน์เดียวกัน ค่าเฉลี่ยสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติที่อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05)
2. *คะแนนความชอบ 1-7 โดยคะแนน 1 หมายถึง มีความชอบน้อยที่สุด และ คะแนน 7 หมายถึง มีความชอบมากที่สุด

ตารางที่ 5 คุณค่าทางโภชนาการ และปริมาณแคลเซียมในผลิตภัณฑ์ก้างปลานิลปรุงรสสี่รส

	ร้อยละ
โปรตีน	27.35
ไขมัน	29.24
คาร์โบไฮเดรต	15.33
ความชื้น	3.00
เถ้า	25.10
แคลเซียม	8,876 มิลลิกรัม/100 กรัม

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยพิจารณาจากลักษณะปรากฏภายนอก พบว่าผลิตภัณฑ์ก้างปลานิลสี่รส มีคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงสุด คือ 5.80 คะแนน รองลงมาคือ ก้างปลานิลงากรอบ และก้างปลานิลรสบาบีคิว มีคะแนนการยอมรับโดยรวม 4.60 และ 4.10 ตามลำดับ และไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) สูตรที่ได้คะแนนการยอมรับโดยรวมน้อยที่สุดคือ ก้างปลานิลงาม้วน มีคะแนนการยอมรับโดยรวม 3.60 คะแนน

การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ และปริมาณแคลเซียมในผลิตภัณฑ์ก้างปลาปรุงรสสูตรที่ได้คะแนนความชอบจากผู้บริโภคมากที่สุด คือ ก้างปลานิลสี่รส โดยมีค่าร้อยละโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ความชื้น และ เถ้า เท่ากับ 27.35 29.24 15.33 3.00 และ 25.10 ตามลำดับ และมีแคลเซียม 8,876 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม รายละเอียดปรากฏดังตารางที่ 5 ส่วนปริมาณแคลเซียมที่ผู้บริโภคจะได้รับ คือ 8,876 มิลลิกรัม เมื่อบริโภคผลิตภัณฑ์ 100 กรัม และสูตรก้างปลานิลปรุงรสสี่รสได้ถูกใช้เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบในการถ่ายทอดสู่การผลิตเชิงพาณิชย์ ให้กับสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปปลานิล อ.พาน จ. เชียงราย เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับของเหลือจากกระบวนการแปรรูปปลานิล และได้นวัตกรรมอาหารชนิดใหม่สำหรับเป็นทางเลือก ในการใช้เป็นอาหารเสริมแคลเซียมประจำวันให้แก่ผู้บริโภค

4. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษากระบวนการทำให้ก้างปลานิลส่วนกระดูกแกนกลางลำตัวและก้างที่มีขนาดใหญ่

ลักษณะแข็ง โดยนำมาผ่านการนึ่งด้วยความร้อน โดยการใช้อุณหภูมิที่ $121-125^{\circ}\text{C}$ ภายใต้ความดันไอน้ำ 20 lb/in^2 เป็นเวลานานอย่างน้อย 1 ชั่วโมง ทำให้ก้างอ่อนนุ่มจนสามารถขบเคี้ยวได้ สอดคล้องกับกระบวนการที่ พรรณทิพย์ และสิริรัตน์ (2554) ใช้ในการเตรียมก้างปลาในการผลิตแคลเซียมผงจากก้างปลา โดยใช้อุณหภูมิ 121°C ภายใต้ความดัน (ไม่ระบุค่าความดัน) เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมงแล้วจึงนำไปอบแห้งและบดละเอียด การเตรียมก้างปลาด้วยวิธีผ่านความร้อนภายใต้ความดันนี้จะทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้มีความเหมาะสมสำหรับผู้บริโภค มากกว่าการแช่ในกรดและด่างอ่อน ถึงแม้จะมีระดับการยอมรับด้านความอ่อนนุ่ม ไม่สูงมากนัก (3.79 จากคะแนนเต็ม 5) ทั้งนี้เนื่องจากยังมีส่วนของกระดูกแกนกลาง (Vertebra) ที่มีขนาดใหญ่ และแข็งกว่าส่วนของก้าง (Spines) เมื่อนำส่วนของก้างปลาที่ผ่านกระบวนการผ่านความร้อนภายใต้อุณหภูมิและความดันไอน้ำที่ระดับ $121-125^{\circ}\text{C}/20\text{ lb/in}^2$ มาทำการทอดก่อนปรุงรส จะช่วยทำให้กระดูกแกนกลางมีความกรอบมากขึ้นอีกเล็กน้อย หลังจากนั้นเมื่อนำก้างปลาทอดกรอบมาปรุงรส ทั้ง 4 สูตร ผลการทดสอบการยอมรับ หรือความชอบของผู้ทดสอบ พบว่า ก้างปลานิลปรุงรสงากรอบ ได้รับการยอมรับด้านสีมากที่สุด เนื่องจาก ในส่วนผสม ไม่มีซอสพริกและซอสมะเขือเทศ จึงทำให้สีของผลิตภัณฑ์เป็นสีน้ำตาลทอง ส่วนสูตรสี่รสและสูตรบาบีคิว จะมีซอสพริกและซอสมะเขือเทศเป็นส่วนผสม และสูตรงาม้วนมีซีอิ๊วขาวเป็นส่วนผสม ที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้นเมื่อถูกความร้อน

การยอมรับด้านรสชาติ กลิ่น และความกรอบนั้น ก้างปลานิลปรุงรสสี่รส ได้รับคะแนนความชอบจาก

ผู้ชิมสูงสุด เนื่องจากส่วนประกอบในการปรุงมีความหลากหลายของรสชาติและมีความกลมกล่อมมากกว่าสูตรอื่นๆ ส่วนก้างปลานิลงาม้อน ที่มีคะแนนความชอบโดยรวมน้อยที่สุดนั้น อาจเป็นเพราะ เนื้อสัมผัสของงาม้อนค่อนข้างแข็งและหยาบ จึงทำให้คะแนนความชอบต่ำ

การพัฒนา ก้างปลานิลเป็นผลิตภัณฑ์ก้างปลานิลปรุงรส ให้มีลักษณะคล้ายขนมขบเคี้ยว (Snack food) จะช่วยส่งเสริมความน่ากิน มากกว่าการกิน ผงก้างปลาบรรจุแคปซูล นอกจากนี้ยังทำให้ผู้บริโภคมีความรู้สึกที่ดี เหมือนการกินอาหารอาหารทั่วไป ที่มีรสชาติ สี และกลิ่น ชวนกิน ทำให้เกิดการยอมรับและส่งเสริมให้คนไทยได้รับแคลเซียมในชีวิตประจำวันได้มากขึ้น และโดยเฉพาะกลุ่มคนที่ต้องการแคลเซียมเสริมมากเป็นพิเศษ

นอกจากนี้การบริโภคก้างปลานิลปรุงรสสูตร ในประมาณ 100 กรัมต่อวัน ผู้บริโภคจะได้รับแคลเซียมประมาณ 8.876 มิลลิกรัม โดยทั่วไปการดูดซึมแคลเซียมของร่างกายจะมีเพียงร้อยละ 20-30 จากอาหารที่กินเข้าไป (Sunanta, 2554) ดังนั้นผู้บริโภคจะได้รับแคลเซียม ที่ร่างกายเอาไปใช้ประโยชน์ได้ ประมาณ 1,700-2,600 มิลลิกรัมต่อวัน ซึ่งมีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของคนทั่วไป ที่ต้องการแคลเซียมวันละ 800-1,000 มิลลิกรัม และโดยเฉพาะกลุ่มผู้ต้องการแคลเซียมสูง เช่น วัยกลางคน ผู้สูงอายุ สตรีระยะตั้งครรภ์ หรือให้นมบุตร และสตรีวัยหมดประจำเดือน ที่มีรายงานว่ามีความต้องการแคลเซียมวันละ 1,200-1,500 มิลลิกรัม (จิตติมา, 2548)

สรุป

การศึกษากระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ก้างปลานิลปรุงรสเพื่อเป็นอาหารทางเลือกสำหรับเสริมแคลเซียม โดยการทำให้ก้างปลาส่วนแกนกลาง (Vetebra) และส่วนของก้าง (Spines) มีความอ่อนนุ่ม โดยผ่านการนึ่งด้วยความร้อนภายใต้ความดัน พบว่าอุณหภูมิ 121-125°C ความดัน 20 lb/in² เป็นเวลา 1 ชั่วโมงให้ผลด้านความอ่อนนุ่มของก้างปลาดีที่สุด หลังจากนั้นนำมาทอดในน้ำมันร้อน เพื่อให้มีความกรอบเพิ่มขึ้น ก่อนนำไปปรุงรสเพื่อทดสอบความชอบของผู้บริโภค พบว่า ก้างปลานิลปรุงรสสูตรได้รับ

คะแนนความชอบจากผู้ทดสอบมากที่สุด ทั้งด้านรสชาติ กลิ่น ความกรอบ และความชอบโดยรวม จึงนำไปใช้เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบสำหรับการผลิตเชิงพาณิชย์ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับก้างปลาที่เป็นของเหลือจากกระบวนการแปรรูปปลานิล รวมถึงเกิดนวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพชนิดใหม่ให้ผู้บริโภคมีทางเลือกที่หลากหลายเพิ่มขึ้น ในด้านคุณค่าทางโภชนาการ พบว่า การบริโภคก้างปลานิลปรุงรสสูตร ในปริมาณ 100 กรัมต่อวัน จะได้รับแคลเซียมเพียงพอ กับความต้องการของร่างกายจึงเหมาะสำหรับใช้เป็นอาหารทางเลือกในการเสริมแคลเซียมได้สำหรับคนทั่วไปและกลุ่มที่มีความต้องการแคลเซียมเป็นพิเศษ เพื่อป้องกันภาวะขาดแคลเซียม และลดความเสี่ยงการเกิดโรคกระดูกพรุน (Osteoporosis)

5. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ สามารถดำเนินการได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ โครงการเมื่อนวัตกรรมเกษตรและอาหารล้านนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ปีงบประมาณ 2561 ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณดำเนินงาน ขอขอบคุณ บุคลากรเจ้าหน้าที่ เกษตรกรและผู้ประกอบการ สหกรณ์ประมงพาน จำกัด และวิสาหกิจชุมชนแปรรูปเนื้อปลานิลอำเภอพาน จ.เชียงราย ที่ให้การสนับสนุนข้อมูล และอำนวยความสะดวกในการวิจัย และขอขอบคุณ บุคลากร เจ้าหน้าที่และเพื่อนร่วมงาน ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน ที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินงานด้านต่างๆ จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Chaimongkol, L. 2012. Use of Selected Natural Calcium Sources for Calcium Enrichment of Crisp Rice. *KKU Science Journal* 40(4): 1214-1224.
- [2] Nemati, M., Huda, N., and Ariffin, F. 2017. Development of calcium supplement from fish bone wastes of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and characterization

- of nutritional quality. International Food Research Journal 24(6) : 2419-2426.
- [3] Nemati, M., Kamilah, H., Huda, N. and Ariffin, F. 2016. In vitro calcium availability in bakery products fortified with tuna bone powder as a natural calcium source. International Journal of Food Sciences and Nutrition. 67(5): 535-540.
- [4] Singh, G., Arora, S., Sharma, G. S., Sindhu, J. S., Kansal, V. K. and Sangwan, R. B. 2007. Heat stability and calcium bioavailability of calcium-fortified milk. LWT-Food Science and Technology 40(4): 625-631.
- [5] Sunanta (2554).งานวิจัยพบคนไทยได้แคลเซียมไม่พอ. [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://www.thaihealth.or.th/Content/4376.html>
- [6] Toppe, J., Lbrektsen, S., Hope, B. and Aksnes, A. 2007. Chemical composition, mineral content and amino acid and lipid profiles in bones from various fish species. Comparative Biochemistry and Physiology, Part B 146: 395–401.
- [7] จิตติมา ทมาภิริติ. (2548). กิน “แคลเซียม” ให้เป็น. วารสารสมาคมพฤกษวิทยาและเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ. 6(1). : หน้า 35-45
- [8] พรรณทิพย์ สุวรรณสาครกุล และ สิริรัตน์ จงฤทธิพร. 2554. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่าจากเศษเหลือของการแปรรูปปลาโม่ง (*Pangasius bocourti*). ก อ ง พั ฒ น า อุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- [9] มัทนา แสงจินดาวงษ์ วันชัย วรวัฒนเมธิกุล และ วรณวิมล คล้ายประดิษฐ์. 2543. ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [10] ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหาร. (2558). แคลเซียมเสริมอาหารจากกระดูกปลา. [ออนไลน์]. ได้จาก : <http://fic.nfi.or.th/technologyandinnovation-detail.php?smid=101>

คุณสมบัติเชิงกลของกระดาษจากกล้วยผสมถ่านกัมมันต์

สุรัสวดี ปลิโพธ^{1*} และ ชำมะเลียง เชาว์ธรรม²

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

²มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ 398 หมู่ 9 ถ.สวรรควิถิต ต.นครสวรรค์ตก อ.เมือง จ.นครสวรรค์ 60000

รับบทความ 12 ตุลาคม 2561 ตอบรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 30 เมษายน 2563

© 2018 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

บทคัดย่อ

การศึกษาสมบัติเชิงกลของกระดาษจากกล้วยหอมทองผสมถ่านกัมมันต์ในอัตราส่วน 100:0 85:15 80:20 75:25 และ 70:30 โดยเตรียมตัวอย่างและทดสอบคุณสมบัติของกระดาษตามวิธีมาตรฐานของ TAPPI ผลการศึกษาลำต้นกล้วยมีน้ำหนัสดเฉลี่ย 14.21 กิโลกรัมต่อต้น เป็นกาบร้อยละ 75.86 และไส้กลางร้อยละ 24.14 ในส่วนของกาบจะมีน้ำร้อยละ 78.32 เมื่อแห้งจะเหลือน้ำหนักแห้งของกาบนอก กาบกลางและกาบในร้อยละ 28.77 49.67 และ 21.56 ตามลำดับ กระดาษที่ผลิตจากเยื่อกาบกลางผสมถ่านกัมมันต์อัตราส่วน 85:15 มีคุณสมบัติเชิงกลที่ดี ประกอบด้วยน้ำหนักมาตรฐาน 93.63 g/m² ความต้านทานการหักพับ 4,543 ครั้ง ความต้านทานแรงดึง 34.98 N.m²/g ความต้านทานแรงฉีก 49.76 mN.m²/g และความต้านทานแรงดันทะลุ 3.61 kPa.m²/g เหมาะสมกับการใช้ทำผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์

คำสำคัญ: กล้วยหอมทอง กระดาษทำมือ ถ่านกัมมันต์

MECHANICAL PROPERTIES OF PAPER FROM BANANA PSEUDO-STEM MIXED ACTIVATED CHARCOAL

Surassawadee Paliphot^{1*} and Chammalieng Choawthum²

¹Rajamangala University of Technology Lanna Tak

41/1 Moo. 7, Paholayothin road, Mai Ngam, Muang Tak, Thailand, 63000

²Nakhon Sawan Rajabhat University 398 Moo. 9, Sawanwithi Road,
Muang District, Nakhon Sawan, Thailand, 60000

Receive: 12 October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 30 April 2020

© 2018 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

ABSTRACT

Studies on mechanical properties from banana pseudo-stem of Kluai Hom Thong mixed activated carbon variety given a good quality of paper. The mixed ratio of banana pseudo-stem and activated carbon were 100:0, 85:15, 80:20, 75:25 and 70:30, respectively. We prepared hand sheet samples and checked their properties following the TAPPI standard methods. The results were showed as the following; average weight of banana pseudo-stem per plant was 14.21 kilogram which was getting 75.86 % and 24.14 % from barks and core; the moisture content of total pseudo-stem was 78.32 %; dried weight of outer, middle and inner were 28.77, 49.67 and 21.56 % respectively. The ratio of banana pseudo-stem and activated carbon at 85:15 showed the best of mechanical properties yielded in basis weight of 93.63 g/m², folding endurance of 4,543 times, tensile index of 34.98 N.m²/g, tear index of 49.76 mN.m²/g and burst index of 3.61 kPa.m²/g. This ratio can be used for packaging

Keywords: Kluai Hom Thong, hand made paper, activated carbon

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่ผลิตสินค้าเกษตรมากมายหลายชนิดที่จำหน่ายทั้งตลาดภายในประเทศและส่งออกจำหน่ายไปยังต่างประเทศ ในที่นี้รวมถึงผลไม้ไทยเป็นสินค้าเกษตรประเภทหนึ่งที่น่ารายได้เข้าประเทศ โดยในปี 2552 ประเทศไทยมีปริมาณการส่งออกสินค้าเกษตรไปยังต่างประเทศสูงถึง 988,663 ล้านบาท ในที่นี้รวมถึงผลไม้ไทยเป็นสินค้าเกษตรประเภทหนึ่งที่น่ารายได้เข้าประเทศ โดยในปี 2552 ปริมาณการส่งออกผลไม้คิดเป็นมูลค่าการส่งออก 41,172 ล้านบาท และมีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นมากกว่าปี 2551 เป็น 6.93 เปอร์เซ็นต์ และมีแนวโน้มอัตราการขยายตัวเพิ่มมากขึ้นในปีต่อไป (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2553) โดยเฉพาะกล้วยหอมทองมีการส่งออกไปจำหน่ายหลายประเทศทั่วโลก โดยเฉพาะประเทศญี่ปุ่น สหกรณ์ญี่ปุ่นได้ทำสัญญาซื้อขายกล้วยหอมทองกับกลุ่มผู้ผลิตของไทย เนื่องจากมีความเชื่อถือในด้านคุณภาพของสินค้าที่มีความปลอดภัย ไร้สารเคมีและสารตกค้างปนเปื้อน ในปีที่ผ่านมาประเทศญี่ปุ่นสั่งซื้อกล้วยหอมทองจากไทยไม่ต่ำกว่า 2,000 ตัน ซึ่งต้นกล้วยถือได้ว่าเป็นผลพลอยได้หลังจากเก็บผลผลิตแล้ว ในแต่ละปีจากปริมาณการส่งออกกล้วยหอมทองจะเห็นได้ว่าปริมาณของลำต้นกล้วยที่ให้ผลผลิตแล้วในแต่ละปีมีเป็นจำนวนมาก น่าจะนำมาใช้งานทางด้านหัตถกรรมได้ จึงเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่ม และสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรที่ปลูกกล้วยหอมทองอีกทางหนึ่ง เนื่องจากอุตสาหกรรมการผลิตกระดาษพื้นบ้านยังเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ โดยในปี 2557 สามารถส่งกระดาษคิดเป็นมูลค่าทั้งสิ้น 259.5 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจากช่วงปีก่อน 147.98% (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2555) การผลิตดังกล่าวจำเป็นต้องใช้ต้นปอสาเป็นจำนวนมาก แต่ประเทศเราไม่เพียงพอจึงนำเข้าจากต่างประเทศ ถ้านำลำต้นกล้วยมาทดแทนจะช่วยลดการนำเข้าและลดการเสียเงินตราออกนอกประเทศได้ด้วย

2. วิธีการวิจัย

2.1 ศึกษาหาปริมาณเยื่อของกาบลำต้นกล้วยหอมทอง นำลำต้นกล้วยหอมทองที่ให้ผลแล้ว จากส่วนของลำต้นตัดส่วนที่เป็นโคนและปลายได้ก้านใบล่างออก ตัดส่วนที่สกปรก เน่าเสีย และที่เป็นเชื้อราออก ผ่าและแบ่งกาบกล้วยแยกเป็น 3 ส่วนคือ กาบช่วงใน ตั้งแต่กาบที่ 1-3 กาบช่วงกลางตั้งแต่กาบที่ 4-6 และ กาบช่วงนอกตั้งแต่กาบที่ 7-9 โดยนับจากกาบด้านในสุดออกมายังกาบด้านนอก ส่วนที่เป็นแกนหยาบกล้วยชั้นในให้แคะทิ้ง เนื่องจากเป็นส่วนที่ไม่มีเส้นใย แล้วชั่งน้ำหนักสดของกาบกล้วย นำกาบเข้าอบด้วยตู้อบลมร้อนที่ 60 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่แล้วชั่งหาน้ำหนักแห้งของกาบ

นำกาบกล้วยแห้งแต่ละส่วนต้มเยื่อในระบบเปิด โดยกรรมวิธีโซดา โดยใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้นร้อยละ 2 ของน้ำหนักกาบกล้วยแห้งแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำมาต้มในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 7 อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง และคนเยื่อขึ้นลงทุก 1 ชั่วโมง ทั้งให้เย็นตัว โดยแช่เยื่อในสารละลายที่ใช้ต้มเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ล้างทำความสะอาดเยื่อด้วยน้ำให้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ออกหรือหายสิ้น บีบน้ำออกให้หมด นำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 6 ชั่วโมง นำเยื่อที่ได้ชั่งหาน้ำหนักแห้งและ Kappa number (ปริมาณลิกนินที่เหลือ) ซึ่งเป็นการทดสอบตามมาตรฐาน TAPPI T236 cm-85 กำหนดโดยสถาบันมาตรฐานแห่งชาติสหรัฐอเมริกา หรือ ANSI (American National Standard Institute)

2.2 เตรียมกระดาษกาบกล้วยผสมถ่านกัมมันต์ นำเยื่อกล้วยที่ได้มาแช่น้ำเป็นเวลา 3 นาทีก่อนปั่นให้เยื่อกระจายออกจากกันที่ 300 รอบ เติมถ่านกัมมันต์ที่ผ่านการกระตุ้นร้อยละ 0 15 20 25 และ 30 ของน้ำหนักเยื่อที่สภาวะแห้งของกระดาษ นำน้ำเยื่อขึ้นรูปเป็นแผ่นกระดาษ แล้วทดสอบสมบัติเชิงกลของกระดาษตามวิธีมาตรฐานของ TAPPI ประกอบด้วย น้ำหนักมาตรฐาน ตามวิธีมาตรฐานของ TAPPI T410 om-88 ความต้านทานการหักพับ TAPPI T511 om-94 ความต้านทานแรงดึง ตามวิธีมาตรฐาน TAPPI T404

om-92 ความต้านทานแรงฉีกขาด ตามวิธีมาตรฐาน TAPPI T414 om-98 ความต้านทานแรงดันทะลุ ตามวิธีมาตรฐาน TAPPI T403 om-95 และนำผลทดลองมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละปัจจัย เพื่อหาอัตราส่วนที่การผสมเยื่อที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านบรรจุภัณฑ์ต่อไป

กล้วยหอมทองที่ให้ผลผลิตแล้ว โดยแยกการหา น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง จาก 3 ช่วง คือ กาบนอก กาบกลางและกากในได้ผล ดังตารางที่ 1

ปริมาณน้ำเยื่อที่สุกจะอยู่ที่กาบกลาง รองลงมาคือกาบนอก และกากในตามลำดับ ค่า Kappa number มีค่าใกล้เคียงกัน โดยกาบกลางมีค่าน้อยที่สุด รองลงมาคือกาบนอกและกากในตามลำดับ

จากการวัดค่าคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของกระดาษ จากส่วนต่างๆ ของลำต้นกล้วยหอมทอง ผลการวัดค่า ดังตารางที่ 2

3. ผลการวิจัย

3.1 ศึกษาหาปริมาณเยื่อของกาบลำต้นกล้วยหอมทอง จากการทดลองศึกษาหาน้ำหนักลำต้นของ

Table 1 comparison of wet and dry weight from 3 parts of banana pseudo stem.

Pseudo-stem period	Wet weight. (%)	Dry weight. (%)	Dry weight/ pseudo stem (%)	Kappa number
Inner	30.13	6.96	24.14	22.80
Middle	42.79	7.53	43.75	22.59
Outer	29.02	7.68	30.64	22.74

Table 2 Comparison of mechanical properties from 3 parts of banana pseudo stem.

Paper sample (banana pseudo-stem : activated carbon)	Basis weight, g/m ²	Folding endurance, Time	Tensile index, N.m ² /g	Tear index, mN.m ² /g	Burst index, kPa.m ² /g
Inner					
100:0	88.10	2,876	11.09	47.87	3.09
85:15	88.70	2,987	12.98	49.06	3.76
80:20	88.45	2,970	12.91	48.76	3.70
75:25	88.00	2,564	12.89	47.54	3.67
70:30	86.79	2,098	12.08	47.22	3.43
Middle					
100:0	92.46	3,223	28.98	48.98	3.56
85:15	93.63	4,543	34.98	49.76	3.61
80:20	92.76	4,098	31.23	48.56	3.54
75:25	92.33	3,765	30.75	48.59	3.29
70:30	91.45	3,544	30.87	49.06	3.09
Outer					
100:0	89.97	2,765	15.89	48.45	3.65
85:15	90.98	3,091	21.06	48.87	3.88

Paper sample (banana pseudo-stem : activated carbon)	Basis weight, g/m ²	Folding endurance, Time	Tensile index, N.m ² /g	Tear index, mN.m ² /g	Burst index, kPa.m ² /g
80:20	89.54	2,346	19.98	48.40	3.61
75:25	89.43	2,985	19.87	47.98	3.49
70:30	89.03	3,043	18.56	47.65	3.12
Average	90.11	3,126	20.94	48.45	3.50
S.D.	1.73	472.04	6.96	0.54	0.20

4. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ลำต้นกล้วยหอมทองมีน้ำหนักสดต่อต้นเฉลี่ย 14.21 กิโลกรัม เป็นกาบ 10.78 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 75.86 และเป็นไส้กลาง 3.43 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 21.34 ในส่วนของกาบซึ่งเป็นลำต้นมีน้ำเป็นส่วนประกอบร้อยละ 78.32 น้ำจำนวนนี้จะอยู่ในกาบกลางมากที่สุดร้อยละ 83.07 กาบในร้อยละ 76.24 และกาบนอกน้อยสุดคือร้อยละ 73.12 และเมื่ออบเยื่อกล้วยแห้งแล้วกาบกลางยังมีปริมาณของเยื่อสูงสุดอีกด้วย รองลงมาคือ กาบนอกและกาบในสุด สอดคล้องกับผลการทดลองของ (วุฒินันท์และคณะ, 2553) ที่ทำการศึกษาสมบัติเชิงกลของกระดาษทำด้วยมือจากกาบกล้วยที่ต้มโดยใช้หม้อต้มความดัน ที่เป็นเช่นนั้นเพราะส่วนของกาบกลางมีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากกว่า จึงทำให้มีปริมาณเยื่อมากกว่ากาบนอกและกาบใน โดยเนื้อเยื่อที่ผลิตโดยวิธีโซดา มี Kappa number เฉลี่ย 22.71

หลังการต้มเยื่อจากส่วนต่าง ๆ ของกาบกล้วยหอมทองปรากฏว่ากาบกลางให้ปริมาณเยื่อมากที่สุด รองลงมาคือ กาบนอกและกาบใน เมื่อนำทุกส่วนของกาบลำต้นกล้วยทั้งหมดรวมกันหลังต้มจะได้เยื่อประมาณร้อยละ 56.87 มีการสูญเสียไประหว่างการต้มร้อยละ 43.13 ซึ่งเป็นส่วนของลิกนิน เฮมิเซลลูโลสและสารแทรกต่าง ๆ ที่เกาะติดอยู่กับเส้นใย เมื่อเปรียบเทียบเยื่อที่ได้จากกาบนอก กาบกลางและกาบในของลำต้นกล้วยหอมทอง ส่วนของกาบกลางให้เส้นใยสูงสุด รองลงมาคือเยื่อจากกาบในและกาบนอกต่ำสุดเฉลี่ยร้อยละ 53.09 49.56 และ 45.14 ตามลำดับ

การศึกษากระดาษกาบกล้วยที่มีส่วนผสมของถ่านกัมมันต์ มีความต้านทานการหักพับใกล้เคียงกัน โดยกระดาษที่ได้จากกาบนอก กาบกลางและกาบในมีความต้านทานการหักพับเฉลี่ย 2,846 3,834 และ 2,699 ครั้งตามลำดับ ที่อัตราส่วนผสมของใยกาบกล้วยต่อถ่านกัมมันต์ 85:15 จะมีความต้านทานการหักพับสูงสุดคือ 3,091 4,543 และ 2,987 ครั้ง หลังจากนั้นความต้านทานการหักพับของกระดาษจะลดลงถึงแม้จะผสมถ่านกัมมันต์มากขึ้นก็ตาม เนื่องจากถ่านกัมมันต์มีอนุภาคขนาดเล็กสามารถเข้าไปแทรกยึดเกาะกับเส้นใยกล้วยเป็นผลให้ความเหนียวของเส้นใยกล้วยลดลง

การศึกษาการต้านทานแรงดึงของกระดาษจากกาบนอก กาบกลางและกาบในของลำต้นกล้วยหอมทองผสมกับถ่านกัมมันต์ในอัตราส่วนต่าง ๆ พบว่ากระดาษจากกาบกลางมีความต้านทานแรงดึงสูงสุดเฉลี่ย 31.36 N.m²/g ซึ่งใกล้เคียงกับกระดาษจากเยื่อสาที่มีค่าความต้านทานแรงดึง 38.76 Nm/kg (วิชัยและคณะ, 2544) การที่กระดาษจากกาบกลางมีค่าความต้านทานแรงดึงที่สูงเพราะว่าลักษณะของเส้นใยที่มีขนาดเล็กและละเอียดกว่าส่วนของกาบนอกและกาบในที่มีลักษณะของเส้นใยใหญ่ หยิบและยาว ทำให้ประสานและยึดเกาะกันไม่ดี ในขณะที่ขึ้นรูปเป็นแผ่นค่าความต้านทานแรงดึงจึงมีค่าน้อยกว่า ที่อัตราส่วนผสมใยกาบกล้วยต่อถ่านกัมมันต์ 85:15 มีการต้านทานแรงดึงสูงสุด

ความต้านทานแรงฉีกขาดของกระดาษ คือความสามารถของกระดาษที่จะต้านแรงกระทำซึ่งจะทำให้ชิ้นทดสอบหนึ่งชิ้นขาดออกจากรอยฉีกเดิม ซึ่ง

กระดาษที่ผลิตจากกากกล้วยหอมทองผสมถ่านกัมมันต์ พบว่าความต้านทานแรงฉีกขาดของกระดาษจากกากนอก กากกลางและกากในไม่มีความแตกต่างกัน มีค่าเฉลี่ย 48.27 48.99 และ 48.09 mN.m²/g ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่ากระดาษจากใบสาที่มีค่าความต้านทานการฉีกขาด 65.67 mN.m²/kg (วิชัยและคณะ, 2544) เนื่องจากเมื่อมีการผสมถ่านกัมมันต์เข้าไปในเส้นใยกากกล้วยมีผลให้ความเหนียวและความแข็งแรงของเส้นใยกล้วยลดลง ดังนั้นเมื่อนำไปใช้งานควรดูตามความเหมาะสมของกระดาษด้วย

การศึกษาความต้านแรงดันทะลุของกระดาษคือความสามารถของกระดาษที่ทนแรงดันได้สูงสุด เมื่อได้รับการกระทำในทิศตั้งฉากต่อผิวหน้ากระดาษ) พบว่าความต้านทานแรงดันทะลุของกระดาษจากกากนอก กากกลางและกากในไม่มีความแตกต่างกัน มีค่าเฉลี่ย 3.55 3.42 และ 3.53 kPa.m²/g ตามลำดับ โดยถ่านกัมมันต์ที่ผสมเข้าไปมีผลให้ความต้านทานแรงดันทะลุของกระดาษลดลง เนื่องจากถ่านกัมมันต์ไม่ได้มีคุณสมบัติในการเสริมแรงให้กับเส้นใย ดังนั้นการนำไปใช้งานคว่นพิจารณาตามความเหมาะสม

ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 286-2533 ของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ให้มีความคลาดเคลื่อนของน้ำหนักมาตรฐานไม่เกิน ± 5 กรัมต่อตารางเมตร ดังนั้นน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษที่เตรียมในการทดลองซึ่งอยู่ในช่วง 90 ± 5 กรัมต่อตารางเมตร

การศึกษหาปริมาณเยื่อและคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของกระดาษจากเปลือกกล้วยหอมทองที่เก็บผลผลิตแล้วลำต้นกล้วยมีน้ำหนักสดต่อต้นเฉลี่ย 14.21 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 75.86 และเป็นไส้กลาง 3.43 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 24.14 ในส่วนของกากซึ่งเป็นลำต้นมีน้ำเป็นส่วนประกอบร้อยละ 78.32 น้ำจำนวนนี้จะมียูอยู่ในกากกลางมากที่สุดร้อยละ 83.07 กากในร้อยละ 76.24 และกากนอกน้อยสุดคือร้อยละ 73.12 เมื่อแห้งจะเหลือน้ำหนักแห้งของกากนอกร้อยละ 28.77 กากกลางร้อยละ 49.67 และกากในร้อยละ 21.56 หลังจากต้มกากนอกได้เยื่อร้อยละ 44.21 กากกลางร้อยละ 52.84 และกากในร้อยละ 41.72 กระดาษที่ผลิต

จากใยกากกลางกล้วยต่อถ่านกัมมันต์ 85:15 มีน้ำหนักมาตรฐาน 93.63 g/m² ความต้านทานการหักพับ 4,543 ครั้ง ความต้านทานแรงดึง 34.98 N.m²/g ความต้านทานแรงฉีก 49.76 mN.m²/g และความต้านทานแรงดันทะลุ 3.61 kPa.m²/g ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับกระดาษที่ผลิตจากใบสาและเหมาะต่อการใช้งานผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ได้อนุมัติทุนอุดหนุนการวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมส่งเสริมการเกษตร. (2553). ข้อมูลการปลูกกล้วยในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- [2] วิชัย หฤทัยชนาสนดี, วิษัณฑ์ อรรถนพนาฏรักษ์, วิทยา บัณสุวรรณ, วุฒินันท์ คงทัด, วารุณี ชนะแพสย์, ปริศนา สิริอาชา, บุศรินทร์ คงเสรี และวราภรณ์ อภิวัฒนาภักดิ์. (2544). การปรับปรุงกระบวนการผลิตเยื่อและกระดาษจากปอสา. ในงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบการผลิตเยื่อและกระดาษจากปอสาที่ไม่ก่อปัญหาสิ่งแวดล้อมเพื่ออุตสาหกรรมขนาดเล็ก สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.
- [3] วุฒินันท์ คงทัด, สุธีรา วิทยากาญจน์และสารมา สุนทรารชุน. (2553). การศึกษาสมบัติเชิงกลของกระดาษทำด้วยมือจากกากกล้วยที่ต้มโดยใช้หม้อต้มความดัน. การประชุมทางวิชาการของสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 8 : 34-33.
- [4] สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. (2555) . ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ กระดาษ

และสิ่งพิมพ์. กรุงเทพฯ : บริษัท วงศ์สว่างพับ
ลิชชิ่ง แอนด์ พริ้นติ้ง จำกัด.

- [5] Technical Association of the Pulp and
Paper Industry. (1996). TAPPI Test
Methods 1996-1997. TAPPI Press, At
inata.

ต้นทุนและผลตอบแทนของการปลูกและการแปรรูปเมล็ดกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า กรณีศึกษา กาแฟตัวกะหมี่ ตำบลแจ้ซ้อน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง

กรรณิการ์ ไจมา^{1*} พิมพ์พิญ์ พุทะนันชัย² จักรกิจ เฉพาะธรรม³,
นภัส พรหมชัย⁴, รุ่งฤดี ทองอิน⁵ และสุวรรณ จันทร์อินทร์⁶

¹⁻⁵สาขาการบัญชี คณะบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง
200 หมู่ 17 ถนนลำปาง - จาว ตำบลพิชัย อำเภอเมืองลำปาง จังหวัดลำปาง 52000

⁶สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง
200 หมู่ 17 ถนนลำปาง - จาว ตำบลพิชัย อำเภอเมืองลำปาง จังหวัดลำปาง 52000

รับบทความ 12 ตุลาคม 2561 ตอรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 30 เมษายน 2563

© 2018 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

บทคัดย่อ

การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนของการปลูกและการแปรรูปเมล็ดกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า กรณีศึกษากาแฟตัวกะหมี่ ตำบลแจ้ซ้อน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปางในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อการศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนของการปลูกและการแปรรูปเมล็ดกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า กรณีศึกษา กาแฟตัว กะหมี่ ตำบลแจ้ซ้อน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปางโดยการเก็บข้อมูลด้วยแบบสัมภาษณ์จากเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า เพื่อนำมาศึกษาต้นทุนการปลูกกาแฟ และการแปรรูปเมล็ดกาแฟและผลตอบแทนในรูปแบบของการวิเคราะห์วิธีระยะคืนทุน วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ และอัตราผลตอบแทนภายใน ผลการศึกษา การคำนวณต้นทุนการปลูกกาแฟ มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนเฉลี่ย เท่ากับ 7,890.73 บาทต่อไร่ ต้นทุน การปลูกกาแฟมีต้นทุนการปลูกเฉลี่ยเท่ากับ 10,501.13 บาทต่อไร่ รายได้เฉลี่ย เท่ากับ 30,696.92 บาทต่อไร่ ด้านผลตอบแทนจากการลงทุน อายุโครงการ 10 ปี มีระยะเวลาคืนทุน เท่ากับ 3 ปี 8 เดือน 21 วัน มูลค่าปัจจุบันสุทธิที่อัตราคิดลดร้อยละ 7 (MRR ของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์) เท่ากับ 2,420,636.38 บาท และมีอัตราผลตอบแทนโครงการลงทุน เท่ากับ ร้อยละ 23.75 การแปรรูปกาแฟ พบว่า มีค่าใช้จ่ายในการลงทุน เฉลี่ย เท่ากับ 78.13 บาทต่อกิโลกรัม มีต้นทุนการแปรรูปเฉลี่ยเท่ากับ 86.06 บาท ต่อกิโลกรัมและมีรายได้เฉลี่ยเท่ากับ 120.00 บาทต่อกิโลกรัม มีอายุโครงการเท่ากับ 10 ปี พบว่า มีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 2 ปี 21 วัน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ ที่อัตราคิดลดร้อยละ 5 เท่ากับ 8,539,647.26 บาท และมีอัตราผลตอบแทนโครงการลงทุน เท่ากับร้อยละ 24.90 ต้นทุน การแปรรูปกาแฟถึงสำเร็จรูป พบว่า มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนเฉลี่ย เท่ากับ 207.13 บาทต่อกิโลกรัม ต้นทุนการแปรรูปเฉลี่ยเท่ากับ 269.40 บาทต่อกิโลกรัม และมีรายได้เฉลี่ยเท่ากับ 600.00 บาทต่อกิโลกรัม อายุโครงการ 10 ปี มีระยะเวลาคืนทุน เท่ากับ 5 เดือน 21 วัน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ ที่อัตราคิดลดร้อยละ 5 เท่ากับ 11,711,328.76 บาทซึ่งมีค่ามากกว่าศูนย์ และมีอัตราผลตอบแทนโครงการลงทุน เท่ากับร้อยละ 25.01

คำหลัก : ต้นทุน, ผลตอบแทน, กาแฟตัวกะหมี่

COST AND RETURN OF ARABICA COFFEE BEANS PLANTATION AND PROCESSING: A CASE STUDY OF A COFFEE TUR KA MHEE CHAE SON SUB-DISTRICT, MUANG PAN DISTRICT, LAMPANG.

Kannika Jaima^{1*} Pimtip Futananchai² Jakkit Chaprawtham³,

Napat Promchai⁴ Rungruedee Thong-in⁵ and Suwan Janin⁶

¹⁻⁵ Department of Accounting Faculty of Business Administration and Liberal Arts Rajamangala University of Technology Lanna Lampang : 200 moo 17, Mueang Lampang District Lampang Province 52000

⁶Department of Agritronics Engineering Faculty Engineering Rajamangala University of Technology Lanna Lampang : 200 moo 17, Mueang Lampang District Lampang Province 52000

Receive: 12 October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 30 April 2020

© 2018 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

ABSTRACT

This study aimed to elaborate cost and return of Arabica coffee bean plantation by collecting the data via questionnaire responses farmer who planted Arabica coffee and also serial interviews with a coffee plantation farmer group at coffee Tur Ka Mhee Chae Son Sub-district. The data were examined and calculated to explain the cost and return in a form of payback period analysis with the Net Present Value method (NPV) and also ten-year internal rate of return. The results were obtained from respondent; their average plantation cost from year 1 to year 10 was 10,501.13 baht/rai and the total revenue was 30,696.92 baht/rai. Thus, the payback period was 3 years 8 months and 21 days; with 7% of discount payback, then, the value was 2,420,363.38 baht. Also, the investment rate of return was 23.75%. Obviously, the cost and return of parchment coffee processing from year 1 to year10 showed that the investment cost was 78.13 baht per kilo; the average cost of parchment coffee processing was 86.06 baht per kilo and the total revenue was 120.00 baht per kilo. In other words, the payback period was 2 years and 17 days; with 5% of discount payback Loan rates, minimum standards for good governance. Type MLR loan from Bank for Agriculture and Agricultural Cooperatives then, the value was 8,539,647.26 baht. So, the investment rate of return was 24.90%. In addition, the instant coffee processing investment cost was 207.13 baht per kilo; with the average cost of 269.40 baht per kilo; and the total revenue was 600 baht per kilo. Therefore, the payback period was 5 months and 21 days; with 5% of discount payback, then, the value was 11,711,328.76 baht and the investment rate of return was 25.01%.

Keywords: Costs, returns, Instant coffee Tur Ka Mhee.

1. บทนำ

กาแฟ (Coffee) ถือว่าเป็นพืชเศรษฐกิจประเภทเครื่องดื่มที่สำคัญชนิดหนึ่งของโลกที่นิยมบริโภค เพื่อให้ความสดชื่นและความกระปรี้กระเปร่าแก่ร่างกาย สายพันธุ์กาแฟมีอยู่ทั้งหมด 4 สายพันธุ์ได้แก่อาราบิก้า (Arabica) โรบัสต้าหรือคานีฟอรา (Robusta or Canephora) เอ็กเซลซ่า (Excelsa) และ ลิเบอริก้า (Liberica) แต่กาแฟสายพันธุ์หลักที่นิยมบริโภคและผลิตปริมาณมากที่สุดของโลก คือกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า ซึ่งมีการบริโภคและการผลิตประมาณร้อยละ 80 ของกาแฟ ที่ปลูกทั่วโลกเนื่องจากกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้าเป็นกาแฟที่มีรสชาติและกลิ่นที่ดีกว่ากาแฟสายพันธุ์อื่น (ชวนชม เจริญศิริ, 2551)

ปัจจุบันผลผลิตกาแฟที่ผลิตได้ในประเทศ ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ในประเทศเนื่องจากปริมาณการผลิตลดลง สวนทางกับปริมาณความต้องการเพิ่มขึ้นโดยในปี 2554 ประเทศไทยผลิตเมล็ดกาแฟได้ 42,394 ตัน ความต้องการใช้ของโรงงานแปรรูป 61,480 ตัน ซึ่งยังไม่รวมถึงความต้องการของโรงงานคั่วบดขนาดเล็ก ทำให้การนำเข้าเมล็ดกาแฟบางส่วนที่มีความสำคัญกับตลาดต่างประเทศควบคู่กับการตลาดในประเทศ ทำให้การส่งออกผลิตภัณฑ์กาแฟของไทยมีทั้งที่อยู่ในรูปเมล็ดกาแฟ กาแฟ คั่ว และกาแฟสำเร็จรูป (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) ตลาดกาแฟในประเทศไทยมีมูลค่ามากกว่า 30,000 ล้านบาท แบ่งออกเป็นกาแฟ 3 in 1 ร้อยละ 50 กาแฟ พร้อมดื่มร้อยละ 35 และกาแฟผงสำเร็จรูป ร้อยละ 15 โดยกาแฟพร้อมดื่ม (RTD Coffee) จัดเป็นกาแฟที่ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แม้จะถูกกระแสของกาแฟสดจากร้านขายกาแฟที่เกิดขึ้นใหม่เป็นจำนวนมาก เข้ามาแย่งส่วนแบ่งทางการตลาด แต่กระแสดังกล่าวก็ช่วยผลักดันให้ตลาดเติบโต และทำให้ผู้ผลิตต้องปรับตัวเพื่อรักษารฐานลูกค้าเดิมซึ่งเป็นลูกค้าหลักไว้และขยายกลุ่มลูกค้าใหม่ๆ ไปสู่วัยรุ่นและวัยเริ่มทำงานมากขึ้น จึงส่งผลทำให้ความต้องการกาแฟพร้อมดื่มยังคงขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 5 ต่อปี (มยุรา ปรารณาเปลี่ยน, 2557) ทำให้มีการส่งเสริมปลูกพืชทดแทนผืนนี้ กาแฟพันธุ์อาราบิก้าเป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญและเป็นความหวังในการทดแทนผืนและ

สามารถทำรายได้แก่เกษตรกรชาวเขาได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้เนื่องจากสภาพความเหมาะสมของพื้นที่สูงและความต้องการในตลาดยังมีอยู่มากนั่นเอง

ภาคเหนือได้มีการส่งเสริมให้เกษตรกรชาวไทยภูเขาปลูกเพื่อทดแทนการปลูกฝิ่นและยาเสพติดมาตั้งแต่ปี 2529 โดยเริ่มปลูกและขยายพื้นที่ปลูกไปยังจังหวัดต่างๆ ในเขตภาคเหนือที่มีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าสามารถเจริญเติบโตได้ดี เพื่อให้มีผลผลิตพร้อมจำหน่ายได้ตลอดทั้งปี สำหรับกาแฟอาราบิก้าในจังหวัดลำปางอำเภอที่มีการปลูกกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้ามากอีกอำเภอหนึ่งคืออำเภอเมืองปานในเขตบ้านแม่แจ่ม ตำบลแจ้ซ้อน เกษตรกรส่วนใหญ่มีอาชีพปลูกกาแฟซึ่งทางหน่วยงานภาครัฐได้มีการส่งเสริมเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟให้มีการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากผลผลิตที่ได้ เพื่อบ่มเพาะการเป็นผู้ประกอบการมากกว่าการขายเมล็ดเชอร์รี่เพื่อรอจำหน่ายให้กับพ่อค้าคนกลาง

หนึ่งในผู้ประกอบการที่ปลูกและแปรรูปกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า ในพื้นที่ดอยแม่แจ่ม คือคุณตัว จางอรุณ เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟโดยมีพื้นที่ปลูกกาแฟทั้งหมดจำนวน 13 ไร่และแปรรูปกาแฟคั่วบดเพื่อจำหน่ายให้กับผู้บริโภคทั่วไป ทั้งนี้ผู้ประกอบการประสงค์ที่จะได้รับความรู้ในส่วนของการคำนวณต้นทุนผลิตภัณฑ์ ในส่วนของการคำนวณต้นทุนในการปลูกและการแปรรูปผลิตภัณฑ์ตามหลักการบัญชีที่ถูกต้อง ซึ่งส่งผลทำให้การกำหนดราคาขายผลิตภัณฑ์ตรงความเป็นจริงที่เกิดขึ้นผลกระทบต่อผู้ประกอบการหรือถ้าไรที่ผู้ประกอบการได้รับอย่างแท้จริง อีกทั้งยังส่งผลต่อการวางแผนทางด้านการตลาดและโอกาสในการสร้างรายได้เพิ่มคุณภาพชีวิตอย่างยั่งยืนให้กับเกษตรกรในชุมชน

ดังนั้น ผู้ศึกษาจึงสนใจที่จะศึกษากระบวนการของการปลูกกาแฟและศึกษาด้านทุนและผลตอบแทนของการปลูกและการแปรรูปเมล็ดกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า กรณีศึกษา กาแฟตัวกะหมี่ ตำบลแจ้ซ้อน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปางเพื่อให้ทราบต้นทุนและผลตอบแทนของการปลูกและการแปรรูปเมล็ดกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า กรณีศึกษา กาแฟตัวกะหมี่ ตำบลแจ้ซ้อน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง ตลอดจนเป็น

แนวทางในการเผยแพร่ข้อมูลแก่เกษตรกรผู้สนใจในการลงทุนปลูกกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้าต่อไป

2. วิธีการวิจัย

2.1 วิธีการรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยข้อมูล 2 ประเภท ได้แก่

1) ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) ได้จากการสอบถามเกษตรกรผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟตัวกะหมี่ บ้านแม่แจ่ม ตำบลแจ้ซ้อน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง

2) ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ได้จากการค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลจากเอกสารของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น ค้นคว้าจากวารสาร หนังสือ สิ่งพิมพ์และ เว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง

2.2 เครื่องมือในการวิจัย

1) แบบสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟ โดยแบ่งเป็น 4 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า

ส่วนที่ 2 รายละเอียดในการลงทุนปลูกกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า ประกอบด้วยอุปกรณ์และวัสดุในการลงทุน

ส่วนที่ 3 กระบวนการปลูกกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้าได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟ ทั้งหมดมี 4 กระบวนการ ได้แก่ การเตรียมพื้นที่ การปลูก การดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยวโดยมีต้นทุนการผลิตที่ประกอบด้วย วัสดุดิบทางตรง ค่าแรงงานทางตรงและค่าใช้จ่ายในการผลิต

ส่วนที่ 4 ผลตอบแทนการปลูกกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์

2) ข้อมูลการแปรรูป โดยใช้แบบสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ ข้อมูลมีดังนี้

2.1) ต้นทุนและผลตอบแทนการแปรรูปกาแฟ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลรายละเอียดการลงทุนการแปรรูปกาแฟ ประกอบด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับต้นทุนในกระบวนการแปรรูปกาแฟ ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ ทั้งหมดมี 4 กระบวนการ ได้แก่ การเตรียมวัตถุดิบ การคั่ว การบด และการบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยมีต้นทุนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย วัตถุดิบทางตรงค่าแรงงานทางตรงและค่าใช้จ่ายในการผลิต

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับผลตอบแทนของการแปรรูปผลิตภัณฑ์กาแฟ ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์

3) ข้อมูลการแปรรูปกาแฟที่สำเร็จรูป โดยใช้แบบสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ ข้อมูลมีดังนี้ ต้นทุนและผลตอบแทนการแปรรูปกาแฟที่สำเร็จรูป มีดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลรายละเอียดการลงทุนการแปรรูปกาแฟที่สำเร็จรูป ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการลงทุน ได้แก่ ที่ดินอาคารและอุปกรณ์ในการแปรรูป

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับต้นทุนในกระบวนการแปรรูปกาแฟ ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ ทั้งหมดมี 4 กระบวนการ ได้แก่ การเตรียมวัตถุดิบ การคั่ว การบด และการบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยมีต้นทุนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย วัตถุดิบทางตรง ค่าแรงงานทางตรงและค่าใช้จ่ายในการผลิต

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับผลตอบแทนจากการจำหน่ายกาแฟที่สำเร็จรูปที่ได้จากการแปรรูปผลิตภัณฑ์กาแฟได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์

2.3 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

1) วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟ โดยแบ่งเป็น 4 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า โดยใช้การวิเคราะห์เชิงพรรณนา

ส่วนที่ 2 รายละเอียดในการลงทุนปลูกกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า ประกอบด้วยอุปกรณ์และวัสดุในการลงทุน โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลด้วย การอธิบายลักษณะทั่วไปของข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตในรูปแบบตาราง

ส่วนที่ 3 กระบวนการปลูกกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์

เกษตรกร ผู้ปลูกกาแฟ ทั้งหมดมี 4 กระบวนการ ได้แก่ การเตรียมพื้นที่ การปลูก การดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยว โดยมีต้นทุนการผลิตที่ประกอบด้วย วัตถุดิบทางตรง ค่าแรงงานทางตรงและค่าใช้จ่ายในการผลิต ทำการวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลด้วยการอธิบายลักษณะทั่วไปของข้อมูล โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตในรูปแบบตาราง

ส่วนที่ 4 ผลตอบแทนการปลูกกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์

2) วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลการแปรรูป โดยใช้แบบสัมภาษณ์ ผู้ประกอบการ ข้อมูลมีดังนี้

2.1) วิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนการแปรรูปกะลากาแฟ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลรายละเอียดการลงทุนการแปรรูปกะลากาแฟ ประกอบด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ โดยใช้สถิติ เชิงพรรณนาวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลด้วยการอธิบายลักษณะทั่วไปของข้อมูลโดยใช้ในรูปแบบตารางประกอบคำบรรยาย

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับต้นทุนในกระบวนการแปรรูปกะลากาแฟ ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ ทั้งหมดมี 4 กระบวนการ ได้แก่ การเตรียมวัตถุดิบ การคั่ว การบด และการบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยมีต้นทุนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย วัตถุดิบทางตรง ค่าแรงงานทางตรงและค่าใช้จ่ายในการผลิต ทำการวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลด้วยการอธิบายลักษณะทั่วไปของข้อมูลโดยใช้ในรูปแบบตารางประกอบคำบรรยาย

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับผลตอบแทนของการแปรรูปผลิตภัณฑ์กาแฟ ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ นำมาวิเคราะห์ในรูปแบบตารางประกอบคำบรรยาย

3) วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลการแปรรูปกาแฟที่สำเร็จรูป โดยใช้แบบสัมภาษณ์ ผู้ประกอบการ ข้อมูลมีดังนี้

3.1) วิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนการแปรรูปกาแฟที่สำเร็จรูป

ส่วนที่ 1 ข้อมูลรายละเอียดการลงทุนการแปรรูปกาแฟที่สำเร็จรูป ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการลงทุน ได้แก่ ที่ดินอาคารและอุปกรณ์ในการแปรรูป โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลด้วยการอธิบายลักษณะทั่วไปของข้อมูลโดยใช้ในรูปแบบตารางประกอบคำบรรยาย

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับต้นทุนในกระบวนการแปรรูปกะลากาแฟ ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ ทั้งหมดมี 4 กระบวนการ ได้แก่ การเตรียมวัตถุดิบ การคั่ว การบด และการบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยมีต้นทุนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย วัตถุดิบทางตรง ค่าแรงงานทางตรงและค่าใช้จ่ายในการผลิต ทำการวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลด้วยการอธิบายลักษณะทั่วไปของข้อมูลโดยใช้ในรูปแบบตารางประกอบคำบรรยาย

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับผลตอบแทนจากการจำหน่ายกาแฟที่สำเร็จรูปที่ได้จากการแปรรูปผลิตภัณฑ์กาแฟได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ นำมาวิเคราะห์ในรูปแบบตารางประกอบคำบรรยาย

ส่วนที่ 4 การวิเคราะห์ผลตอบแทนของการลงทุนทั้งการปลูกกาแฟ การแปรรูปเมล็ดกาแฟในรูปแบบของกะลากาแฟ และการแปรรูปกาแฟที่สำเร็จรูป โดยใช้วิธีดังต่อไปนี้

(1.) วิธีระยะเวลาคืนทุน (Payback Period : PB)การประเมินค่าการลงทุนเพื่อตัดสินใจเลือกว่าจะลงทุนในโครงการนั้นหรือไม่โดย วิเคราะห์จากวิธีระยะเวลาคืนทุนจะพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างระยะเวลาคืนทุนตามที่ผู้ประกอบการต้องการกับระยะเวลาคืนทุนของโครงการหากระยะเวลาคืนทุนของโครงการนั้นเกินกว่าระยะเวลาคืนทุน ที่ผู้ประกอบการได้ตั้งไว้ โครงการลงทุนนั้นก็ไม่เหมาะสมที่จะลงทุน

(2.) วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ(Net Present Value: NPV)การประเมินค่าการลงทุนเพื่อตัดสินใจเลือกลงทุนในโครงการลงทุนนั้นจะพิจารณาดังนี้

(2.1) ถ้ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ของโครงการลงทุนมากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ โครงการ

ลงทุนนั้นควรจะได้รับเลือกลงทุน ($NPV \geq 0$: ยอมรับโครงการลงทุน)

(2.2) ถ้ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ของโครงการลงทุนน้อยกว่าศูนย์ โครงการลงทุนนั้นไม่ควรเลือกลงทุน ($NPV < 0$: ไม่ยอมรับโครงการลงทุน)

(3.) วิธีอัตราผลตอบแทนที่แท้จริง ($Internal Rate of Return : IRR$) การประเมินค่าการลงทุนเพื่อตัดสินใจลงทุนโดยใช้อัตราผลตอบแทนที่แท้จริงจากโครงการลงทุนมีหลักเกณฑ์ ดังนี้

(3.1) ถ้าโครงการลงทุนมีอัตราผลตอบแทนที่แท้จริงจากโครงการลงทุนมากกว่า หรือเท่ากับอัตราผลตอบแทนที่ต้องการหรือต้นทุนของเงินทุน โครงการลงทุนนั้นควรได้รับการเลือกลงทุน ($IRR \geq$ อัตราผลตอบแทนที่ต้องการ: ยอมรับโครงการลงทุน)

(3.2) ถ้าโครงการลงทุนมีอัตราผลตอบแทนที่แท้จริงจากโครงการลงทุนน้อยกว่าอัตราผลตอบแทนที่ต้องการหรือต้นทุนของเงินทุน โครงการลงทุนนั้นไม่ควรเลือกลงทุน ($IRR <$ อัตราผลตอบแทนที่ต้องการ: ไม่ยอมรับโครงการลงทุน)

3. ผลการวิจัย

จากศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนของการปลูกและการแปรรูปเมล็ดกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า กรณีศึกษา กาแฟ ตัวกะหมี่ ตำบลแจ้ซ้อน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง รายละเอียดดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์ต้นทุนการปลูกกาแฟและการแปรรูปกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า

พบว่า เกษตรกรชื่อคุณตัว จางอรุณ เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟ เพศชาย อายุ 58 ปี มีพื้นที่ปลูกกาแฟซึ่งเป็นพื้นที่ใช้สอย จำนวน 13 ไร่ ในพื้นที่ ดอยแม่แจ่ม ตำบลแจ้ซ้อน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง เริ่มปลูกกาแฟเนื่องจากกาแฟเป็นไม้ยืนต้น ดูแลรักษาง่าย และจำหน่ายได้ราคาดี ตลอดจนได้รับความรู้จากเกษตรกรอำเภอหน่วยงานต่างๆ ที่เข้ามาให้ความช่วยเหลือจนทำให้สามารถพัฒนา สายพันธุ์ให้มีคุณภาพ มีผลผลิตที่ดี ซึ่งนอกจากการปลูกกาแฟแล้ว ยังคิดกระบวนการแปรรูปกาแฟโดยผลิตกาแฟคั่วและกาแฟบดส่งจำหน่ายทั้งในจังหวัดลำปางและจังหวัดใกล้เคียง

จากการศึกษาพบว่า ต้นทุนและผลตอบแทนของการปลูกกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า ในการคำนวณต้นทุน การปลูกกาแฟพบว่ามีค่าใช้จ่ายในการลงทุนเฉลี่ยต่อไร่ เท่ากับ 7,890.73 บาท ต้นทุนการปลูกกาแฟมีต้นทุนการปลูกเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 10,501.13 บาทซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนวัตถุดิบเท่ากับ 1,200.00 บาท ต่อไร่ ต้นทุนค่าแรงงานทางตรงเท่ากับ 2,685.00 บาท ต่อไร่ ต้นทุนค่าใช้จ่ายการผลิตผันแปร เท่ากับ 6,550.00 บาท ต้นทุนค่าใช้จ่ายการผลิตคงที่ เท่ากับ 66.13 บาทต่อไร่ ทั้งนี้ ได้กำหนดอายุโครงการจำนวน 10 ปี ในส่วนของผลตอบแทน พบว่ามีผลตอบแทนเฉลี่ยต่อไร่ เท่ากับ 30,696.92 บาท รวมระยะเวลา 10 เท่ากับ 436,278.03 บาท ต่อไร่ การวิเคราะห์โครงการลงทุนพบว่ามีระยะเวลาคืนทุนของโครงการ 10 ปี เท่ากับ 3 ปี 8 เดือน 21 วัน โครงการ มีอัตราคิดลดร้อยละ 7 ทำให้มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ เท่ากับ 2,420,363.38 บาท และมีอัตราผลตอบแทนโครงการลงทุน เท่ากับร้อยละ 23.75 มีค่ามากกว่าอัตราคิดลดร้อยละ 7 ถือเป็นโครงการที่ยอมรับการลงทุน

ด้านการคำนวณต้นทุนและผลตอบแทนของการแปรรูปเป็นกะลากาแฟ พบว่ามีค่าใช้จ่ายในการลงทุนจำนวนเงินทั้งสิ้น 382,750.00 บาทหรือ 78.13 บาท ต่อ กิโลกรัม มีต้นทุนในการแปรรูป จำนวนทั้งสิ้น 421,613.28 บาท หรือ 86.06 บาทต่อกิโลกรัม เมื่อแยกตามองค์ประกอบด้านต้นทุนการปลูก ที่ประกอบด้วย ต้นทุนวัตถุดิบทั้งสิ้น เท่ากับ 399,060.00 บาท หรือ 81.46 บาท ต้นทุนค่าแรงงานทางตรงทั้งสิ้น เท่ากับ 12,375.00 บาท หรือ 2.53 บาทต่อกิโลกรัม ต้นทุนค่าใช้จ่ายการผลิตผันแปรทั้งสิ้น เท่ากับ 3,528.27 บาท หรือ 0.72 บาทต่อกิโลกรัม ต้นทุนค่าใช้จ่ายการผลิตคงที่ทั้งสิ้นเท่ากับ 6,650.01 บาท หรือ 1.36 บาทต่อกิโลกรัม ทั้งนี้ ได้กำหนดอายุโครงการจำนวน 10 ปี ในส่วนของผลตอบแทน พบว่ามีผลตอบแทนเฉลี่ยต่อปี เท่ากับ 587,880.00 บาทหรือ 120 บาทต่อกิโลกรัม รวมระยะเวลา 10 เท่ากับ 12,231,053.47 บาท การวิเคราะห์โครงการลงทุนในส่วนของระยะเวลาคืนทุนของโครงการ 10 ปี เท่ากับ 2 ปี 21 วัน โครงการมีอัตราคิดลดร้อยละ 7 มีมูลค่าเท่ากับ 8,539,647.26 บาท และมีอัตรา

ผลตอบแทนโครงการลงทุน เท่ากับร้อยละ 24.90 ซึ่งมีค่ามากกว่าอัตราคิดลดร้อยละ 7

ในส่วนของการศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนของการแปรรูปกาแฟกิ่งสำเร็จรูป ในการคำนวณต้นทุน และผลตอบแทนการแปรรูปกาแฟกิ่งสำเร็จรูป พบว่ามีค่าใช้จ่ายในการลงทุนจำนวนเงินทั้งสิ้น 317,950.00 บาท หรือ 207.13 บาทต่อกิโลกรัม มีต้นทุนในการแปรรูปกาแฟกิ่งสำเร็จรูป จำนวนทั้งสิ้น 413,500.44 บาทหรือ 269.40 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนวัตถุดิบทั้งสิ้นเท่ากับ 206,457.94 บาทหรือ 134.50 บาทต่อกิโลกรัม ต้นทุนค่าแรงงานทางตรงทั้งสิ้นเท่ากับ 83,117.50 บาท หรือ 54.15 บาทต่อกิโลกรัม ต้นทุนค่าใช้จ่ายการผลิต ผันแปร

ทั้งสิ้นเท่ากับ 99,265.00 บาท หรือ 64.67 บาทต่อกิโลกรัม ต้นทุนค่าใช้จ่ายการผลิตที่ทั้งสิ้น เท่ากับ 24,690.00 บาท หรือ 16.08 บาทต่อกิโลกรัม ทั้งนี้ ได้กำหนดอายุโครงการจำนวน 10 ปี ในส่วนของผลตอบแทน พบว่า มีผลตอบแทนเฉลี่ยต่อปี เท่ากับ 921,000 บาท หรือ 600 บาทต่อกิโลกรัม รวมระยะเวลา 10 เท่ากับ 25,135,899.66 บาท การวิเคราะห์โครงการลงทุน ในส่วนของระยะเวลาคืนทุนของโครงการ 10 ปี เท่ากับ เท่ากับ 5 เดือน 21 วัน โครงการมีอัตราคิดลด ร้อยละ 5 มีมูลค่าเท่ากับ 17,711,328.76 บาท และมีอัตราผลตอบแทนโครงการลงทุน เท่ากับร้อยละ 25.01 ซึ่งมีค่ามากกว่าอัตราคิดลดร้อยละ 5 ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ต้นทุนการปลูกและการแปรรูปเมล็ดกาแฟโดยเฉลี่ย

ผลิตภัณฑ์	ผลกาแฟสุก	กะลากาแฟ	กาแฟกิ่งสำเร็จรูป
หน่วย	(บาท/ไร่)	(บาท/กิโลกรัม)	(บาท/กิโลกรัม)
ค่าใช้จ่ายในการลงทุน	7,890.73	78.13	207.13
ต้นทุนการผลิต :			
(1) วัตถุดิบ	1,200.00	81.46	134.50
(2) ค่าแรงงานทางตรง	2,685.00	2.53	54.15
(3) ค่าใช้จ่ายการผลิต	6,616.13	2.07	80.75
(4) รวมต้นทุน (1) + (2) + (3) = (4)	10,501.13	86.06	269.40
รายได้	30,696.92	120.00	600.00
กำไรขั้นต้น	20,195.79	33.94	330.60

ที่มา : จากการคำนวณ

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ผลตอบแทนการปลูกและการแปรรูปเมล็ดกาแฟโดยเฉลี่ย

ผลิตภัณฑ์	ผลกาแฟสุก	กะลากาแฟ	กาแฟกิ่งสำเร็จรูป
ระยะเวลาคืนทุน (PB)	3 ปี 8 เดือน 21 วัน	2,420,363.38 (หน่วย:บาท)	ร้อยละ 23.75
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ(NPV)	2 ปี 21 วัน	8,539,647.26 (หน่วย:บาท)	ร้อยละ 30.92
อัตราผลตอบแทนที่แท้จริง (IRR)	3 ปี 5 เดือน 20 วัน	11,711,328.76 (หน่วย:บาท)	ร้อยละ 25.01

ที่มา : จากการคำนวณ

4. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาต้นทุนและผลตอบแทน ของการปลูกกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้าพบว่าเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้าจากการศึกษาต้นทุนและผลตอบแทน ของการแปรรูปเป็นกะลากาแฟ ในการคำนวณต้นทุนและผลตอบแทน พบว่ามีค่าใช้จ่ายในการลงทุนจำนวนเงินทั้งสิ้น 382,750.00 บาท มีต้นทุนในการแปรรูป จำนวนทั้งสิ้น 421,613.28 บาท ซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนวัตถุดิบ เท่ากับ 399,060.00 บาท ต้นทุนค่าแรงงานทางตรง เท่ากับ 12,375.00 บาท ต้นทุนค่าใช้จ่ายการผลิตผันแปร เท่ากับ 3,528.27 บาท ต้นทุนค่าใช้จ่ายการผลิตคงที่ เท่ากับ 6,650.01 บาท ทั้งนี้ ได้กำหนดอายุโครงการจำนวน 10 ปี ในส่วนของผลตอบแทน พบว่า มีผลตอบแทนเฉลี่ยต่อปี เท่ากับ 587,880.00บาท รวมระยะเวลา 10 เท่ากับ 12,231,053.47 บาท การวิเคราะห์โครงการลงทุน ในส่วนของระยะเวลาคืนทุนของโครงการ10 ปี เท่ากับ เท่ากับ 2 ปี 21 วัน โครงการมีอัตราคิดลดร้อยละ 7 มีมูลค่าเท่ากับ 8,539,647.26 บาท และมีอัตราผลตอบแทนโครงการลงทุน เท่ากับร้อยละ 24.90 % ซึ่งมีค่ามากกว่าอัตราคิดลด ร้อยละ 7 ในส่วนของ การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทน ของการแปรรูปกาแฟกิ่งสำเร็จรูป ในการคำนวณต้นทุนและผลตอบแทนการแปรรูปกาแฟกิ่งสำเร็จรูป พบว่ามีค่าใช้จ่ายในการลงทุนจำนวนเงินทั้งสิ้น 317,950.00 บาท มีต้นทุน ในการแปรรูปกาแฟกิ่งสำเร็จรูป จำนวนทั้งสิ้น 413,500.44 บาท ซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนวัตถุดิบ เท่ากับ 206,457.94 บาท ต้นทุนค่าแรงงานทางตรง เท่ากับ 83,117.50 บาท ต้นทุนค่าใช้จ่ายการผลิตผันแปร เท่ากับ 99,265.00 บาท ต้นทุนค่าใช้จ่ายการผลิตคงที่ เท่ากับ 24,690.00 บาท ทั้งนี้ ได้กำหนดอายุโครงการจำนวน 10ปี ในส่วนของผลตอบแทน พบว่า มีผลตอบแทนเฉลี่ยต่อปี เท่ากับ 921,000 บาท รวมระยะเวลา 10 เท่ากับ 25,135,899.66 บาท การวิเคราะห์โครงการลงทุน ในส่วนของระยะเวลาคืนทุนของโครงการ10 ปี เท่ากับ เท่ากับ 5 เดือน 21 วัน โครงการมีอัตราคิดลดร้อยละ 5 มีมูลค่าเท่ากับ 17,711,328.76 บาท และมีอัตราผลตอบแทนโครงการลงทุน เท่ากับร้อยละ 25.01 ซึ่งมีค่ามากกว่าอัตราคิด

ลดร้อยละ 5 แสดงให้เห็นว่า โครงการนี้ให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการลงทุนในการศึกษาครั้งนี้วิธีการศึกษาได้สอดคล้องกับแนวคิด ทฤษฎีต้นทุน ที่เกิดขึ้นในการผลิตมีทั้งสิ้น 3 ประเภท ประกอบด้วย วัตถุดิบทางตรง ค่าแรงงานทางตรง และค่าใช้จ่ายในการผลิต สอดคล้องกับแนวคิด และทฤษฎีของงานวิจัยของ ชวนชม เขียวศิริ (2551) ศึกษาเรื่อง ต้นทุนและผลตอบแทนของการปลูกและการแปรรูปเมล็ดกาแฟ สายพันธุ์อาราบิก้า กรณีศึกษากลุ่มเกษตรกรบ้านกำแพงหิน ตำบลเทพเสด็จ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ที่ได้รับการคืนทุนเร็วที่สุดคือ พื้นที่ขนาด 1-2 ไร่ เท่ากับ 4.12 ปี รองลงมาคือ พื้นที่ขนาด 8-12 ไร่ได้รับการคืนทุน คือ 4.53 ปี พื้นที่ขนาด 20 ไร่ได้รับการคืนทุน คือ 4.61 และพื้นที่ขนาด 2.5-6.5 ไร่ได้รับการคืนทุน 4.64 ปี

สรุป

จากการศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนของการปลูกและการแปรรูปเมล็ดกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า กรณีศึกษา กาแฟ ตัวกะหมี่ ตำบลแจ้ซ้อน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง รายละเอียดดังต่อไปนี้แบ่งได้ 2 ส่วนดังนี้

การวิเคราะห์ต้นทุนการปลูกกาแฟและการแปรรูปกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า พบว่า เกษตรกรชื่อคุณตัวจางอรุณ เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟ เพศชาย อายุ 58 ปี มีพื้นที่ปลูกกาแฟซึ่งเป็นพื้นที่ใช้สอย จำนวน 13 ไร่ ในพื้นที่ดอยแม่แจ่ม ตำบล แจ้ซ้อน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง มีการคำนวณต้นทุนการปลูกกาแฟ พบว่ามีค่าใช้จ่ายในการลงทุนเฉลี่ยต่อไร่ เท่ากับ 7,890.73 บาท ต้นทุนการปลูกกาแฟเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 10,501.13 บาท ซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนวัตถุดิบเท่ากับ 1,200.00 บาท ต่อไร่ ต้นทุนค่าแรงงานทางตรงเท่ากับ 2,685.00 บาท ต่อไร่ ต้นทุนค่าใช้จ่ายการผลิตผันแปร เท่ากับ 6,550.00 บาท ต้นทุนค่าใช้จ่ายการผลิตคงที่ เท่ากับ 66.13 บาทต่อไร่ ทั้งนี้ ได้กำหนดอายุโครงการจำนวน 10ปี ในส่วนของผลตอบแทน พบว่า มีผลตอบแทนเฉลี่ยต่อไร่ เท่ากับ 30,696.92 บาท รวมระยะเวลา 10 เท่ากับ 436,278.03 บาท ต่อไร่ การวิเคราะห์โครงการลงทุน พบว่ามีระยะเวลาคืนทุนของโครงการ 10 ปี เท่ากับ 3 ปี 8 เดือน 21วัน โครงการ มีอัตราคิดลด

ร้อยละ 7 ทำให้มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ เท่ากับ 2,420,363.38 บาท และมีอัตราผลตอบแทนโครงการลงทุน เท่ากับร้อยละ 23.75 มีค่ามากกว่าอัตราคิดลด ร้อยละ 7 ถือเป็นโครงการที่ยอมรับการลงทุน

การคำนวณต้นทุนและผลตอบแทนของการแปรรูปเป็นกะลากาแฟ พบว่ามีค่าใช้จ่ายในการลงทุนจำนวนเงินทั้งสิ้น หรือ 78.13 บาทต่อกิโลกรัม มีต้นทุนในการแปรรูป เท่ากับ 86.06 บาทต่อกิโลกรัม ประกอบด้วย ต้นทุนวัตถุดิบ เท่ากับ 81.46 บาท ต้นทุนค่าแรงงานทางตรง เท่ากับ 2.53 บาทต่อกิโลกรัม ต้นทุนค่าใช้จ่ายการผลิตผันแปร เท่ากับ 0.72 บาท ต้นทุนค่าใช้จ่ายการผลิตคงที่ 1.36 บาท ตามลำดับ ทั้งนี้ ได้กำหนดอายุโครงการจำนวน 10 ปี ในส่วนของผลตอบแทน พบว่า มีผลตอบแทนเฉลี่ยต่อปี เท่ากับ 120 บาทต่อกิโลกรัม รวมระยะเวลา 10 เท่ากับ 12,231,053.47 บาท การวิเคราะห์โครงการลงทุน ในส่วนของระยะเวลาคืนทุนของโครงการ 10 ปี เท่ากับ เท่ากับ 2 ปี 21 วัน โครงการมีอัตราคิดลดร้อยละ 7 มีมูลค่าเท่ากับ 8,539,647.26 บาท และมีอัตราผลตอบแทนโครงการลงทุน เท่ากับร้อยละ 24.90 ซึ่งมีค่ามากกว่าอัตราคิดลดร้อยละ 7

การแปรรูปกาแฟสำเร็จรูป พบว่ามีค่าใช้จ่ายในการลงทุนจำนวนเงิน 207.13 บาทต่อกิโลกรัม มีต้นทุนในการแปรรูปกาแฟสำเร็จรูป จำนวน 269.40 บาท ซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนวัตถุดิบ 134.50 บาท ต้นทุนค่าแรงงานทางตรง 54.15 บาท ต้นทุนค่าใช้จ่ายการผลิตผันแปร 64.67 บาท ต้นทุนค่าใช้จ่ายการผลิตคงที่ 16.08 บาท ตามลำดับ ทั้งนี้ ได้กำหนดอายุโครงการจำนวน 10 ปี ในส่วนของผลตอบแทน พบว่า มีผลตอบแทนเฉลี่ยต่อปี เท่ากับ 600 บาทต่อกิโลกรัม รวมระยะเวลา 10 เท่ากับ 25,135,899.66 บาท การวิเคราะห์โครงการลงทุน ในส่วนของระยะเวลาคืนทุนของโครงการ 10 ปี เท่ากับ เท่ากับ 5 เดือน 21 วัน โครงการมีอัตราคิดลดร้อยละ 5 มีมูลค่าเท่ากับ 17,711,328.76 บาท และมีอัตราผลตอบแทนโครงการลงทุน เท่ากับร้อยละ 25.01 ซึ่งมีค่ามากกว่าอัตราคิดลด ร้อยละ 5 จึงยอมรับโครงการลงทุนทั้ง 3 โครงการ

5. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนการวิจัย จากงบประมาณโครงการความร่วมมือในการจัดการศึกษาเชิงบูรณาการการเรียนรู้ในสถานศึกษากับการนำวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมไปพัฒนา และยกระดับผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ชุมชนในพื้นที่ภาคเหนือ 6 จังหวัด

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ชวนชม เขียรสิริ. 2551. การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนของการปลูกและการแปรรูปเมล็ด กาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า กรณีศึกษากลุ่ม เกษตรกรบ้านกำแพงหิน ตำบลเทพเสด็จ อำเภอดอยสะเก็ดจังหวัดเชียงใหม่. การค้นคว้าแบบอิสระ ัญชีมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [2] นภาพร นิลภรณ์กุลและคณะ. 2553. การเงินธุรกิจ. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : บริษัททริปปี้ลกรุ๊ป จำกัด.
- [3] มนวิกา ผดุงสิทธิ์.(2557). การบัญชีเพื่อการจัดการ. พิมพ์ครั้งที่ 1).กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ฟิสิกส์ เซ็นเตอร์.
- [4] มยุรา ปรรณนาเปลี่ยน. (2557). การเติบโตของธุรกิจกาแฟ .[ออนไลน์] ได้จาก <http://www.vppcoffee.com/knowledge/coffee-business-growth>
- [5] ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบ นที่สูง . (2550).การส่งเสริมปลูกพืชทดแทนฝิ่น. [ออนไลน์].ได้จาก<http://www.agri.cmu.ac.th/organize/web.asp?Major Code=0813>
- [6] ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่.(2550). กลุ่มกาแฟอาราบิก้าไทย.[ออนไลน์]. ได้จาก http://www.chiangmaicoffee.com/CM_membershop. Htm
- [7] ศศิธร ชีณะวงศ์. (2553). ต้นทุนและผลตอบแทนในการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากมะไฟจีน กรณีศึกษาวิสาหกิจชุมชนขนาดเล็ก และขนาดย่อมกลุ่มแปรรูปมะไฟจีน บ้านกอก ตำบลท่านาว อำเภอกู่เพียงจังหวัดน่าน.

การค้นคว้าแบบอิสระ ปริญญาบัญชี
มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
เชียงใหม่.

- [8] สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์.(2553). การบัญชี
ต้นทุน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แมคกรอฮิลล์.
- [9] สำนักงานเกษตรจังหวัดแม่ฮ่องสอน. (2558).
กาแฟอาราบิก้าในจังหวัดแม่ฮ่องสอน.
[ออนไลน์].ได้จาก [http://www.oae.go.th/
main.php?filename=Index](http://www.oae.go.th/main.php?filename=Index)
- [10] สุวิมล ศิริวัล. (2556).ต้นทุนและผลตอบแทน
ในการลงทุนโครงการปลูกสวนยางพารา ใน
จังหวัดลำปาง. การค้นคว้าแบบอิสระ
บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเน
ชั่น.

วารสารวิจัยเทคโนโลยีนวัตกรรม
Journal of Innovative Technology Research (JITR)

เป็นวารสารพิมพ์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการทางด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา รวมทั้งสถาบันและหน่วยงานอื่น ๆ ทั่วประเทศ ซึ่งจัดพิมพ์เป็นราย 6 เดือน (ปีละ 2 ฉบับ, ฉบับที่ 1 เดือน มกราคม – มิถุนายนและฉบับที่ 2 เดือน กรกฎาคม – ธันวาคม)

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. ขอความยืนยันการได้รับบทความหรือสิ่งตีพิมพ์ (ต้นฉบับ) ทางอีเมล
2. กองบรรณาธิการวารสารวิจัยเทคโนโลยีนวัตกรรม ตรวจสอบบทความเบื้องต้น และให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบบทความแล้วหากพบว่าเนื้อหายังไม่สมบูรณ์ ไม่ผ่านการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิทางวารสารฯ จะแจ้งทางอีเมล ส่วนบทความที่สามารถปรับปรุงแก้ไขได้ ทางวารสารฯ จะแจ้งสิ่งที่ต้องปรับ แก้ไขให้เจ้าของบทความทราบเพื่อทำการแก้ไขต่อไป การแก้ไขนี้อาจทำได้ถึง 2 ครั้ง จนกว่าบทความจะมีความสมบูรณ์ได้มาตรฐานและผู้ทรงคุณวุฒิยืนยันให้ลงตีพิมพ์ได้
3. บทความที่ผ่านผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ยืนยันให้ตีพิมพ์ได้แล้ว จะเข้าสู่การพิจารณาโดยกองบรรณาธิการวารสารฯ เป็นขั้นสุดท้าย บทความบางเรื่องอาจไม่ได้รับการพิจารณาในขั้นตอนสุดท้าย ซึ่งผลการพิจารณาของกองบรรณาธิการวารสารฯ ถือเป็นขั้นสิ้นสุด
4. แจ้งกำหนดการตีพิมพ์ให้เจ้าของผลงานทราบทางอีเมล

การส่งต้นฉบับ :

1. ส่งแฟ้มข้อมูลบทความนามสกุล .Doc
2. ทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ jitr.rmutl@gmail.com



R : Responsibility - รับผิดชอบต่อการกิจต่อชุมชนสังคมประเทศชาติ
M : Morality - ยึดมั่นในคุณธรรมความงามความดี
U : Unity - ความเป็นหนึ่งเดียว
T : Technology - วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นฐานการพัฒนา
L : Learning society - สังคมแห่งการเรียนรู้

JiTR
Journal of Innovative
Technology Research



สถาบันวิจัยและพัฒนา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

98 หมู่ 8 ตำบลป่าปอ อ.คลองหลวง จ. ชลบุรี 10220

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

<http://jitr.rmutl.ac.th/>