



JiTR

Journal of Innovative
Technology Research

วารสารวิจัยเทคโนโลยีนวัตกรรม Journal of Innovative Technology Research

ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2562 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

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

สารบัญ

บทความวิจัย

หน้า

- ☐ 01 การออกแบบและพัฒนาระบบอินเทอร์เน็ทของสรรพสิ่งสำหรับการเพาะเมล็ดสับปะรดสี
กรณีศึกษา : ชนไชน์การ์เดนที่ฟาร์ม 1-15
พินิจ เจริญรัมย์*, นพรัตน์ เตชะพันธ์รัตนกุล, นิรมล ประเสริฐพงศ์กุล, วีรภูมิ ชันรัตน์, ดิเรก มณีวรรณ และกิจจา ไชยทนต์
- ☐ 02 การออกแบบและพัฒนาระบบสำหรับวางแผนการเพาะปลูกกระเจียวเขียว
กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนกระเจียวเขียว จ.พะเยา 16-26
กรรชัย วงศ์ไชยา, ชัชชัย ดีสุทนต์ และนนช เกตุย้อย*
- ☐ 03 พัฒนาระบบควบคุมการผสมธาตุอาหารสำหรับพืชแบบอัตโนมัติโดยโปรแกรมอาดูโน 27-32
กชพรรณ สีอุต*, ตระการ วงศ์สม, วีระพล โสณะชัย, บุญญฤทธิ์ ว่างอน, วริศ จิตต์ธรรม และสมชาติ หาญวงษา
- ☐ 04 ผลของความหนาแน่นต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของปลากาดำในระบบน้ำหมุนเวียน
โดยใช้ฟองอากาศขนาดเล็ก 33-43
เอกชัย ดวงใจ*
- ☐ 05 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของปุยอัมมัส กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจอัมมัสล้านอนทรีย์แม่เมาะ
บ้านนาสัก ตำบลนาสัก อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง 44-56
สิงหา คำมูลตา* และเกวลี พรหมสาย
- ☐ 06 การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตโดยใช้หลักการซิกซ์ซิกมาเพื่อรองรับมาตรฐานจีเอ็มพี โคเด็กซ์
กรณีศึกษา วิสาหกิจชุมชนกลุ่มพัฒนาเกษตรกรรมตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียง 57-67
นิวัฒน์ชัย ใจคำ*, อำนวย คำบุญ, วรพจน์ ศิริรักษ์, พีรวัตร ลือสัก, ศุภชัย ฟองขาว และทงศักดิ์ อินทร์รัตน์
- ☐ 07 การออกแบบและพัฒนาเครื่องบรรจุเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยว 68-76
นิวัฒน์ชัย ใจคำ*, อำนวย คำบุญ, วรพจน์ ศิริรักษ์, พีรวัตร ลือสัก, จารุวัฒน์ ขุนทา, นิธิกุล ก้าววัง และอุดร ใจกันทา
- ☐ 08 การตรวจติดตามเพื่อควบคุมและวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการคัดผัก
กรณีศึกษา อาคารผลิตผล ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง 77-90
สามารถ สาลี*, วรณัญญ์ วรรณพรหม, อลงกรณ์ งานดี, ศิริลักษณ์ กรุดเงิน, จิตตฤทธิ ทองปรอน และวรจักร เมืองใจ

สารบัญ

บทความวิจัย

หน้า

- ☐ 09 การศึกษาความรู้ พฤติกรรม และทัศนคติ การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของนักศึกษา
สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตเพชรบูรณ์..... 91-100
วิไลลักษณ์ ตรีเมฆ*, จักรกฤษณ์ อยู่ต๋ม, สุภรณ์ จำปา, สรสิทธิ์ ฤทธิ์รอด, จรินทร์ สารทอง และอุไรวรรณ สิงห์ทอ
- ☐ 10 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด..... 101-110
กนกพงษ์ ศรีเที่ยง*, สุริยงค์ ประชาเขียว และสรายุทธ บุญช่วย

CONTENT

RESEARCH ARTICLE	PAGE
☐ 01 The design and development of IoT platform for Bromeliad Seedlings: A case study at Sunshine Garden Farm	1-15
<i>Pinit Nuangpirom, Noparat Techapunratanakul, Niramol Prasertphongkul, Weerawut Khanrat, Direk Maneewan and Kitchar Chitanu</i>	
☐ 02 The design and development of Okra Cultivation Planning System A Case Study of Okra Enterprise Community at Phayao Province	16-26
<i>Kanchai Wongchaiya, Chouchai Deesula and Nongnuch Ketui*</i>	
☐ 03 Development of Automated Plant Nutrient Control Systems by Arduino Program	27-33
<i>Kotchapan Seeod*, Trakan Wongsom, Werapol Sonachai, Bunyarit Wangngon, Varis Jittham and Somchat Hanvongsa</i>	
☐ 04 The effect of stocking density on the growth and survival of Labeo chrysophekadion fish in the recirculating system using micro bubbles water	34-43
<i>Ekachai Duangjai*</i>	
☐ 05 Principal and reward analysis of Human Fertilizer Case study Humun Lan Inthrit Mae Moh Enterprise group BanNaSak, Mae Moh, Lampang	44-56
<i>Singha Kummulta* and Kawalee Promsay</i>	
☐ 06 The Efficiency Improvement of Manufacturing Process by Using Six Sigma for Certification from GMP Codex: A Case Study Agricultural Development Under The Sufficiency Economy	57-67
<i>Niwatchai Jaikham*, Amnuay Kamboon, Worapot Sirirak, Peerawat Lausak, Suphachai Fonghkao and Tanongsak Intarat</i>	
☐ 07 The Design and Development Packing Machine for Increase Packing Process Efficiency of Nam Ngiao Chili	68-76
<i>Niwatchai Jaikham*, Amnuay Kamboon, Worapot Sirirak, Peerawat Lausak, Jaruwat Khuntao, Nithikoon Kanweewong and Udon Jaikantha</i>	

CONTENT

RESEARCH ARTICLE

PAGE

- ☐ **08 The Monitoring for Control and Analysis of Electrical Energy Used in Agricultural Production.
Case Study of Product Building, Thung Luang Royal Project Foundation.....77-90**
Samart Salee, Wathanyu Wannaphrom, Alongkhon Ngandee, Sirilak Krudngirn, Jutturit Thongpron and Worrajak Maungjai*
- ☐ **09 Studying Knowledge, Behaviors and Attitude for Alcohol Drinking of Students
at Institute of Physical Education Phetchabun.....91-100**
Wilayluk Treemek, Jukkit Autum, Supornnee Jampa, Sorasit Ritrot, Jarin Santong and Uraiwan Singthong*
- ☐ **10 Development Products of Biomass Briquettes Production from Pineapple Peel.....101-110**
Kanokpong Srithiang, Suriyong Prachakiew and Sarayut Boonchaay*

กองบรรณาธิการ

ที่ปรึกษา :

รองศาสตราจารย์ศีลศิริ สง่าจิตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

บรรณาธิการ :

รองศาสตราจารย์ ดร.พานิช อินต๊ะ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

รองบรรณาธิการ :

ดร.สรพล ใจวงศ์ษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

ผู้ช่วยบรรณาธิการ :

ดร.ภาสวรรณ วัชรดำรงศักดิ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

กองบรรณาธิการ :

ศาสตราจารย์ ดร.ผดุงศักดิ์	รัตนเดโช	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.สนอง	เอกสิทธิ์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศาสตราจารย์ ดร.นคร	ทิพย์าวงศ์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ศาสตราจารย์ ดร.บุญ.อรพรรณ	โพชนกุล	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.ประยูทธ	อักรเอกผาลิน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี	ศิริปรัชญานันท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร.เศรษฐ์	สัมภัตตะกุล	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รองศาสตราจารย์ ดร.พีระพงศ์	ทิฆสกุล	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
รองศาสตราจารย์ ดร.วรภัทร	ลัคณาทินวงศ์	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี	ชัยเจริญ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.ตระกูลพันธ์	พัชรเมธา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จารุณี	ชามาตย์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ดร.ธัญวัต	สมใจทวิพร	สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

ฝ่ายจัดทำ :

นางมาลี	จินดาแก้ว	สถาบันวิจัยและพัฒนา
นางเสาวลักษณ์	วชิรนคร	สถาบันวิจัยและพัฒนา
นายพิศาล	หล้าใจ	สถาบันวิจัยและพัฒนา
นางสาวสุคนธ์	วงศ์หาญ	สถาบันวิจัยและพัฒนา
นางสาวสรรค์ศิริกุล	พยอมแย้ม	สถาบันวิจัยและพัฒนา
นางพลอยภิญญา	สุภาพรเหมินทร์	สถาบันวิจัยและพัฒนา
นางสาวสุพิชฌาย์	ถาวรลิ้มปะพงศ์	สถาบันวิจัยและพัฒนา
นางสาวณิชนมล	โพธิ์แก้ว	สถาบันวิจัยและพัฒนา
นางสาวธราสินี	ผ้อยสุข	สถาบันถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน

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	Supapornhemin	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.พีระพงศ์

รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริโฉม

รองศาสตราจารย์ ดร.สุนทร

รองศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จารุณี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตระยุทธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชงโค

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธเนศ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รัตน์ชนก

ดร.ธัญวดี

ดร.ปิยวรรณ

ทีมนสกุล

พิเชษฐบุญเกียรติ

วิทยาคุณ

ชัยเจริญ

ชามาตย์

จิตอ่อนน้อม

แซ่ตั้ง

ไชยชนะ

คงกระพันธ์

พราหมณ์ศิริ

สมใจทวีพร

สิริประเสริฐศิลป์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มหาวิทยาลัยพะเยา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยพิษณุโลก

สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

สารจากอธิการบดี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เป็นสถาบันอุดมศึกษาที่มีความสำคัญกับการทำวิจัยและบริการวิชาการ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่สังคมและชุมชน และสนับสนุนในการจัดทำวารสารวิจัยเทคโนโลยีนวัตกรรม เพื่อส่งเสริมให้น้องนักศึกษาเทคโนโลยีนวัตกรรมไปเผยแพร่ และสามารถถ่ายทอดให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อชุมชนและสังคม สู่การพัฒนาที่ยั่งยืนในอนาคต

เนื่องจากในปัจจุบันเศรษฐกิจของประเทศได้มีการเปลี่ยนแปลงจากภาคการผลิตไปสู่ภาคการคิดค้นนวัตกรรมใหม่ ๆ ภาคราชการได้นำพาประเทศสู่ยุคดิจิทัลไทยแลนด์ 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 ศीलศิริ สง่าจิตร

ผู้ปฏิบัติหน้าที่ อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

บทบรรณาธิการ

วารสารวิจัยเทคโนโลยีนวัตกรรม (Journal Of Technology Innovative Research: JITR) ฉบับนี้ เป็นวารสารฉบับต้นปี (มกราคม – มิถุนายน พ.ศ. 2562) ปีที่ 3 ฉบับ 1 เพื่อให้ให้นักวิจัย นักวิชาการ คณาจารย์ และนักศึกษาได้เผยแพร่บทความทางวิชาการ 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

**การออกแบบและพัฒนาระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
สำหรับการเพาะเมล็ดสับปะรดสี กรณีศึกษา : ชนไชน์การ์เดนท์ฟาร์ม**

**พินิจ เนื่องภิรมย์¹ นพรัตน์ เตชะพันธุ์รัตนกุล² นรมล ประเสริฐพงศ์กุล³ วีรภูมิ ชันรัตน์¹
ดิเรก มณีวรรณ¹ และ กิจจา ไชยทนต์¹**

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา 128 ถ.ห้วยแก้ว ต.ช้างเผือก อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50300

²คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
128 ถ.ห้วยแก้ว ต.ช้างเผือก อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50300

³คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 239 ถ.ห้วยแก้ว ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

รับบทความ 13 ตุลาคม 2561 ตอบรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 15 พฤษภาคม 2563

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

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับการเพาะเลี้ยงสับปะรดสี ตัวเครื่องประกอบไปด้วย 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนอินพุตสำหรับตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น ส่วนควบคุมสำหรับรับ – ส่งข้อมูล ส่วนเอาต์พุตสำหรับการควบคุมความชื้น อุณหภูมิและแสง และส่วนของการเก็บข้อมูลและแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันของโทรศัพท์มือถือ ผลการวิจัยพบว่าตัวเครื่องที่พัฒนาขึ้นสามารถควบคุมความชื้น อุณหภูมิ และปริมาณแสงได้ตามขอบเขตที่ตั้งไว้ และเมื่อนำไปประยุกต์ใช้กับการเพาะปลูกเมล็ดพันธุ์สับปะรดสี พบว่าการเจริญเติบโตของต้นอ่อนสูงกว่าร้อยละ 19 จำนวนต้นอ่อนที่เกิดจากการเพาะเมล็ดมากกว่าร้อยละ 22 และการลดระยะเวลาในการดูแลของเกษตรกรลงร้อยละ 91 เมื่อเทียบกับการเพาะเลี้ยงแบบดั้งเดิม ดังนั้นเครื่องเพาะเมล็ดพันธุ์ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปลูกสับปะรดสีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ระบบเพาะเมล็ดพันธุ์ สับปะรดสี อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

The design and development of IoT platform for Bromeliad Seedlings : A case study at Sunshine Garden Farm

**Pinit Nuangpirom^{1*} Noparat Techapunratanakul² Niramol Prasertphongkul³
Weerawut Khanrat¹ Direk Maneewan¹ and Kitchar Chitanu¹**

¹Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna :

128 Huay Kaew Road, Muang, Chiang Mai, Thailand, 50300

²Faculty of Sciences and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna :

128 Huay Kaew Road, Muang, Chiang Mai, Thailand, 50300

Faculty of Economics, Chiang Mai University: 239 HuayKaew Road, Suthep, Muang,
Chiang Mai, Thailand, 50200

Receive: July 2018 Accepted: November 2018 Published online: 15 May 2020

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

Abstract

The objectives of this research is to the design and development of IoT platform for Bromeliad Seedlings. The machine consists of 4 parts. First, input for measuring temperature and humidity. Second, Control for pick-up information. Third, output for controls of humidity, temperature and lighting. Finally, the fourth part, data collection and display through an application on mobile phone. The result of this research found that temperature and humidity controls can be developed, and the lighting exposure possible to some extent. Moreover, when applied these controls to the cultivation of bromeliads seeds, we found that the growth rate of seedlings via this new seedling machine is 19 percent higher compared to the traditional farming. Also, seedlings sapling rate is 22 percent higher. Nonetheless, reduce the time consumption on nurturing up to 91 percent. In conclusion, the developed seedlings machine could be applied to plant bromeliads seeds effectively.

Keywords: Seeder, Bromeliad, Internet of Things.

1. บทนำ

โรงเพาะปลูกสับปะรดสีชนัชนัการ์เดนาร์ ตั้งอยู่ในชุมชนบ้านตองกาย เลขที่ 293 หมู่ 1 ต.หนองควาย อ.หางดง จ.เชียงใหม่ ทำการเพาะปลูกสับปะรดสีและพืชประดับ บนพื้นที่กว่า 7 ไร่ ทั้งในโรงเรือนระบบเปิด และระบบปิด โดยก่อนหน้านั้นทางผู้ดูแล ได้ทำการเพาะเลี้ยงพืชประดับ ประเภทกล้วยไม้เป็นส่วนใหญ่ภายในพื้นที่ของโรงเรือน คิดเป็นประมาณ 80% ของพื้นที่ทั้งหมด แต่ประสบปัญหาเกี่ยวกับสารเคมีที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพร่างกายของเกษตรกร จึงได้ทำการศึกษาพืชเศรษฐกิจตัวใหม่และได้เริ่มการขยายพันธุ์และเพาะปลูกสับปะรดสี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2556 จนถึงปัจจุบัน

สับปะรดสี (Urn Plant) ชื่อสามัญคือ Bromeliad หรือชื่อวิทยาศาสตร์ *Aechmea fasciata* อยู่ในวงศ์ Bromeliaceae ที่มีถิ่นกำเนิดมาจากประเทศบราซิล มีประมาณ 2,800 ชนิด ใน 56 สกุล (Croonenborghs, 2011) เป็นพันธุ์ไม้ประดับที่มีใบเป็นกลีบแข็ง ๆ แผลออกไปรอบๆ ข้างบนใบมีลวดลายและสีสันทันสวยงามแตกต่างกันออกไปแล้วแต่ชนิดพันธุ์ เป็นไม้ที่เจริญเติบโตช้า ดูแลง่าย สามารถทนแล้งได้ดี มีช่อดอกยาวสูง สีกลีบดอก กลีบเลี้ยง และใบที่จุดยอดคงอยู่นานหลายสัปดาห์หรืออยู่ได้หลายเดือน และจะงอกต้นเล็กๆ ออกมารอบๆ ต้นสามารถตัดแยกไปปลูกเป็นต้นใหม่ได้ สับปะรดสีสามารถทนทานอยู่ได้ทั้งในที่ที่มีแสงมากและแสงน้อย มีระบบรากฝอย อายุอยู่ได้หลายปี ลำต้นส่วนใหญ่มีขนาดสั้นและมีกาบใบเวียนรอบและห่อลำต้นเรียงซ้อนกันแน่น ชูตั้งขึ้นเพื่อรับแสงแดดและน้ำ (อภิรักษ์, 2553) ลักษณะทางกายภาพของสับปะรดสีพบว่า มีชั้น คอร์เทกซ์ (Cortex) หนา ส่วนชั้นพาราคีมา (Parenchyma) เป็นชั้นที่บางเป็นรูปทรงกระบอก ตั้งอยู่ในส่วนกลางลำต้น โดยแยกจากส่วนของ สเกลโรพาราคีมา (Sclerenchyma) ส่วนเพอริเดิร์ม (Periderm) เกิดจากเฟลลโลเจน (Phellogen) อาจพัฒนาได้จากส่วนล่างของเนื้อเยื่อชั้นผิว (Epidermis) ในบางครั้งอาจเกิดบนแกนต้น ใบบาดแผลหรือใบที่เป็นแผลในบางพันธุ์

ส่วนลักษณะของรากสับปะรดสีที่อาศัยอยู่บนดิน มีเนื้อเยื่อชั้นผิวบางและแข็งแรงน้อยกว่าสับปะรดสีอิงอาศัย แต่มีประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำและธาตุอาหารมากกว่า (Benxing, 2000) สับปะรดสีที่มีแผ่นใบบางกว่า มันเงาและไม่มีขน ส่วนใหญ่จะทนต่อร่มเงาและความแห้งแล้งได้น้อย ซึ่งต่างจากกลุ่มที่มีใบหนา อวบน้ำ ใบแคบ และมีขน จะมีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดี (Krauss, 1948)

การเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์สับปะรดสีสามารถทำได้หลายวิธีเช่น การปักชำ ที่ต้องทำในสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมในห้องปฏิบัติการใช้ระยะเวลาที่นานประมาณ 11-12 เดือน มีค่าใช้จ่ายสูงแต่ผลที่ได้สามารถให้ต้นอ่อนของการเพาะเลี้ยงได้จำนวนมาก วิธีการการแยกหน่อ ทำได้โดยใช้มีดตัดหน่อที่แตกออกมาใหม่โดยตัดให้ชิดโคน จากนั้นทาปูนแดงหรือยาแก้นราบริเวณรอยตัด ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วจึงนำไปปลูกลงวัสดุปลูก มีข้อดีคือมีข้อผิดพลาดจากการขยายพันธุ์ต่ำ แต่ได้จำนวนปริมาณที่น้อยเมื่อเทียบกับวิธีแรก และวิธีที่นิยมในกลุ่มผู้เพาะปลูกสับปะรดสี คือการเพาะเมล็ด เหมาะสำหรับการผสมเกสรเพื่อต้องการพันธุ์พืชแบบผสม มีข้อดีคือสามารถทำการผสมเมล็ดเกสรข้ามสายพันธุ์ เพื่อก่อให้เกิดพันธุ์พืชชนิดใหม่ สร้างมูลค่าของผลผลิต แต่ก็มีข้อจำกัดในเรื่องของระยะเวลาที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเมล็ดที่พบว่า จากการเพาะเมล็ดเป็นต้นอ่อนใช้เวลา 8-12 เดือน และการแยกต้นอ่อนไปเพาะเพื่อจำหน่ายต้องใช้เวลาต่ออีก 1-3 ปี ตามชนิดของพันธุ์พืชนั้นๆ นอกจากนี้กระบวนการระหว่างที่ทำการเพาะเลี้ยงเมล็ดให้เป็นต้นอ่อน ยังพบอุปสรรคที่หลากหลาย เช่น ปัญหาการกักกั้นต้นอ่อนของวัชพืช การลองผิดลองถูกภายใต้สภาพแวดล้อมที่ไม่สามารถควบคุมได้ จึงส่งผลให้ปริมาณต้นอ่อนที่ออกมาจำนวนลดลงจากเดิมที่เพาะไว้

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ จึงได้ทำการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีของระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง สำหรับการเพาะเมล็ดสับปะรดสี โดยใช้แสงอาทิตย์เทียม (หลอดไฟปลูกต้นไม้) ร่วมกับสภาพแสงทางธรรมชาติ เพื่อศึกษาสภาพแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของ

เมล็ดพันธุ์ การควบคุม อากาศ ความชื้น และอุณหภูมิ ภายใต้สภาพแวดล้อมที่สามารถควบคุมได้ด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ มีการแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันของโทรศัพท์มือถือ ผ่านกระบวนการออกแบบและทดสอบ เพื่อให้ได้ค่าที่เหมาะสมที่สุด ในการเพาะเมล็ดพันธุ์ของสับปะรดสี เพื่อช่วยให้เกษตรกรลดระยะเวลาในการดูแล เพิ่มความแม่นยำในการวัดและทดสอบสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช อันจะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการเพาะปลูกสับปะรดสี มีมากขึ้นและสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพืชเศรษฐกิจตัวอื่นๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบอินเทอร์เนตของสรรพสิ่งสำหรับการเพาะเมล็ดสับปะรดสี

2.2 เพื่อทดสอบระบบอินเทอร์เนตของสรรพสิ่งสำหรับการเพาะเมล็ดสับปะรดสี

2.3 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการเจริญเติบโตด้วยระบบอินเทอร์เนตของสรรพสิ่งสำหรับการเพาะเมล็ดสับปะรดสี

3. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

วิธีการเพาะเมล็ด เหมาะสำหรับการผสมเกสร เพื่อต้องการพันธุ์พืชแบบผสม ซึ่งจะทำให้ได้ลูกผสมที่อาจสวยกว่าเดิม หรือด้อยกว่า ซึ่งต้องคัดต่อไปเรื่อยๆ ให้ได้ลูกผสมที่มีลักษณะที่สวยงามชัดเจน ในขณะที่วิธีการขยายพันธุ์โดยการแยกหน่อและเพาะเมล็ด เป็นวิธีที่นิยมทำในกลุ่มเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยง เนื่องจากสามารถทำได้ง่าย ภายในสวนหรือโรงเรือนของตนเอง และก่อให้เกิดการผสมพันธุ์ใหม่ของสับปะรดสีอีกด้วย โดยวิธีการเพาะเมล็ด จะใช้ระยะเวลาในการเพาะต้นอ่อน ประมาณ 2-3 เดือน ส่วนวิธีการแยกหน่อ จะใช้เวลาประมาณ 5 เดือน จึงจะสามารถนำไปเพาะเลี้ยงให้เป็นต้นขนาดกลางโดยใช้เวลาอีกประมาณ 5- 12 เดือน จึงจะสามารถนำไปจำหน่ายสู่ท้องตลาดได้ ตัวอย่างของเมล็ดสับปะรดสีแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 เมล็ดของสับปะรดสี



รูปที่ 2 เมล็ดที่เก็บแยกออกจากต้น

การขยายพันธุ์ ทำได้โดยการเก็บเมล็ดออกมา (รูปที่ 2) จากนั้นทำการคัดแยกเมล็ดตามแต่ละสายพันธุ์ที่ได้คัดเลือกมา (รูปที่ 3) แล้วจึงแยกเมล็ดปลูกลงในถาดเพาะ (รูปที่ 4) จากนั้นทำการเก็บเมล็ดที่ได้ทำการเพาะบนถาดไว้ในโรงเรือน เพื่อดูแลและเพาะเลี้ยงต่อไปแสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 3 การคัดแยกเมล็ด



รูปที่ 4 การนำเมล็ดแปลงเพาะ



รูปที่ 7 การนำเกสรตัวผู้มาเก็บในถุงพลาสติก



รูปที่ 5 การจัดเก็บแปลงเพาะเมล็ดในโรงเรือน

การผสมเกสรเพื่อตัดแปลงสายพันธุ์หรือสร้างสายพันธุ์ใหม่ของสับปะรดสี และเป็นการสร้างมูลค่าให้กับพันธุ์พืชชนิดต่างๆ สามารถทำได้โดยใช้เกสรตัวผู้ของพ่อพันธุ์หนึ่ง ไปใส่ไว้ในรังไข่ของช่อดอกตัวแม่พันธุ์อีกพันธุ์หนึ่งแสดงดังรูปที่ 6 ถึงรูปที่ 9



รูปที่ 6 การเก็บเกสรตัวผู้



รูปที่ 8 ทำการคลี่เกสรตัวเมีย



รูปที่ 9 นำเกสรตัวผู้ไปใส่ในรังไข่ของเกสรตัวเมีย

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสำหรับการควบคุมและทำการเกษตร ดังนี้

ณัฐวุฒิ (2552) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำพลังงานแสงจากแหล่งกำเนิดแสงเทียมที่ใช้ไดโอดเปล่งแสง (LED) ชนิดพิเศษในย่านความถี่แสงสีแดงเท่ากับ 660 นาโนเมตร จำนวน 30 หลอดและในย่านความถี่แสงสีน้ำเงิน เท่ากับ 470 นาโนเมตรจำนวน 10 หลอดเป็นจำนวน 2 ชุด ที่มีจำนวนหลอดในแต่ละชุด

เท่ากับ 40 หลอด ซึ่งจะใช้สำหรับการสังเคราะห์แสง เพื่อแก้ปัญหาจากการเพาะปลูก ต้นไม้ในพื้นที่ที่ไม่มีแสงแดดหรือมีแสงแดดจำกัด อาทิเช่น การเพาะปลูกใน ถูหนวที่มีจำนวนแสงแดดน้อยมากโดย ต้นไม้ที่ใช้ในการทดลอง คือ ต้นพลุด่าง (Epipremnum Aureum) ที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างและ กลุ่มทดลองซึ่ง กลุ่มตัวอย่างจะไม่มี การใช้แหล่งกำเนิดแสงเทียมแต่อาศัยแสงสว่างปกติ ภายในห้องทดลอง ณ อุณหภูมิห้องปกติ ส่วนกลุ่มทดลองจะรับแสงสว่างจากแหล่งกำเนิดแสงเทียมและ เลี้ยงในภาชนะที่เตรียมไว้ที่ขนาดความกว้างเท่ากับ 20 เซนติเมตร ความยาวเท่ากับ 40 เซนติเมตรและความสูง เท่ากับ 30 เซนติเมตร ที่มีอุณหภูมิในช่วงเฉลี่ย 30.4 องศาเซลเซียสและ ปริมาณความเข้มแสงสำหรับการ ทดลองในช่วง 928.65 ลักส์ โดยใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ ควบคุมระบบการปิดและเปิดแสงแบบอัตโนมัติ ซึ่ง จำนวนวันที่ทดลองและเก็บผล คือ จำนวน 5 วัน ผลสรุป จากการสังเกต พบว่า ต้นไม้ที่เลี้ยงในกลุ่มทดลองที่ใช้ แหล่งกำเนิดแสงเทียมจะมีใบมีสีกะขาวกระจายทั่วไป เกือบตลอดทุก ๆ ใบและมีขนาดความกว้างของใบเฉลี่ย เท่ากับ 1 เซนติเมตรและ ลำต้นมีขนาดปกติ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มตัวอย่างที่ใบจะมีสีเขียวตลอดทั้ง ใบ โดยมีจุดกะขาวกระจายน้อยมาก ๆ ขนาดความกว้าง ของใบน้อยมากเมื่อเทียบกับกลุ่มทดลองส่วนลำ ต้นมี ขนาดปกติ ดังนั้นการให้แสงเทียมที่ขนาดความเข้มของ คลื่นแสงที่ทดสอบจะส่งผลต่อใบมากกว่าลำต้น ส่วนวงจร อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการควบคุมการปิดและเปิดแสง แบบอัตโนมัติมีประสิทธิภาพการทำงานเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ และสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานเฉลี่ยเท่ากับ 0.3 วัตต์

ธนวัจน์ และปฏิญาณ (2560) ได้สร้าง เครื่องช่วยควบคุมปริมาณความส่องสว่างในการปลูกพืช ไร่ดินภายในอาคาร ประกอบด้วย ส่วนสำคัญ ๆ คือ แผงวงจรชุดควบคุมกำหนดค่าความส่องสว่างและ จอแสดงผล ในชุดควบคุมจะมีวงจรขับเพาเวอร์ ไดโอดเปล่งแสง ควบคุมความส่องสว่างของหลอดไฟ Power LED 3 W ทั้ง 3 สี ได้แก่ สีแดง สีน้ำเงิน และสี ขาว ส่วนหน้าจอก็จะแสดงการทำงานจะแสดงชื่อเครื่อง

ค่าความส่องสว่างของแสง (Lux) พร้อมกับแสดง เวลา วันที่ และยังมีโหมดตั้งเวลาการทำงานของเครื่องที่ สามารถตั้งเวลาในการทำงานได้ไม่เกิน 8 ชั่วโมง ส่วน ระบบนำวนไฮโดรโปนิคส์ ระบบ DRFT จะใช้ไฟฟ้า กระแสสลับเริ่มต้นที่ 100 VAC ถึง 240 VAC เพื่อที่การ บำบัดน้ำขึ้นจะแยกออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรกน้ำเลี้ยงราง ปลูกผัก อีกส่วนหนึ่งจะไป เลี้ยงชุดหลอดไฟ Power LED 3 W เพื่อระบายความร้อนระบบ Cooling Water System

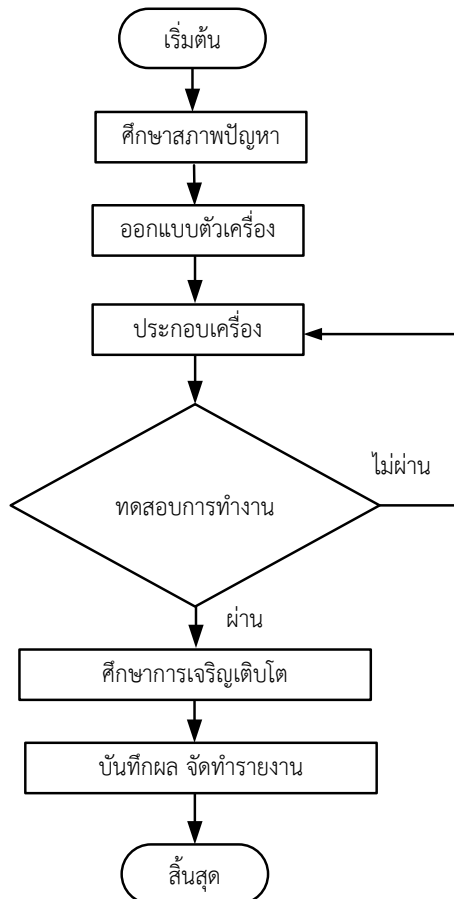
4.วิธีการวิจัย

การดำเนินการการพัฒนาและออกแบบเครื่อง เพาะเมล็ดพันธุ์พืชที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมด้วย วิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ ใช้หลักการของการควบคุม ด้วยระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ที่สามารถส่งงานและ แสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ ร่วมกับ อุปกรณ์ทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่เชื่อมต่อกับ อุปกรณ์ 2 ส่วน ได้แก่ส่วนอินพุต ที่เป็นเซนเซอร์ในการ วัดอุณหภูมิและความชื้น และส่วนของเอาต์พุตที่เป็น อุปกรณ์ในการรดน้ำ ควบคุมความชื้นและอุณหภูมิ จากรูปที่ 10 แสดงการดำเนินการ เริ่มจากการศึกษา กระบวนการเพาะเมล็ดพันธุ์ของสับปะรดสี สำหรับ การศึกษาวิธีการ รูปแบบ และเงื่อนไขในการควบคุม สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม จากนั้นกำหนดเงื่อนไข เป็น ขอบเขตของการออกแบบนวัตกรรม สำหรับการเพาะ เมล็ด แล้วทำการเตรียมวัสดุและประกอบตัวเครื่อง เพื่อให้พร้อมต่อการประกอบและทดสอบการทำงาน เพื่อ นำไปประยุกต์ใช้สำหรับการเพาะเมล็ด และศึกษา เกี่ยวกับอุณหภูมิ ความชื้นและระยะเวลาที่เหมาะสมที่ ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดพันธุ์ โดยรายละเอียด แต่ละส่วนมีดังนี้

4.1 การศึกษาสภาพปัญหา

จากการศึกษาทฤษฎีของการสร้างนวัตกรรม ของระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และการศึกษาสภาพ การเพาะเลี้ยงและปัญหาของโรงเรือนสับปะรดสี Sunshine Garden พบว่า ส่วนหนึ่งมีการเพาะเลี้ยงใน โรงเรือนแบบปิด ที่มุงหลังคาใส รองด้วยสแลมกันแสง ขนาด 60% เพื่อป้องกันความเป็นกรด เป็นด่างของ

น้ำฝน และสิ่งแวดล้อมที่จะเป็นภัยต่อต้นอ่อน และการเพาะเมล็ด ดังนั้นระบบการรดน้ำเดิมที่ใช้วิธีการรดน้ำด้วยประสบการณ์ของเกษตรกร และพิจารณาความชื้นและเวลาในการรด ด้วยตนเองจึงทำให้

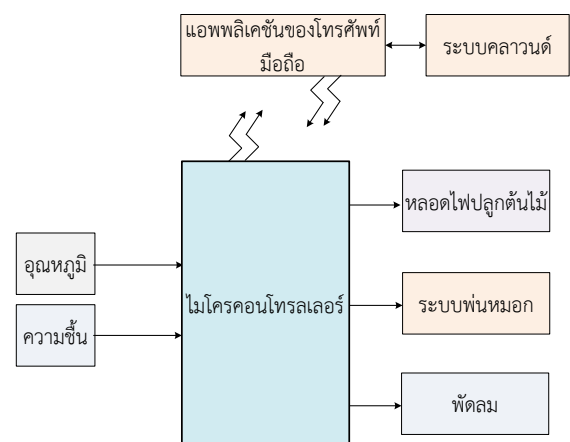


รูปที่ 10 กระบวนการดำเนินการ

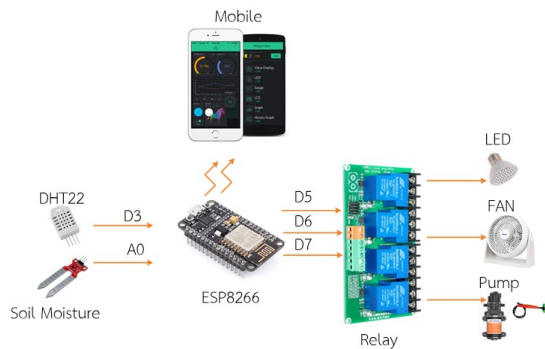
เกิดการสูญเสียปริมาณน้ำ และเวลาในการดูแลของเกษตรกร ประกอบกับปริมาณแสงต่อวันในโรงเรือน ถูกจำกัดด้วยระยะเวลา และการลดทอนความเข้มของแสงเมื่อเทียบกับโรงเรือนแบบเปิด ที่ไม่มีหลังคาจึงส่งผลพืชที่อยู่ในโรงเรือนมีการเจริญเติบโตที่ช้ากว่าพืชในโรงเรือนแบบเปิด ประกอบกับปัญหาของอุณหภูมิที่ส่งผลเจริญเติบโตของต้นอ่อนสับปะรดสี โดยเฉพาะในหน้าร้อนที่พบว่าต้นอ่อนมีความเสียหายจากความร้อนมากกว่า 20% ของทั้งหมด

4.2 การออกแบบตัวเครื่อง

การออกแบบนวัตกรรมสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ เลือกใช้เทคโนโลยีของระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง หรือ IoT สำหรับเป็นหัวใจหลักในการทำงาน โดยเริ่มจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (Esp8266) ที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์อินพุต 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนของการวัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ (DHT22) และส่วนของการวัดความชื้นในดิน (Soil Moisture) สำหรับการส่งค่าไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อเก็บค่าตัวแปร และส่งผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ไปยังแอปพลิเคชันของโทรศัพท์มือถือ (Blynk) เพื่อแสดงผลและบันทึกค่าลงในระบบคลาวด์ของแอปพลิเคชันดังกล่าว นอกเหนือจากการแสดงผลแล้ว ในส่วนของแอปพลิเคชันที่เลือกใช้ ยังสามารถสร้างฟังก์ชัน กำหนดเงื่อนไข ของการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น เพื่อสั่งการให้ภาคเอาต์พุตที่ได้แก่ หลอดไฟปลูกต้นไม้ ระบบพ่นหมอก และพัดลมกระจายอากาศ ได้มีการทำงาน อย่างสัมพันธ์กัน กับค่าสภาพแวดล้อมที่กำหนด แนวทางการออกแบบของตัวเครื่อง แสดงดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 แนวทางการออกแบบตัวเครื่อง

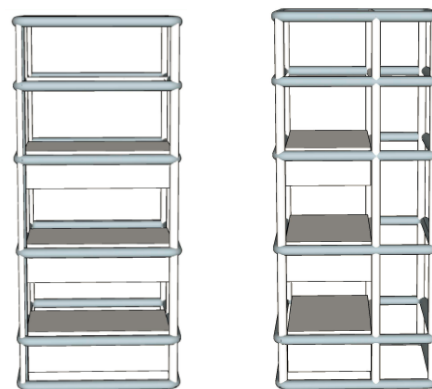


รูปที่ 12 แนวทางการเลือกใช้อุปกรณ์

รูปที่ 12 แสดงภาพรวมของการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมดเข้าในระบบที่ประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลัก ได้แก่ หน่วยประมวลผลกลาง (ESP8266) ภาคนินพุด ประกอบด้วยเซนเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิในอากาศ (DHT22) ที่มีการเชื่อมต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านขา D3 และเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน (Soil Moisture) เชื่อมต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบแอนะล็อก ด้วยขา A0 ภาคนินพุด ประกอบไปด้วย หลอดไฟปลูกต้นไม้ (LED) พัดลมกระจายอากาศ (FAN) และระบบพ่นหมอก ที่มีการควบคุมการทำงาน ผ่านรีเลย์ (Relay) และเชื่อมต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ผ่านขา D5 ถึง D7 และภาคนินพุดแสดงผลและควบคุมผ่านโทรศัพท์ (Mobile) ด้วยแอปพลิเคชัน Blynk

การออกแบบโครงสร้างของเครื่องเพาะเมล็ดพันธุ์ที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้ด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยบนพื้นฐานของโครงสร้างที่สามารถรับน้ำหนัก และทำงานร่วมกับระบบน้ำได้เป็นอย่างดี โดยในการออกแบบครั้งนี้ จะใช้โครงสร้างของท่อพีวีซี ที่ขนาดกว้าง 80 ซม. ยาว 60 ซม. และสูง 170 ซม. แสดงตัวอย่างโครงสร้าง ดังรูปที่

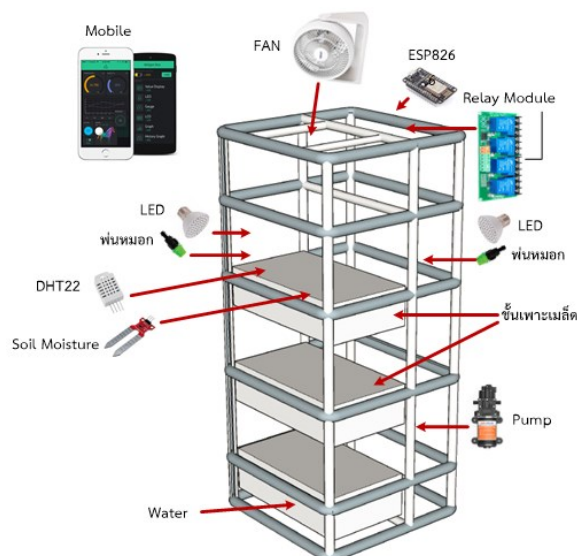
13



ก) ด้านหน้า

ข) ด้านข้าง

รูปที่ 13 โครงสร้างของเครื่องเพาะเมล็ดพันธุ์



รูปที่ 14 โครงสร้างภาพรวมและการวางอุปกรณ์

รูปที่ 14 แสดงโครงสร้างโดยรวมของเครื่องเพาะเมล็ดพันธุ์ ที่แยกเป็น 4 ชั้น โดยที่ชั้นบนสุด (ชั้นที่ 4) เป็นส่วนของการติดตั้งวงจรควบคุม พัดลมกระจายอากาศ หลอดไฟปลูกต้นไม้ และหัวพ่นหมอก ในชั้นถัดไป (ชั้นที่ 3) และชั้นที่ 2 เป็นชั้นสำหรับวางวัสดุปลูก และการเพาะเมล็ดพันธุ์แบบต่างๆ ที่รองรับทั้งการเพาะแบบปิด (ภาชนะปิดมิดชิด) และการเพาะแบบเปิด และในชั้นสุดท้าย (ชั้นที่ 1) เป็นชั้นสำหรับติดตั้งระบบน้ำและปั้มน้ำ สำหรับการพ่นหมอก เพื่อควบคุมความชื้นและอุณหภูมิของวัสดุปลูก และหลังจากที่ติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ดังกล่าวเรียบร้อยแล้ว ทำการตกแต่งโดยการติดแผ่นอะครีลิค

4.3 การประกอบตัวเครื่อง

การประกอบตัวเครื่องเพาะเมล็ดพันธุ์ หลังจากที่ได้ทำการออกแบบวงจรและโครงสร้างของเครื่องเสร็จสิ้นแล้ว จึงได้ลงมือประกอบเครื่อง แสดงดังรูปที่ 15



รูปที่ 15 การประกอบตัวเครื่อง

รายละเอียดของตัวเครื่องในแต่ละส่วนมีดังนี้

1) ภาคการควบคุม ประกอบไปด้วย บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่เชื่อมต่อกับเซนเซอร์วัดสภาพแวดล้อม และการควบคุมการเปิด-ปิด ผ่านชุดรีเลย์ ที่มีการต่อหน้าสัมผัสด้านออก กับไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ สำหรับจ่ายไฟให้พัดลม และหลอดไฟปลูกต้นไม้ และเชื่อมต่อกับไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ผ่านแหล่งจ่ายไฟแบบสวิตซ์ชิ่ง สำหรับการทำงานของระบบพ่นหมอก แสดงดังรูปที่ 16



รูปที่ 16 ภาคการควบคุม

2) ภาคอินพุต หรือ อุปกรณ์เซนเซอร์สำหรับวัดสภาพแวดล้อม ประกอบไปด้วยการวัดอุณหภูมิและความชื้น มีลักษณะแสดงดังรูปที่ 17



รูปที่ 17 อุปกรณ์ภาคอินพุต

3) ภาคเอาต์พุตที่มีการทำงานผ่านการสั่งงานจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ร่วมกับรีเลย์สำหรับการควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าเพื่อเป็นแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงให้กับอุปกรณ์อื่นๆ โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนการทำงานดังนี้

ก) ระบบพ่นหมอกที่พัฒนาขึ้นประกอบไปด้วยแหล่งจ่ายไฟแบบสวิตซ์ชิ่ง ขนาด 12 โวลต์ 30 แอมป์ สำหรับจ่ายไฟเลี้ยงให้กับปั้มน้ำแบบไดอะแฟรมที่เชื่อมต่อกับท่อน้ำแบบไมโคร และหัวพ่นหมอก แสดงดังรูปที่ 18



รูปที่ 18 ระบบพ่นหมอก

ข) ระบบกระจายอากาศ สำหรับการพัฒนาครั้งนี้ ใช้พัดลมกระจายอากาศออกแบบให้ทำงานร่วมกับระบบพ่นหมอก สำหรับการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นบริเวณของกล่องเพาะเมล็ดพันธุ์ แสดงดังรูปที่ 19



รูปที่ 19 พัดลมกระจายอากาศ

ค) ระบบแสงไฟ เพื่อช่วยเร่งการเจริญเติบโตของเมล็ด นอกเหนือจากแสงอาทิตย์ปกติในช่วงกลางวันแล้ว สามารถทำได้ผ่านการควบคุมการให้แสงด้วยหลอด LED สำหรับปลูกต้นไม้ ที่มีส่วนประกอบของหลอด LED สีแดง 80% และ LED สีน้ำเงิน 20% แสดงดังรูปที่ 20



รูปที่ 20 หลอดไฟปลูกต้นไม้

4) ภาคโปรแกรมแสดงผลและควบคุม ของวงจรทั้งหมด พัฒนาผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ที่สามารถแสดงผลและกำหนดเงื่อนไขการควบคุมได้อย่างเหมาะสม กับการทำงานของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ มีลักษณะตัวอย่างดังรูปที่ 21



รูปที่ 21 ส่วนของการแสดงผลและควบคุม



รูปที่ 22 เครื่องเพาะเมล็ดพันธุ์ที่พัฒนาขึ้น

รูปที่ 22 แสดงตัวเครื่องที่ทำการออกแบบและสร้างสำหรับการเพาะเมล็ดสับปะรด ที่ประกอบไปด้วย เซนเซอร์วัดสภาพแวดล้อม สำหรับส่งข้อมูลทั้งแบบแอนะล็อก และดิจิทัล มายังส่วนควบคุม ที่ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ ESP8266 ที่มีความสามารถเชื่อมต่อกับสัญญาณอินเทอร์เน็ตได้โดยตรง สำหรับการรับ-ส่ง ข้อมูล ไปยังระบบคลาวด์ ผ่านแอปพลิเคชันของโทรศัพท์มือถือ ที่พัฒนาขึ้นมาให้ใช้งานคู่กัน เพื่อส่งงานภาคเอาต์พุต ที่ประกอบไปด้วย พัดลม ปั๊มน้ำ อุปกรณ์พ่นหมอก และหลอดไฟปลูกต้นไม้ มีการทำงานตามเงื่อนไขที่ผู้ใช้งานกำหนด

5. ผลการวิจัย

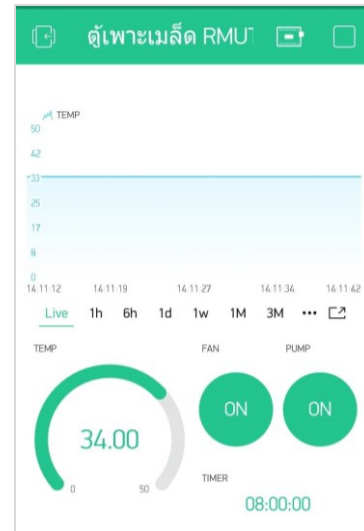
5.1 ผลการทำงานของเครื่องเพาะเมล็ดพันธุ์

เครื่องเพาะเมล็ดพันธุ์สำหรับโครงการในครั้งนี้ แบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนของการควบคุมอุณหภูมิ การควบคุมความชื้น และการควบคุมปริมาณแสง โดยแต่ละส่วน มีผลการทำงานดังนี้

1) การควบคุมอุณหภูมิ

การควบคุมอุณหภูมิใช้วิธีการทำงานของระบบพ่นหมอก ร่วมกับพัดลม เพื่อให้ละอองน้ำ กับการกระจายตัวของอากาศ ช่วยลดอุณหภูมิลงไปได้ การทำงาน สามารถทำได้ 2 แบบ คือวิธีการควบคุมด้วยตนเองผ่านการเลือกเมนูที่แอปพลิเคชันบน

โทรศัพท์มือถือ และการควบคุมแบบอัตโนมัติ โดยการตั้งเงื่อนไข จากแอปพลิเคชันเช่นเดียวกัน แสดงดังรูปที่ 23



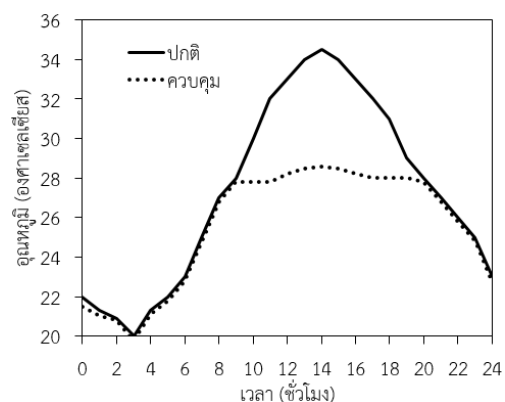
รูปที่ 23 ระบบควบคุมอุณหภูมิ

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบระบบควบคุมอุณหภูมิ

ระบบ	การทดสอบการทำงาน				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
ควบคุมด้วยตนเอง	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
ควบคุมอัตโนมัติ	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบของการควบคุมอุณหภูมิด้วยแอปพลิเคชันของโทรศัพท์มือถือ ผลการควบคุมด้วยตนเอง ระบบสามารถทำงานตอบสนองการสั่งการจากผู้ใช้ได้อย่างแม่นยำ โดยไม่มีข้อผิดพลาดจากการทำงาน เช่นเดียวกับกับระบบควบคุมอัตโนมัติที่มีการกำหนดช่วงอุณหภูมิ เช่น 25 – 30 องศาเซลเซียส ระบบก็สามารถทำได้เป็นอย่างดี ตลอดการทดสอบทั้ง 5 ครั้ง

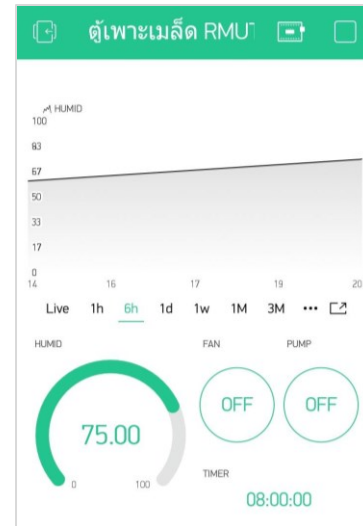
รูปที่ 24 แสดงผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิที่เกิดขึ้นบริเวณวัสดุปลูก ระหว่างวิธีการปกติ (อุณหภูมิตามธรรมชาติ) และวิธีการควบคุมอุณหภูมิคงที่ด้วยนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น (ตั้งที่ระดับ 28 องศา) ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง ผลการเปรียบเทียบพบว่า อุณหภูมิที่เกิดขึ้นจะมีค่าไม่เกิน 28 องศา สำหรับการควบคุมผ่านนวัตกรรม ในขณะที่วิธีการปกติ เกิดค่าอุณหภูมิสูงสุดที่ 34 องศา



รูปที่ 23 การเปรียบเทียบผลของอุณหภูมิของทั้งสองวิธี

2) การควบคุมความชื้น ใช้หลักการของการระบบพ่นน้ำแบบหมอกโดยใช้ปั๊มน้ำสูบน้ำจากด้านล่างเพื่อจ่ายในระบบของท่อแบบไมโครและหัวพ่นหมอกเพื่อให้เกิดความชื้นแก่วัสดุปลูก โดยเฉพาะการเพาะเมล็ดพันธุ์ในระบบเปิด แต่ถ้าหากเป็นการเพาะในระบบปิด (เพาะในภาชนะมิดชิด) การควบคุมความชื้นอาจไม่จำเป็น (ควบคุมเฉพาะอุณหภูมิ) ทั้งนี้การพัฒนา

นวัตกรรมต้องการให้รองรับ การเพาะเมล็ดอย่างหลากหลาย ซึ่งวิธีการควบคุมความชื้น สามารถทำได้ 2 วิธี เช่นเดียวกันกับการควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งได้แก่ การควบคุมด้วยตนเอง และการควบคุมแบบอัตโนมัติผ่านการตั้งเงื่อนไขการทำงาน แสดงดังรูปที่ 24



รูปที่ 24 ระบบควบคุมความชื้น

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบระบบควบคุมความชื้น

ระบบ	การทดสอบการทำงาน				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
ควบคุมด้วยตนเอง	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
ควบคุมอัตโนมัติ	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบระบบควบคุมแสง

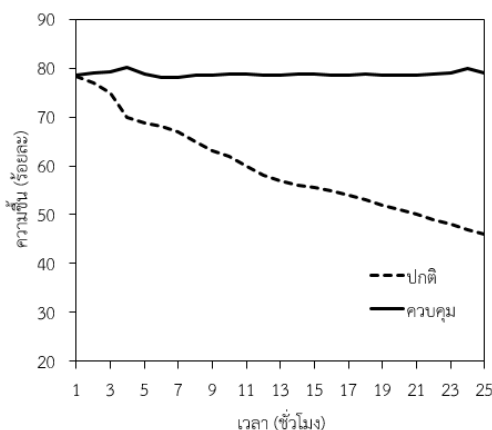
ระบบ	การทดสอบการทำงาน				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
ควบคุมด้วยตนเอง	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
ควบคุมอัตโนมัติ	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบการควบคุมความชื้น ผ่านแอปพลิเคชันของโทรศัพท์มือถือที่พัฒนาขึ้น ในการสั่งการทำงานของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่ได้แก่ปั๊มน้ำ หัวพ่นหมอก และพัดลม เพื่อให้เกิดละอองหมอก กระจายลงในบริเวณวัสดุปลูก และเกิดความชื้นในระดับที่กำหนด จึงจะหยุดการทำงาน (กรณีสั่งการแบบอัตโนมัติเท่านั้น) ผลการทดสอบระบบควบคุมด้วยตนเอง จากจำนวนการทดสอบ 5 ครั้ง พบว่า ระบบมีการทำงานที่สอดคล้องกับการสั่งการ ทั้ง 5 ครั้ง เช่นเดียวกันกับการควบคุมแบบอัตโนมัติ ที่ผู้ใช้งานเป็นผู้กำหนดระดับ

ความชื้นในการตัดการทำงานของเครื่องได้ พบว่ามีการทำงานที่ถูกต้อง สอดคล้องกับการสั่งงาน

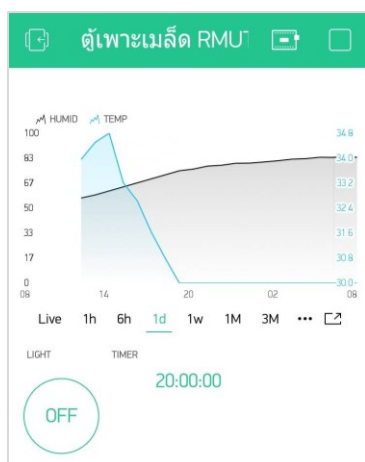
ผลของความชื้นที่เกิดขึ้นบริเวณวัสดุปลูกเปรียบเทียบ 2 วิธีการคือวิธีปกติ ที่มีการรดน้ำ 1 ครั้ง เพื่อให้เกิดความชื้น 80% แล้วทำการวัดความชื้นทุก 1 ชั่วโมง ในระยะเวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ผลที่ได้พบว่าความชื้นเริ่มต้น 80% ค่อย ๆ ลดลง ตามระยะเวลา จนถึงค่าความชื้นที่ 46% ในขณะที่วิธีการควบคุม ด้วยนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น ที่มีการกำหนดความชื้นควบคุมที่ 80% พบว่า ความชื้นที่เกิดขึ้นบริเวณวัสดุปลูก มีค่าเฉลี่ย

อยู่ที่ 79% ตลอดระยะเวลาทำการทดสอบทั้ง 24 ชั่วโมง
แสดงดัง
รูปที่ 25



รูปที่ 25 การเปรียบเทียบผลของความชื้นของทั้งสองวิธี

3) การควบคุมปริมาณแสงโดยการให้หลอดไฟ
ปลูกต้นไม้ทำงานด้วยการกำหนดด้วยตนเอง หรือ
สามารถกำหนดการทำงานด้วยการตั้งเวลา เพื่อช่วย
เสริมปริมาณแสงนอกเหนือจากแสงแดดธรรมชาติ ซึ่งจะ
ช่วยส่งผลต่อการเจริญเติบโต ของการเพาะเมล็ดพันธุ์
หน้าต่างหลักของการควบคุมแสดงดังรูปที่ 26 ผลการ
ทดสอบการควบคุมแสง แสดงดังตารางที่ 3 ที่พบว่า
ระบบสามารถทำงานโดยไม่มีการผิดพลาดเกิดขึ้น ตลอด
การทดสอบทั้ง 5 ครั้ง ของทั้ง 2 วิธี



รูปที่ 26 หน้าจอแสดงผลของการควบคุมแสง

5.2 ผลการเพาะเมล็ดพันธุ์สับปะรดสี

การเพาะเมล็ดพันธุ์สำหรับการศึกษาผลที่ได้
จากการใช้นวัตกรรมในครั้งนี้ เลือกวิธีการเพาะแบบ
ระบบเปิด ในกล่องพลาสติกเปรียบเทียบกับ 2 วิธี โดย
วิธีการปกติ ซึ่งเพาะในโรงเรือน และวิธีการควบคุมโดย
การใช้นวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น ผลของการเปรียบเทียบมี
รายละเอียดดังนี้

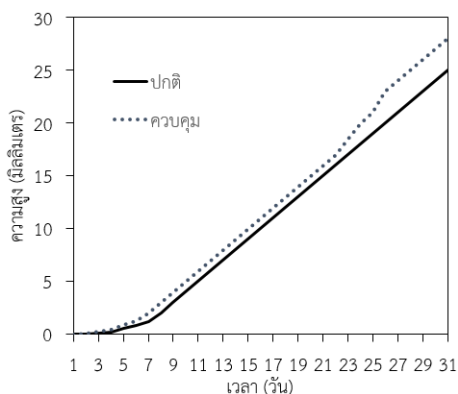
1) ผลการเปรียบเทียบการเจริญเติบโต

การเจริญเติบโตของเมล็ดพันธุ์สับปะรดสีที่
ศึกษา จากการเพาะเมล็ดทั้งสองวิธีที่กล่าวมาข้างต้น
หลังจากเริ่มทำการเพาะ กล่องละ 100 เมล็ด เป็นเวลา
30 วัน (แสดงตัวอย่างการงอกของเมล็ดพันธุ์ ดังรูปที่ 27)
ผลการเปรียบเทียบที่ได้ แสดงดังรูปที่ 28



รูปที่ 27 การงอกของเมล็ดสับปะรดสี

ผลการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของการ
เพาะเมล็ดสับปะรดสี ด้วยวิธีการปกติ เปรียบเทียบกับ
การเพาะด้วยเครื่องที่พัฒนาขึ้นมา ทำการเพาะเมล็ด
แบบเปิด เป็นระยะเวลา 30 วัน ผลที่ได้ เมล็ดที่เพาะด้วย
เครื่องที่พัฒนาขึ้น มีอัตราการสูง สูงกว่าการเพาะด้วย
วิธีการปกติ ที่ค่าเฉลี่ยร้อยละ 18 ทั้งนี้เกิดจากการ
เพาะด้วยเครื่อง มีการเสริมแสงไฟปลูกต้นไม้ เพิ่มเติม
จากแสงแดดปกติในระหว่างวัน แสดงดังรูปที่ 28



รูปที่ 28 การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นอ่อน

2) ปริมาณต้นที่งอก

การศึกษาปริมาณต้นที่งอก จากการเพาะเมล็ด ด้วยเครื่องเพาะเมล็ดพันธุ์ที่พัฒนาขึ้นในครั้งนี้ เปรียบเทียบกับการเพาะแบบดั้งเดิม (วิธีปกติ) ที่มีการเพาะในกล่องพลาสติกใส และเปิดฝาไว้ภายใน สภาพแวดล้อมของโรงเรือน ผลของการเปรียบเทียบ พบว่า ปริมาณต้นที่งอกจากการเพาะเมล็ดเป็นระยะเวลา 30 วันของวิธีการเพาะด้วยเครื่องที่พัฒนาขึ้น มีปริมาณ สูงกว่า การเพาะเมล็ดด้วยวิธีการปกติร้อยละ 22 แสดงผลดังตารางที่ 4

3) ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้การดูแล

การศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการดูแล การเพาะ เมล็ดพันธุ์สับปะรดสี ที่การเปรียบเทียบกันระหว่าง วิธีการเพาะปกติ และวิธีการเพาะด้วยนวัตกรรมที่ พัฒนาขึ้น ในช่วงเวลา 1 วัน ผลการศึกษาพบว่า การ เพาะด้วยนวัตกรรม ใช้เวลาในการดูแลเพียง 5 นาที ต่อ วัน น้อยกว่าวิธีการปกติถึง (60นาที) ร้อยละ 91

6. สรุปผลการวิจัย

บทความวิจัยครั้งนี้ นำเสนอการพัฒนาและ ออกแบบเครื่องเพาะเมล็ดพันธุ์สับปะรดสีด้วยระบบ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีชนไซน์การ์เดนฟาร์ม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเพาะพันธุ์เมล็ด ให้มีอัตรา

การเจริญเติบโตที่สูงขึ้น ใช้ระยะเวลาในการดูแลน้อยลง ภายใต้การใช้นวัตกรรมกับการทำเกษตรกรรม ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1) ตัวเครื่องสามารถทำการควบคุม อุณหภูมิให้มีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิปกติได้ 5 องศาเซลเซียส แต่ไม่สามารถเพิ่มอุณหภูมิให้สูงกว่าอุณหภูมิปกติได้ แต่ทั้งนี้เนื่องจากสภาพภูมิอากาศประเทศไทยเป็นเมือง ร้อน การควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในอุณหภูมิที่เหมาะสม (25 – 28 องศาเซลเซียส) จึงถือว่ามีการทำงานของ ฟังก์ชันได้เพียงพอแล้ว ในอนาคตหากต้องการปรับ อุณหภูมิให้สูงกว่าปกติสามารถทำได้โดยการเพิ่ม อุปกรณ์ให้ความร้อนแก่ตัวเครื่องได้

2) การควบคุมความชื้นทั้งในอากาศ และใน วัสดุปลูก สามารถทำได้ในลักษณะของการเพิ่มความชื้น จากเดิมที่มีอยู่ให้สูงขึ้นไปได้ (แต่ไม่สามารถลดความชื้น ได้) และสามารถรักษาระดับความชื้นให้คงที่ต่อเนื่อง ตามค่าระดับความชื้นที่ตั้งไว้ได้ ทั้งนี้ในระบบการทำงาน ยังสามารถแยกการควบคุมแบบอิสระตามความต้องการ ของผู้ใช้งานได้เอง

3) การเพิ่มปริมาณแสงโดยใช้หลอดไฟปลูก ต้นไม้ ร่วมกับการให้แสงจากสภาพแสงปกติ จะช่วย ส่งเสริมให้ต้นอ่อนมีการเจริญเติบโตที่สูงกว่า วิธีการปลูก ด้วยแสงธรรมชาติเพียงอย่างเดียว และการควบคุมด้วย นวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นก็สามารถทำได้ทั้งวิธีการควบคุม การเปิด-ปิดด้วยตนเอง และการตั้งเวลาการเปิด – ปิด ผ่านระบบได้

4) ผลการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของ การเพาะเมล็ดสับปะรดสี ด้วยวิธีการปกติ เปรียบเทียบ กับการเพาะด้วยเครื่องที่พัฒนาขึ้นมา เป็นระยะเวลา 30 วัน ผลที่ได้ เมล็ดที่เพาะด้วยเครื่องที่พัฒนาขึ้น มีอัตรา ความสูง สูงกว่าการเพาะด้วยวิธีการปกติ ที่ค่าเฉลี่ยร้อยละ 18 เนื่องจากผลการใช้หลอดไฟปลูกต้นไม้ให้กับต้น อ่อนเพิ่มเติมในช่วงที่

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบระบบควบคุมแสง

วิธีการเพาะ	ผลการงอก	
	จำนวนที่เมล็ดที่เพาะ	จำนวนต้นอ่อนที่งอก (อายุ 30 วัน)
แบบปกติ (ดั้งเดิม)	100	87
แบบควบคุม (ใช้นวัตกรรม)	100	69

แสงอาทิตย์จากธรรมชาติหมดไป ในด้านการเปรียบเทียบจำนวนต้นอ่อนที่เกิดจากการเพาะเมล็ด 100 เมล็ด พบว่า การเพาะด้วยนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นให้จำนวนต้นอ่อนที่มากกว่า วิธีการเพาะแบบดั้งเดิม คิดเป็นร้อยละ 22 เช่นเดียวกันกับการเปรียบเทียบระยะเวลาของเกษตรที่ต้องใช้ในการดูแลต้นอ่อน ต่อวัน พบว่าการใช้นวัตกรรมในการเพาะเลี้ยงประหยัดเวลาของเกษตรกรไปได้ถึง ร้อยละ 91

ดังนั้น สรุปได้ว่าเครื่องเพาะเมล็ดพันธุ์ที่พัฒนาขึ้น กรณีโรงเพาะสับปะรดสีชนิดไฮดรอนิกส์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเพาะเมล็ดสับปะรดสี และเมล็ดพันธุ์อื่นๆที่เกี่ยวข้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณโครงการความร่วมมือกันในการจัดการศึกษาเชิงบูรณาการการเรียนรู้ในสถานศึกษากับการนำวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีนวัตกรรมไปพัฒนาและยกระดับผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ชุมชนในพื้นที่ภาคเหนือ 6 จังหวัด

เอกสารอ้างอิง

จารุพันธ์ ทองแถม. (2553). **บรอมีเลียด**. สำนักพิมพ์ บ้านและสวน : กรุงเทพฯ.
 ณัฐวิภา ธารวรงค์ ปัญญา มัชชะศร และชัชฎา ทาพริก (2552). เครื่องต้นแบบแหล่งกำเนิดแสงเทียม สำหรับการปลูกต้นไม้ด้วยระบบการควบคุม

การเปิดและปิดแสงแบบอัตโนมัติ. การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 6
 ธนวัจน์ บุญหมื่น และปฏิญาณ ชำรงสิริกุล. (2559). **ระบบควบคุมแสงสว่างผ่านอินเทอร์เน็ต, ปรินทิพนิพนธ์ เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.**
 อภิรักษ์ กลั่นแก้ว. (2553). **สับปะรดสี**. สำนักพิมพ์ บ้านและสวน, กรุงเทพฯ.
 Benxing, H.D. (2000). **Bromeliaceae: Profile of an Adatative Radiation**. Cambridge University Press, England.
 Croonenborghs, S. (2011). **Anatomical and functional study of the aerenchyma in Guzmania leaves**. Katholieke Universiteit Press, Leuven.
 Krauss, B.H. (1948). Anatomy of the vegetative organs of the pineapple *Ananas comosus* (L.) Merr. II. **The leaf. Botanical Gazette**. 110:333-404.

การออกแบบและพัฒนาระบบสำหรับวางแผนการเพาะปลูกกระเจี๊ยบเขียว กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนกระเจี๊ยบเขียว จ.พะเยา

กรรชัย วงศ์ไชยา¹, ชัชชัย ดีสุห্লা² และ นงนุช เกตุย^{1*}

¹สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน

²กลุ่มสาขาคณิตศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน

รับบทความ กรกฎาคม 2561 ตอรับบทความ พฤศจิกายน 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 15 พฤษภาคม 2563

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

บทคัดย่อ

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกระเจี๊ยบเขียว จังหวัดพะเยาเป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่เป็นตัวอย่างการเพาะปลูกกระเจี๊ยบเขียว ที่สามารถส่งผลผลิตไปยังตลาดได้อย่างต่อเนื่อง ทำให้มีเกษตรกรหลายรายให้ความสนใจในการเพาะปลูกเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้หัวหน้ากลุ่มวิสาหกิจชุมชนนี้ต้องวางแผนเพาะปลูกกระเจี๊ยบเขียว เพื่อให้ได้ผลผลิตที่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด และผลผลิตไม่ล้นตลาด ดังนั้นจึงนำหลักการทำงานอัลกอริทึมเชิงละโมบในศาสตร์ของวิทยาการคอมพิวเตอร์มาช่วยพิจารณาจัดกลุ่มเกษตรกร ตามเงื่อนไขผลผลิตของแต่ละวัน จำนวนพื้นที่ในการเพาะปลูก ระยะทางพื้นที่ปลูกกับแหล่งรับซื้อ และผลผลิตเฉลี่ยของกระเจี๊ยบเขียวก่อนหน้า สำหรับการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ตามหลักอัลกอริทึมเชิงละโมบได้พัฒนาด้วยภาษาพีเอชพี จัดเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล และพัฒนาเว็บไซต์ในรูปแบบที่รองรับการทำงานบนมือถือ โดยผลการทดสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์กับเกษตรกรในกลุ่มวิสาหกิจ

คำสำคัญ วางแผนเพาะปลูก, อัลกอริทึมเชิงละโมบ, โปรแกรมคอมพิวเตอร์

The Design and Development of Okra Cultivation Planning System A Case Study of Okra Enterprise Community at Phayao Province

Kanchai Wongchaiya¹, Chouchai Deesula² and Nongnuch Ketui^{1*}

¹Computer Science Program, Science Department, Faculty of Sciences and Agricultural Technology,
Rajamangala University of Technology Lanna Nan

²Mathematic Group, Science Department, Faculty of Sciences and Agricultural Technology, Rajamangala
University of Technology Lanna Nan

Receive: July 2018 Accepted: November 2018 Published online: 15 May 2020

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

Abstract

Okra enterprise community at Phayao Province is a model of okra cultivation which sending to market continuously. The number of okra plant producers keeps increasing. This issue, a head of okra enterprise community needs to plan the okra cultivation for supporting the market demand and protecting the overload of products. The concept of greedy algorithm which is a part of computer science, are used to consider the farmer clustering with conditions such as a daily production, a number of growth area, a distance between the growth area and suppliers, and the average of previous okra production. For the development, we apply the greedy algorithm, code with PHP, store data in MySQL, and implement as the responsive web application. The result of using this system with the farmers shows that the computer program can be used to solve the planning okra cultivation problem in the real.

Keywords : cultivated planning, greedy algorithm, computer program

บทนำ

กระเจี๊ยบเขียวเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี ใช้ระยะเวลาในการเติบโตอยู่ที่ 45 วัน หลังจากโตเต็มที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 55 วัน และภายใน 55 วันนี้ เกษตรกรจะเก็บเกี่ยวผลผลิตเพื่อส่งให้โรงงานแปรรูปกระเจี๊ยบเขียว การแปรรูปกระเจี๊ยบเขียวแต่ละครั้งมีขั้นตอนและต้นทุนการแปรรูปสูง ทางโรงงานจึงต้องแปรรูปกระเจี๊ยบเขียวครั้งละมาก ๆ แต่เนื่องจากทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกระเจี๊ยบเขียว จ.พะเยา ไม่ได้มีการวางแผนการผลิตจึงทำให้บางช่วงเวลาผลผลิตอาจจะมีมากเกินไปความต้องการของบริษัทที่จะมารับ หรือบางช่วงเวลาผลผลิตอาจจะมีน้อยเกินไป ทำให้ไม่สามารถส่งผลผลิตให้กับบริษัทรับซื้อได้ตามที่บริษัทกำหนดไว้ ถ้าหากจะทำให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกระเจี๊ยบเขียว จ.พะเยา มีผลผลิตที่สามารถส่งบริษัทได้ตามที่กำหนดและไม่มากเกินไปความต้องการ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกระเจี๊ยบเขียว จ.พะเยา จะต้องมีการวางแผนในการปลูกกระเจี๊ยบเขียวให้มีผลผลิตที่ตรงตามความต้องการตลอดทั้งปี

ดังนั้นงานวิจัยการพัฒนาโปรแกรมวางแผนการผลิตกระเจี๊ยบเขียว จะสามารถช่วยเหลือเกษตรกรและกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกระเจี๊ยบเขียว จ.พะเยา ในการวางแผนการปลูกกระเจี๊ยบเขียวให้เกษตรกรมีรายได้และได้ผลผลิตตามที่กำหนดไว้ตลอดทั้งปี

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบสำหรับวางแผนการเพาะปลูกกระเจี๊ยบเขียว กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนกระเจี๊ยบเขียว จ.พะเยา

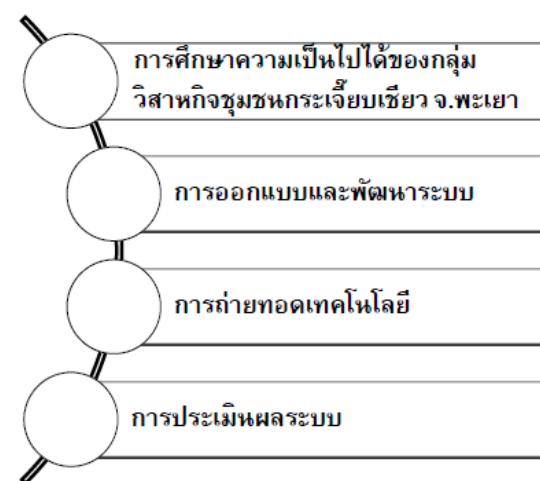
2.2 เพื่อจัดเก็บข้อมูลเบื้องต้นของสมาชิกเกษตรกรของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกระเจี๊ยบเขียว จังหวัดพะเยา

2.3 เพื่อจัดกลุ่มเกษตรกรการปลูกในแต่ละช่วงของการผลิต

2.4 เพื่อวางแผนการปลูกกระเจี๊ยบเขียวให้เหมาะสมกับผลผลิตที่สอดคล้องกับตลาดสินค้าล่วงหน้า

2.5 เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีและประเมินผลการใช้งานของระบบ

กรอบแนวคิด



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัยและพัฒนาระบบ

การออกแบบและพัฒนางานวิจัยในครั้งนี้เน้นการนำโจทย์ปัญหาของชุมชนมาใช้แนวทางหลัก เพื่อหาหนทางแก้ไขปัญหาโดยใช้ศาสตร์ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อเกษตรกรซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1

4. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

4.1 กระเจี๊ยบเขียว

กระเจี๊ยบเขียว [1] เป็นพืชผักชนิดหนึ่ง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า "Abelmoschus esculentus L.Moench" ชื่อสามัญคือ "Okra, Gumbo, Lady's finger, Quimbamto" อยู่ในวงศ์ "MALVACEAE" ส่วนชื่ออื่นๆ มักเรียกว่า กระเจี๊ยบ กระเจี๊ยบมอญ มะเขือมอญ ภาคเหนือเรียกมะเขือพม่า มะเขือขึ้น ประเทศไทยปลูกกระเจี๊ยบเขียวเพื่อส่งออกเริ่มตั้งแต่ปี 2524 ดังนั้นจึงต้องมีตลาดซื้อตกล่วงหน้า

กล่าวคือ ก่อนปลูกเกษตรกรจะต้องติดต่อหาผู้รับซื้อที่แน่นอน มีเงื่อนไขการซื้อขายที่ดีและทำ สัญญาซื้อขายล่วงหน้ากันมิฉะนั้นผู้ปลูกไม่สามารถหาตลาดได้หรือถูกกดราคา ส่วนบริษัทผู้ส่งออกก็ต้องพิจารณาหาที่ตั้งจุดรับซื้อด้วยการให้เกษตรกรปลูกรวมกันอย่างน้อยพื้นที่ 30-50 ไร่จึงจะคุ้มทุนการทำ ธุรกิจ บริษัทส่งออกเองก็มีการขายด้วยกันทั้งผักสดแช่เย็น ผักสุกแช่แข็งและบรรจุกระป๋องต่างมีระบบการส่งเสริมเกษตรกรของตนเอง ด้วยการสนับสนุนปัจจัยการผลิตมาตรฐานการรับซื้อผลผลิต บางบริษัทใช้วิธีการส่งเสริมผ่านคนกลางหรือหัวหน้าโคกตาในพื้นที่ให้เป็นผู้ดูแลการผลิต การขนส่ง การชำระเงิน บางบริษัทติดต่อกับเกษตรกรแต่ละรายโดยตรงเกษตรกรก่อนจะตัดสินใจปลูกจะต้องพิจารณาในเรื่องต่อไปนี้

- 1) ทำความเข้าใจในรายละเอียดของสัญญาซื้อ-ขายล่วงหน้า
- 2) ทำความเข้าใจในมาตรฐานการรับซื้อให้ชัดเจนแน่นอนว่า จะสามารถปฏิบัติตามได้หรือไม่ เพราะมาตรฐานกระเจียบเขียวสดนั้นกำหนดไว้สูงมาก ทั้งรูปร่าง ความยาว สีผิวและรอยขีดตำหนิ เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาข้อขัดแย้งในเรื่องการคัดตามคุณภาพ
- 3) ปฏิบัติตามแผนการผลิตที่กำหนดร่วมกันกับผู้ซื้อ อาทิ เช่น ปลูกตามกำหนดเวลา ดูแลรักษาตามคำแนะนำ เพื่อให้ได้จำนวนและคุณภาพตามที่วางไว้ เนื่องจากญี่ปุ่นเป็นตลาดใหญ่มากไม่สามารถปลูกได้ในช่วงฤดูหนาวทางภาคใต้โอกินาวา ถึงจะปลูกได้ในโรงเรือนที่ปรับอากาศให้อุ่นขึ้น แต่ต้นทุนการผลิตสูงมากผู้ส่งออกจากต่างประเทศไม่ได้ ดังนั้นผู้ส่งออกและเกษตรกร ควรพิจารณาร่วมกันถึงตลาดรับซื้อเป็นสำคัญโดยปลูกประมาณเดือนสิงหาคม-มกราคมของปีถัดไปหากผู้ซื้อต่างประเทศขยายช่วงการรับซื้อออกไปเท่าไร ก็ขยายช่วงการปลูกให้สัมพันธ์กัน เพื่อสนองความต้องการของตลาดแต่จากการตรวจสอบข้อมูลส่งออกที่ผ่านมาพบว่าทุกเดือน ซึ่งแสดงว่าปลูกเกือบตลอดปี จากข้อมูลของสำนักงานที่ปรึกษาการเกษตรต่างประเทศประจำ กรุงโตเกียว เมื่อเดือน กุมภาพันธ์

2537 พบว่า ญี่ปุ่นนำเข้ากระเจียบเขียวช่วงเดือนมกราคม-กันยายน 2536 จากหลายประเทศด้วยกันรวม 2,994.8 ตัน ในปริมาณที่ลดหลั่นลงไปคือ ไทยมากที่สุด 1,341.2 ตัน ตามด้วยจีน ฟิลิปปินส์ ใต้หวัน เนเธอร์แลนด์ ออสเตรเลีย เกาหลีใต้ สหรัฐอเมริกา เบลเยียม บราซิล อิตาลี เกาหลีเหนือ และนิวซีแลนด์ 157.5 กก. จากข้อมูลดังกล่าวทำให้ทราบว่าประเทศไทยสามารถสร้างรายได้จากการส่งออกกระเจียบเขียวสู่ตลาดสากลได้

4.2 อัลกอริทึมเชิงละโมภ

อัลกอริทึมเชิงละโมภ (Greedy Algorithm) [2,7] มีขั้นตอนการหาผลเฉลยที่ได้มาจากลำดับของการตัดสินใจที่ใช้เกณฑ์จากสภาพของปัญหา ขณะนั้นเพื่อขยายผลเฉลย ในขณะเดียวกันก็ลดขนาดของปัญหาให้เล็กลง กระทำการขยายผลเฉลยและลดขนาดของปัญหาเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนได้ผลเฉลยที่สมบูรณ์ ด้วยพฤติกรรมการใช้เกณฑ์การขยายผลเฉลยจากสภาพของปัญหาปัจจุบัน (ไม่มองอนาคต) อันมีลักษณะของความละโมภแฝงอยู่ในการตัดสินใจ จึงเรียกอัลกอริทึมที่ทำงานในลักษณะเช่นนี้ว่า อัลกอริทึมเชิงละโมภ (Greedy Algorithm) ยกตัวอย่างการนำไปแก้ปัญหาถุงเป้ (Knapsack Problem) กำหนดให้มีของอยู่ 5 ชิ้น แต่ละชิ้นมีหมายเลขกำกับ 1, 2, 3, 4, 5 แต่ละชิ้นมีน้ำหนัก 10, 20, 30, 40, 50 และมีมูลค่า 20, 30, 66, 40, 60 ตามลำดับ ปัญหามีอยู่ว่า จะหยิบของชิ้นใดบ้างใส่ถุงเป้ให้ได้มูลค่ารวมสูงสุดโดยน้ำหนักรวมไม่เกิน W ซึ่งเป็นน้ำหนักมากที่สุดที่ถุงเป้ใบนี้รับได้ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการแก้ปัญหาเชิงละโมภคือ ในแต่ละขั้นตอนของการตัดสินใจนั้น เราจะนำอะไรมาเป็นเกณฑ์ การทำงานจะเป็นในลักษณะของวัฏวนของการตัดสินใจเพื่อเลือกและขยายผลเฉลยไปเรื่อย ๆ จนได้ผลเฉลยที่สมบูรณ์ สำหรับปัญหานี้จะเสนอเกณฑ์ในการเลือก 3 แบบ ดังนี้

- 1) เลือกของที่มีมูลค่าสูงสุด โดยไม่สนใจน้ำหนักของสิ่งของ เป็นความละโมภเชิงมูลค่า

2) เลือกของที่มีน้ำหนักน้อยที่สุด เป็นความละโมบในเชิงจำนวนชิ้น

3) เลือกของที่มีมูลค่าต่อน้ำหนักมากที่สุด เลือกสิ่งของที่มีมูลค่าสูงแต่น้ำหนักน้อยก่อน

จากเกณฑ์ทั้ง 3 จะหยิบสิ่งของทั้งชิ้น แต่ในกรณีที่หยิบทั้งชิ้นไม่ได้ จะเงื่อนไขของชิ้นนั้นให้พอดีกับที่ถุงเป็รับได้ กำหนดให้ถุงเป็รับน้ำหนักได้ 100 ทั้งนี้ได้แสดงตัวอย่างค่าน้ำหนัก (W) และมูลค่า (V) ของสิ่งของจำนวน 5 ชิ้น พร้อมอัตราส่วนของมูลค่าและน้ำหนัก (V/W) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าน้ำหนักและมูลค่าของสิ่งของ

	1	2	3	4	5
V_i	20	30	66	40	60
W_i	10	20	30	40	50
V_i/W_i	2.0	1.5	2.2	1.0	1.2

1) ถ้าเป็นแบบที่ 1 จะเลือกชิ้นที่ 3 ตามด้วยชิ้นที่ 5 และชิ้นที่ 4 แต่เงื่อนไขได้แค่ครึ่งชิ้นจึงเต็มถุงเป็ได้ มูลค่ารวมเป็น $66 + 60 + 20 = 146$

2) ถ้าใช้แบบที่ 2 จะเลือกชิ้นที่ 1 ตามด้วยชิ้นที่ 2, 3 และชิ้นที่ 4 บรรจุได้พอดีเต็มถุง ได้มูลค่ารวมเป็น $20 + 30 + 60 + 40 = 156$

3) ถ้าใช้แบบที่ 3 จะเลือกชิ้นที่ 3 ตามด้วยชิ้นที่ 1, 2 และชิ้นที่ 5 ที่ถูกเงื่อนไขออกมาได้ 80% ก็เต็มถุงเป็ได้ มูลค่ารวมเป็น $66 + 20 + 30 + 48 = 164$

จากการทดลองเลือกสิ่งของทั้ง 3 แบบ แบบที่ 3 เป็นวิธีที่ให้ผลเฉลยที่มีมูลค่ารวมสูงสุด การพิสูจน์ว่าการใช้มูลค่าต่อน้ำหนักเป็นเกณฑ์ในการเลือกของเชิงละโมบ จะได้ผลเฉลยที่ให้มูลค่ารวมสูงสุดเสมอ จะต้องพิสูจน์สองประเด็น คือ

1) ต้องแสดงให้เห็นว่า ของและปริมาณที่เลือกมาเชิงละโมบนั้น ต้องเป็นหนึ่งในผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุด และทำให้ปัญหาก็แก้ไข้อยู่มีขนาดเล็กลงโดยมีลักษณะของปัญหาเหมือนเดิม

2) ต้องแสดงให้เห็นว่า ปัญหาเชิงเป็มีโครงสร้างย่อยเหมาะสมที่สุด นั่นคือ เมื่อเราเลือกของที่มีมูลค่าสูงสุดของปัญหาย่อยมา แล้วรวมกับของที่ได้เลือกไปตอนแรก จะต้องได้การเลือกที่มีมูลค่าสูงสุดของทั้งปัญหาคือ

อัลกอริทึมเชิงละโมบ (Greedy Algorithm)

เป็นขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาที่คิดแบบง่าย ๆ และตรงไปตรงมา โดยพิจารณาว่าข้อมูลที่มีอยู่ในขณะนั้นมีทางเลือกใดที่ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าที่สุด ขั้นตอนวิธีจะหาทางเลือกที่ดีที่สุดในขณะนั้นซึ่งถ้าข้อมูลนั้นพอเพียงที่จะทำให้สรุปคำตอบที่ดีที่สุด [3] เราจะได้ขั้นตอนที่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ผลงานวิจัยของ อริยะ นามวงศ์ และ ศาสตรา วงศ์ธนาศุ [4] การวางแผนการเดินทางโดยใช้หลักการของขั้นตอนวิธีแบบละโมบโดยเริ่มจากการทดลองให้ทุกสถานที่ ๆ เลือกเป็นจุดเริ่มต้น จากนั้นเดินทางต่อไปยังสถานที่ที่ใกล้ที่สุดเดินทางอย่างนี้ต่อไปเรื่อย ๆ จนครบทุกสถานที่ จากนั้นทำการเปรียบเทียบทุก ๆ เส้นทางที่ได้จากทุกจุดเริ่มต้น โดยจะเลือกเส้นทางที่มีระยะทางในการเดินทางรวมสั้นที่สุดมาแนะนำเสนอให้กับนักท่องเที่ยวต่อไป

4.3 การวางแผนการผลิต

ในงานวิจัยของ บัญชา อภัย [5] ได้ศึกษาแผนการผลิตด้านการเกษตรที่เหมาะสมที่สุดภายใต้ข้อจำกัดในด้านทรัพยากรการผลิตที่มีอยู่ พร้อมทั้งศึกษาถึงผลกระทบของสินเชื่อการเกษตรจากแหล่งสถาบันการเงินต่อการปรับระบบการผลิต การกำหนดทางเลือกเกี่ยวกับกิจกรรมการผลิต ตลอดจนการจัดสรรทรัพยากรการผลิตแต่ละชนิดไปใช้ในกิจกรรมการผลิตต่าง ๆ ของฟาร์มเกษตรกรในจังหวัดอุทัยธานี โดยใช้แบบจำลองลิเนียโปรแกรมมิ่ง ผลการวิจัยพบว่าเมื่อมีการเพิ่มเงินทุนการเกษตรขึ้นแล้ว การที่จะเพิ่มรายได้ให้แก่ฟาร์มขนาดเล็กและขนาดกลางจะต้องมีการปรับโครงสร้างการผลิตจากการปลูกพืชเพียงพอย่างเดียวไปเป็นการเกษตรแบบผสมผสานโดยเพิ่มกิจกรรมด้านปศุสัตว์เข้าไปด้วย ส่วนในฟาร์มขนาดใหญ่ขึ้น จะเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการผลิตจาก

การผลิตพืชดั้งเดิมได้แก่ข้าวนาปีเพื่อยังชีพเป็นหลักไป เป็นการผลิตเพื่อการค้ามากขึ้นในขณะที่พืชไร่เริ่มจะเปลี่ยนจากการปลูกมันสำปะหลังเป็นรายได้เสริมไป เป็นการปลูกพืชใหม่ที่ให้ผลตอบแทนสูงได้แก่ถั่วเหลือง และเปลี่ยนเป็นฝ้าย เมื่อมีเงินทุนเพียงพอ สำหรับการลงทุนในพืชชนิดนี้ อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ ไม่ได้นำพฤติกรรมความเสี่ยงเกี่ยวกับโรคและแมลงเข้ามาวิเคราะห์ในแบบจำลองด้วย ผลการวิเคราะห์ แผนการผลิตของเกษตรกรในเขตจังหวัดอุทัยธานีด้วยแบบจำลองลิเนียร์โปรแกรมมีครั้งนี้ มีความชัดเจนสอดคล้องกับแนวทางพัฒนาการเกษตรในด้านการปรับโครงสร้างการผลิตตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 ซึ่งสามารถนำวิธีวิเคราะห์ดังกล่าวนี้ไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่อื่น ๆ เพื่อขยายผลในเรื่องการปรับโครงสร้างการผลิตของเกษตรกรต่อไป

5. วิธีการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้หลักการวิเคราะห์และออกแบบด้วยวงจรพัฒนาระบบ (Software Development Life Cycle: SDLC) [6] สามารถดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

5.1 การศึกษาความเป็นไปได้ เป็นการระบุปัญหาหาโอกาสหรือค้นหาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการวางแผนการผลิตหรือการจัดกลุ่มเกษตรกรเพื่อให้เพาะปลูกได้ตามความต้องการ การทำงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน เพื่อกำหนดเป้าหมายของการพัฒนาระบบ โดยกำหนดรายละเอียดดังนี้

- 1) กลุ่มประชากร: หัวหน้ากลุ่มเกษตรกรจำนวน 15 ราย และหัวหน้ากลุ่มวิสาหกิจชุมชน
- 2) กลุ่มเกษตรกรใน 15 พื้นที่เพาะปลูก (หมู่บ้าน) กระเจียบเขียวในเขตจังหวัดพะเยา
- 3) จำนวนขั้นต่ำของการส่งผลผลิตกระเจียบเขียวที่ต้องส่งไปยังตลาดจำนวน 200 กิโลกรัมต่อวัน
- 4) การเพาะปลูกของเกษตรกรจะมีข้อจำกัดเรื่องพื้นที่การเพาะปลูก เนื่องจากผลผลิตของกระเจียบเขียวที่เจริญเติบโตเร็ว ทำให้เก็บเกี่ยวไม่ทัน

5) ศึกษาเทคนิคที่นำมาใช้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เลือกใช้อัลกอริทึมเชิงละโมบ แล้วพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในรูปแบบเว็บไซต์ที่รองรับการทำงานบนมือถือ พร้อมจัดเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูลบนเซิร์ฟเวอร์

5.2 การรวบรวมข้อมูล เป็นการเก็บข้อมูล รวบรวมข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับความต้องการของระบบ และตอบโจทย์ความต้องการของผู้ใช้ระบบ ได้ดำเนินการลงพื้นที่เพาะปลูก เพื่อรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรที่เป็นสมาชิกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน โดยการทำงานเดิมหัวหน้ากลุ่มวิสาหกิจชุมชน จะเป็นผู้สำรวจและคัดกรองพื้นที่การปลูก และอนุมัติให้ดำเนินการเพาะปลูก โดยไม่มีการวางแผนหรือคำนึงถึงการพักแปลง จำนวนพื้นที่การเพาะปลูกที่ให้ผลผลิตแล้ว ไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ทัน จำนวนผลผลิตที่มีคุณภาพของกระเจียบเขียว ที่ต้องส่งไปยังตลาดสินค้าล่วงหน้าในจำนวนที่เพียงพอต่อความต้องการ (2,000 กิโลกรัมต่อวัน) นอกจากนี้การดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จะบันทึกในรูปแบบเอกสารทั้งหมด ทำให้การพิจารณาการเพาะปลูกและผลผลิตของเกษตรกรจะค่อนข้างล่าช้า หรือพบปัญหาของการปลูกกระเจียบเขียวในแปลงปลูกที่ไม่ได้พักแปลง เพราะไม่สามารถตรวจสอบได้ทันที

5.3 การวิเคราะห์ระบบ เป็นการนำข้อมูลที่ได้มาทบทวน และวิเคราะห์ออกมาในรูปแบบสัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น แผนภาพการไหลของข้อมูล ความสัมพันธ์ของข้อมูล หรือ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงวัตถุ เป็นต้น แผนภาพการไหลข้อมูลของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อวางแผนการเพาะปลูกกระเจียบเขียว ดังรูปที่ 1 โดยข้อมูลในระบบได้จากเกษตรกรหรือสมาชิก และหัวหน้ากลุ่มวิสาหกิจ ส่วนข้อมูลนำเข้าจะเป็นข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกร ได้แก่ประวัติเกษตรกร ที่อยู่พื้นที่ทำการเพาะปลูก และผลผลิตหลังจากการเก็บเกี่ยวที่นำส่งกลุ่มวิสาหกิจ รวมไปถึงข้อมูลนำเข้าจากหัวหน้ากลุ่มวิสาหกิจ คือ เงื่อนไขการวางแผนการเพาะปลูก ไม่ว่าจะเป็นจำนวนผลผลิตขั้นต่ำที่นำส่งตลาด ข้อจำกัดของพื้นที่การปลูกของเกษตรกรแต่ละ

ราย และระยะทางระหว่างพื้นที่ปลูกและกลุ่มวิสาหกิจที่รับซื้อ โดยปัจจัยระยะทางนั้นจะคำนึงถึงความสดของกระเจี๊ยบเขียวเป็นสำคัญ

5.4 การออกแบบระบบ เป็นการออกแบบเชิงตรรกะ เช่น การจัดเก็บข้อมูล หรือ การออกแบบตามลักษณะงานที่ต้องการ และเป็นการออกแบบเชิงกายภาพ มุ่งเน้นสู่การพัฒนาระบบได้จริง การออกแบบระบบได้ออกแบบเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 เป็นส่วนของการออกแบบอัลกอริทึม สำหรับการวางแผนการเพาะปลูกกระเจี๊ยบเขียว และส่วนที่สองเป็นการระบบการจัดเก็บข้อมูลซึ่งนำไปพัฒนาเป็นแอปพลิเคชัน

5.4.1 การออกแบบระบบ รวมไปถึงการออกแบบอัลกอริทึมที่นำมาใช้ในการจัดกลุ่มและวางแผนการเพาะปลูกของเกษตรกร โดยใช้แนวคิดอัลกอริทึมเชิงละโมบ ซึ่งมีเงื่อนไขว่าผลผลิตที่ส่งไปยังตลาดสินค้าล่วงหน้าไม่ควรเกิน 2 ตัน หรือ 2,000 กิโลกรัมต่อวัน และการแก้ไขปัญหานี้จะเสนอเกณฑ์ในการเลือก 3 แบบ ดังนี้

1) เลือกพื้นที่การปลูกสูงสุดเนื่องจากต้องได้ผลผลิตสูงสุดตามไปด้วย (ประมาณการ 1 ไร่ เท่ากับผลผลิตที่ได้รับ 20 กิโลกรัม) โดยไม่สนใจน้ำหนักของสิ่งของเป็นความละโมบเชิงมูลค่า

2) เลือกระยะทางจากพื้นที่ปลูกกับกลุ่มวิสาหกิจ (แหล่งรวบรวมผลผลิตก่อนนำส่ง) น้อยที่สุด เป็นความละโมบในเชิงจำนวนปริมาณ เพราะลดการสูญเสียของน้ำหนักและความสดของผลผลิต

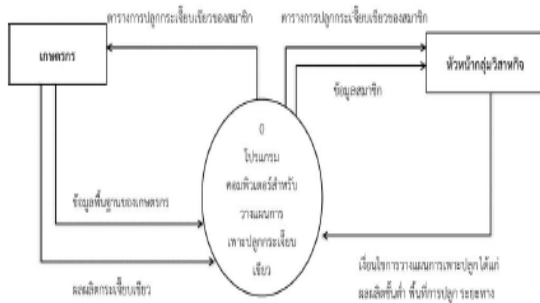
3) เลือกผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของกระเจี๊ยบเขียวมากที่สุด โดยเลือกอัตราส่วนที่มีผลผลิตเฉลี่ยสูง เพราะคำนึงถึงคุณภาพของกระเจี๊ยบเขียว ตัวอย่างการวางแผนการผลิตและการคัดเลือกเกษตรกร แสดงขั้นตอนการทำงานในตารางที่ 2.4 ทั้งนี้ได้กำหนดตัวอย่างเกษตรกรจำนวน 6 ราย (ตารางที่ 2) โดยขั้นตอนที่ 1 กำหนดช่วงเวลาในการปลูก เพื่อคัดเลือกเฉพาะเกษตรกรที่ไม่ได้ทำการเพาะปลูกหรือช่วงเก็บเกี่ยว เช่น กำหนดช่วงเวลาการปลูกเริ่มต้นวันที่ 6 ตุลาคม (6/10) ดังนั้นเกษตรกรรายที่ 4 จะถูกคัดออกไม่ได้รับการพิจารณา จากนั้นขั้นตอนที่ 2 กำหนดเป้าหมาย

ผลผลิตและข้อจำกัดของพื้นที่การปลูก จากตัวอย่างกำหนดเป้าหมายคือ 200 กิโลกรัมต่อวัน และจำกัดพื้นที่ในเพาะปลูกไม่เกิน 4 ไร่ และเกณฑ์ในการเลือกมี 3 แบบ ดังได้กล่าวข้างต้น จึงทำการพิจารณาตามเงื่อนไขพื้นที่การปลูกมากที่สุด รองลงมาคือ ระยะทางพื้นที่ใกล้สุด และผลผลิตเฉลี่ยก่อนหน้าของเกษตรกรแต่ละรายมากที่สุด ตามลำดับ จึงพบว่าในตัวอย่างเกษตรกรรายที่ 2 และ 6 จะได้รับการพิจารณาเนื่องจากมีพื้นที่ในการปลูกมากที่สุด (4 ไร่) ขณะเดียวกันเกษตรกร 2 รายนี้มีจำนวนพื้นที่เท่ากัน จึงต้องพิจารณาระยะทางใกล้สุด ระหว่างพื้นที่ปลูกกับกลุ่มวิสาหกิจ แต่ยังไม่พบว่ามีระยะทางนั้นยังคงใกล้เคียงกัน (8 กิโลเมตร) จึงจำเป็นต้องพิจารณาเกณฑ์ข้อที่ 3 คือ ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่มากที่สุด ทำให้ผลลัพธ์สุดท้ายเกษตรกรรายที่ 2 จึงได้รับการคัดเลือกเป็นคนแรกในการปลูกกระเจี๊ยบเขียวในรอบที่ 1 และจำนวนเป้าหมายผลผลิตคงเหลือเท่ากับเป้าหมาย " ปริมาณผลผลิตคาดหวังไว้ (200 - 72 = 128) จากนั้นอัลกอริทึมจะทำงานวนซ้ำเพื่อคัดเลือกเกษตรกรรายต่อไป จนกระทั่งผลรวมของปริมาณผลผลิตที่คาดหวังสะสมในแต่ละรอบเท่ากับเป้าหมายผลผลิตที่กำหนดไว้ ในกรณีนี้ถ้าวนซ้ำรอบที่ 2 เกษตรกรรายที่ 6 จะถูกคัดเลือก ส่วนรอบที่ 3 เกษตรกรรายที่ 3 ถูกเลือกพิจารณา แต่เป้าหมายผลผลิตคงเหลือมีเพียง 60 แต่ปริมาณผลผลิตของเกษตรกรรายที่ 3 มีจำนวน 63 (ดังตารางที่ 3) ทำให้ต้องคำนวณจำนวนพื้นที่สำหรับการเพาะปลูก จากสมการดังนี้

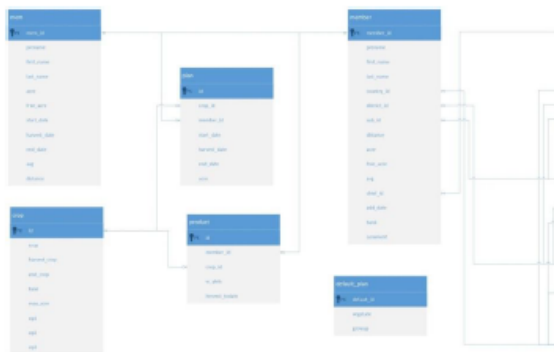
จำนวนไร่ที่ใช้ = (เป้าหมายผลผลิตคงเหลือ ÷ ปริมาณผลผลิต) × จำนวนไร่ของเกษตรกร

ดังนั้นเกษตรกรรายที่ 3 สามารถปลูกกระเจี๊ยบเขียวในจำนวนพื้นที่ เท่ากับ $(60 \times 63)/3 = 2.85$ ไร่ จากตัวอย่างผลการทำงานของอัลกอริทึมเชิงละโมบ (ดังตารางที่ 4) ทำให้เราได้เกษตรกรที่สามารถเพาะปลูกกระเจี๊ยบเขียวในรอบวันที่ 6 ตุลาคม 2561 คือเกษตรกรรายที่ 2 รายที่ 6 และรายที่ 3 ตามลำดับ ด้วยปริมาณผลผลิต $72 + 68 + 57 = 197$ กิโลกรัม

จากจำนวนพื้นที่การปลูก $4 + 4 + 2.85 = 10.85$ ไร่
โดยประมาณ



รูปที่ 2 แผนภาพบริหารการไหลข้อมูลของโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวางแผนการเพาะปลูก
กระเจียวเขียว



รูปที่ 3 แผนภาพความสัมพันธ์ของข้อมูลของระบบวางแผนการเพาะปลูกกระเจียว
กรณีสถักกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกระเจียวเขียว จ.พะเยา

ตารางที่ 2 ข้อมูลตัวอย่างสำหรับอธิบายการทำงานของอัลกอริทึมเชิงละโมภ (Greedy Algorithm)

ข้อมูลสำหรับการ	ลำดับของเกษตรกร					
วางแผน	1	2	3	4	5	6
ปริมาณผลผลิต	40	72	63	20	30	68
จำนวนไร่	2	4	3	2	2	4
ระยะทางใกล้	10	8	7	2	2	8
เวลาที่ใช้ทำการ	15/5-	15/5-	15/5-	6/8-	13/2-	13/2-
ปลูก	15/8	15/8	15/8	6/11	13/5	13/5
ผลผลิตเฉลี่ย/ไร่	20	18	21	10	15	17

ตารางที่ 3 ผลลัพธ์ข้อมูลที่อยู่ในช่วงเวลารปลูกสำหรับรอบที่จะพิจารณา

ข้อมูลสำหรับการ	ลำดับของเกษตรกร					
วางแผน	1	2	3	4	5	6
ปริมาณผลผลิต	40	72	63	20	30	68
จำนวนไร่	2	4	3	2	2	4
ระยะทางใกล้	10	8	7	2	2	8
เวลาที่ใช้ทำการ	15/5-	15/5-	15/5-	6/8-	13/2-	13/2-
ปลูก	15/8	15/8	15/8	6/11	13/5	13/5
ผลผลิตเฉลี่ย/ไร่	20	18	21	10	15	17

ตารางที่ 4 ผลลัพธ์ข้อมูลที่ได้พิจารณาตามเงื่อนไข

ข้อมูลสำหรับการ	ลำดับของเกษตรกร					
วางแผน	1	2	3	4	5	6
ปริมาณผลผลิต	40	72	63	20	30	68
จำนวนไร่	2	4	3	2	2	4
ระยะทางใกล้	10	8	7	2	2	8
เวลาที่ใช้ทำการ	15/5-	15/5-	15/5-	6/8-	13/2-	13/2-
ปลูก	15/8	15/8	15/8	6/11	13/5	13/5
ผลผลิตเฉลี่ย/ไร่	20	18	21	10	15	17

5.4.2 การออกแบบฐานข้อมูล เพื่อใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลแล้วนำมาวิเคราะห์สำหรับการวางแผนการผลิตหรือเพาะปลูก โดยใช้แนวคิดของอัลกอริทึมในหัวข้อ

5.4.1 การออกแบบฐานข้อมูลเริ่มต้นจะการสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูล ดังรูปที่ 2 ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลพื้นฐาน ข้อมูลสมาชิกหรือข้อมูลเกษตรกร ข้อมูลเบื้องต้นหรือข้อมูลเงื่อนไข สำหรับการวางแผนการเพาะปลูก และข้อมูลจัดเก็บผลผลิตของเกษตรกรในรอบการเก็บเกี่ยว ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะนำมาใช้ในการวางแผนการเพาะปลูกในรอบถัดไป ทั้งนี้ได้จัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลที่ได้ออกแบบไว้ ดังรูปที่ 3

5.5 การพัฒนาและทดสอบโปรแกรม
โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อวางแผนการผลิตกระเจี๊ยบนี้ได้พัฒนาในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน (Responsive Web Application) ที่สามารถใช้งานได้ทั้งง่ายและใช้งานได้ทุกที่ เพียงแค่มีเว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) และอินเทอร์เน็ต (Internet) ก็สามารถใช้งานแอปพลิเคชันประเภทนี้ได้ โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

- พัฒนาโปรแกรมส่วนเข้าสู่ระบบ
- พัฒนาโปรแกรมส่วนบันทึกข้อมูลของสมาชิกเกษตรกร
- พัฒนาโปรแกรมส่วนบันทึกข้อมูลเบื้องต้น สำหรับกำหนดเงื่อนไขการวางแผนการเพาะปลูกหรือผลิตกระเจี๊ยบเขียว ให้สอดคล้องกับตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าต้องการ
- พัฒนาโปรแกรมเพื่อจัดกลุ่มของสมาชิกเกษตรกรด้วยอัลกอริทึมเชิงละโมภ (Greedy Algorithm)

ส่วนเครื่องที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อวางแผนการผลิตกระเจี๊ยบ เป็นระบบที่รองรับการทำงานแบบออนไลน์หรือเว็บไซต์ จึงได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่จัดการเซิร์ฟเวอร์ ที่เรียกว่า Apache web server ซึ่งประกอบไปด้วย 1) Apache ซอฟต์แวร์สำหรับเปิดให้บริการเซิร์ฟเวอร์บนโพรโทคอล HTTP 2) PHPStorm ภาษาคอมพิวเตอร์ในลักษณะเซิร์ฟเวอร์ไซด์ สคริปต์ และ 3) MySQL ระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ นอกจากนี้ยังมีโปรแกรมอื่น ๆ ที่ใช้สำหรับ

จัดการฐานข้อมูล และเป็นเครื่องมือพัฒนาระบบในครั้งนี้ ได้แก่ 1) FileZilla Client โปรแกรมจัดการข้อมูล โปรแกรม ฐานข้อมูล อพโฮสต์ไปยังเครื่องเซิร์ฟเวอร์ MySQL และ 2) Atom โปรแกรมสำหรับเขียนพัฒนาโปรแกรมร่วมกับ PHP

5.6 การบำรุงรักษาระบบ เป็นการนำการประเมินของระบบมาปรับปรุงแก้ไข และบำรุงรักษาระบบให้สามารถใช้งานได้ดีกว่าระบบเดิม โดยทั้งนี้ได้ทำการประเมินความรู้ ความเข้าใจ ความพึงพอใจ และความคิดเห็นการประยุกต์ใช้งานของผู้ใช้ระบบหลังการฝึกอบรม ในรูปแบบสัมภาษณ์ พบว่า ผู้ใช้งานมีความรู้ความเข้าใจในการวางแผนการผลิต มีความพึงพอใจกับระบบที่พัฒนาขึ้น โดยสามารถนำข้อมูลจริงจากเอกสารลงบันทึกในระบบเองได้ ส่วนการประเมินผลการนำไปประยุกต์ใช้งาน พบว่า ผู้ใช้งานสามารถเชื่อมโยงระบบวางแผนการผลิตการเพาะปลูกกระเจี๊ยบเขียวไปยังระบบสืบค้นย้อนกลับของกระเจี๊ยบเขียวเมื่อส่งไปยังบริษัทหรือผู้รับซื้อได้

6. ผลการวิจัย

ทีมผู้พัฒนาได้ออกแบบฐานข้อมูลและหน้าจอที่ทำงานบนเว็บไซต์ และได้ทำการประเมินผลความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อระบบ ซึ่งได้อธิบายรายละเอียด ได้ดังนี้ ในรูปที่ 4 แสดงถึงหน้าจอเข้าสู่ระบบ ซึ่งหัวหน้ากลุ่มวิสาหกิจสามารถเข้าสู่ระบบนี้ได้ แสดงปุ่มตามหมายเลข 1

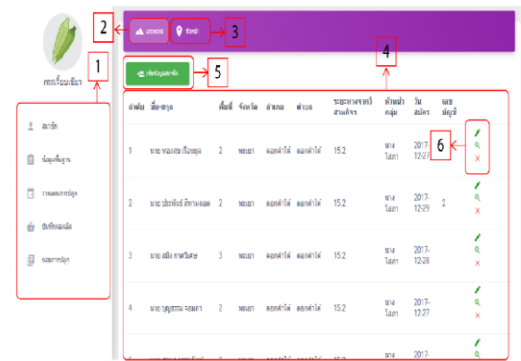


รูปที่ 4 หน้าจอเข้าสู่ระบบ

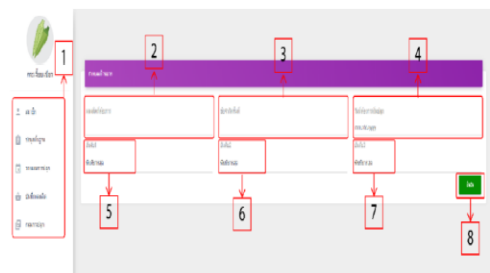
- หน้าจอแสดงรายชื่อสมาชิกเกษตรกรที่อยู่ในกลุ่มวิสาหกิจกระเจี๊ยบเขียว ปรากฏในรูปที่ 4 โดยหมายเลข 1 เป็นส่วนของเมนู หมายเลข 2 เป็นส่วนของปุ่มแสดงรายชื่อสมาชิกเกษตรกร และหมายเลข 3 เป็นส่วนของปุ่มแสดงรายชื่อหัวหน้าสมาชิกเกษตรกร
- หน้าจอกำหนดข้อมูลพื้นฐานสำหรับการเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว และการพักแปลง ปรากฏในรูปที่ 5 โดยหมายเลข 1 เป็นส่วนของเมนู หมายเลข 2 เป็นส่วนของเพิ่มจำนวนวันเจริญเติบโต หมายเลข 3 เป็นส่วนของเพิ่มจำนวนวันเก็บเกี่ยวผลผลิต และหมายเลข 4 เป็นส่วนของเพิ่มจำนวนวันพักแปลง
- หน้าจอวางแผนการเพาะปลูก ตามหลักการของอัลกอริทึมเชิงละโมบ ปรากฏในรูปที่ 6 โดยหมายเลข 1 เป็นส่วนของเมนู หมายเลข 2 เป็นส่วนของกำหนดเป้าหมายผลผลิต หมายเลข 3 เป็นส่วนของกำหนดข้อจำกัดพื้นที่ หมายเลข 4 เป็นส่วนของเลือกวันที่เริ่มปลูก หมายเลข 5 เป็นส่วนของเลือกเงื่อนไขที่ 1 หมายเลข 6 เป็นส่วนของเลือกเงื่อนไขที่ 2 หมายเลข 7 เป็นส่วนของเลือกเงื่อนไขที่ 3 และหมายเลข 8 เป็นส่วนของปุ่มยืนยันแผนการผลิต
- หน้าจอแสดงรายชื่อสมาชิกเกษตรกรที่ถูกคัดเลือกเพาะปลูกตามเงื่อนไข ปรากฏในรูปที่ 7 โดยหมายเลข 1 เป็นส่วนของเมนู หมายเลข 2 เป็นส่วนของแสดงรายละเอียดแผนการผลิต หมายเลข 3 เป็นส่วนของแสดงรายชื่อสมาชิกเกษตรกรที่ถูกคัดเลือกตามเงื่อนไข และหมายเลข 4 เป็นส่วนของปุ่มบันทึกแผนการผลิตและสมาชิกเกษตรกรในรอบการผลิต

7. อภิปรายผลการวิจัย

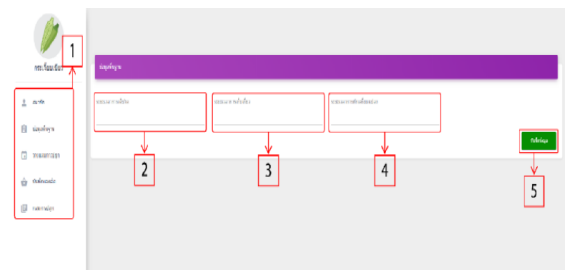
หลังจากการพัฒนาาระบบเสร็จสิ้น ระบบถูกนำไปติดตั้งและใช้งาน ทางผู้พัฒนาได้ดำเนินการประเมินผลความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อระบบโดยสัมภาษณ์หัวหน้ากลุ่ม



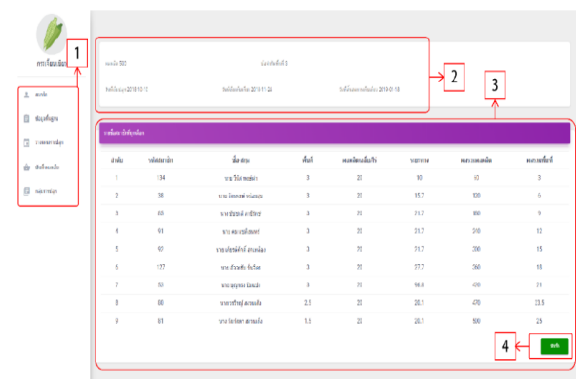
รูปที่ 5 หน้าจอแสดงรายชื่อสมาชิกเกษตรกรที่อยู่ในกลุ่มวิสาหกิจกระเจี๊ยบเขียว



รูปที่ 6 หน้าจอกำหนดข้อมูลพื้นฐานสำหรับการเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว และการพักแปลง



รูปที่ 7 หน้าจอวางแผนการเพาะปลูก ตามหลักการของอัลกอริทึมเชิงละโมบ



รูปที่ 8 หน้าจอแสดงรายชื่อสมาชิกเกษตรกรที่ถูกคัดเลือกเพาะปลูกตามเงื่อนไข

วิสาหกิจชุมชนกระเจี๊ยบเขียว จ.พะเยา โดยผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อระบบ ออกเป็น 4 ด้านอธิบายได้ดังนี้ (1) ด้านตรงความต้องการของผู้ใช้ระบบ โปรแกรมตอบโจทย์ความต้องการของผู้ใช้เนื่องจากสามารถช่วยลดเวลาในการค้นหาคำตอบด้วยมือ หรือจัดกลุ่มเกษตรกรด้วยมือ (2) ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ เนื่องด้วยฟังก์ชันการทำงานมีลักษณะเน้นการบันทึกข้อมูลเข้าจากการทำงานประจำวัน และนำข้อมูลนั้นมาช่วยในการตัดสินใจหรือวางแผนการเพาะปลูก ซึ่งส่งผลให้ถ้าผู้ใช้งานไม่บันทึกหรือปฏิบัติตามขั้นตอน จะทำให้ไม่ได้ผลลัพธ์ตามที่กำหนดไว้ (3) ด้านความง่ายต่อการใช้งาน ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้ดี เพราะโปรแกรมออกแบบในรูปแบบเว็บไซต์ที่สามารถรองรับการทำงานบนมือถือ และผู้ใช้งานเอง มีทักษะพื้นฐานการใช้งานอินเทอร์เน็ตและคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ทำให้การใช้งานของโปรแกรมได้ดียิ่งขึ้น และ (4) ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล มีระบบการเข้าถึงข้อมูลโดยการ log in ผ่านชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน ทั้งนี้การใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้ได้ถูกออกแบบให้ใช้งานสำหรับหัวหน้ากลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่ดูแลเกษตรกรเพียงคนเดียวเท่านั้น ทำให้ลดปัญหาเกี่ยวกับความปลอดภัยของระบบได้

8. ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวางแผนการเพาะปลูกกระเจี๊ยบเขียว กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนกระเจี๊ยบเขียว จ.พะเยา เป็นการประยุกต์ศาสตร์ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่นำอัลกอริทึมเชิงละโมมาปรับใช้ แต่เมื่อนำระบบไปใช้งานจริง ผู้ใช้งานแนะนำให้เน้นการออกรายงานของเกษตรกรที่ปลูกในแต่ละช่วงเวลา เพื่อเป็นแนวทางสนับสนุนการตัดสินใจของตัวแทนกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

9. สรุป

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวางแผนการเพาะปลูกกระเจี๊ยบเขียว กรณีศึกษากลุ่ม

วิสาหกิจชุมชนกระเจี๊ยบเขียว จ.พะเยา เป็นการประยุกต์ศาสตร์ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่นำอัลกอริทึมเชิงละโมมาปรับใช้ในการวางแผนการผลิตกระเจี๊ยบเขียว โดยเน้นการจัดกลุ่มเกษตรกรให้เพาะปลูกและได้ผลผลิตตามความต้องการของตลาดและไม่ผลิตจนล้นตลาด และโปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้ได้ถูกพัฒนาออกแบบในลักษณะ Responsive Web Application ทำให้การแสดงผลสามารถรองรับได้ทุกแพลตฟอร์มหรือทุกระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์เคลื่อนที่โดยการเข้าถึงบริการสามารถใช้เว็บเบราว์เซอร์เท่านั้น รวมไปถึงการออกแบบหน้าจอ (User Interface) ที่เข้าใจง่าย ทำให้ใช้งานได้สะดวกมากยิ่งขึ้น นอกจากนั้นโปรแกรมนี้ยังได้นำข้อมูลของเกษตรกรมาวิเคราะห์เพื่อเพิ่มความแม่นยำของเป้าหมายผลผลิตและผลผลิตจริง สำหรับข้อจำกัดของโปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้คือเงื่อนไขการคัดเลือกเกษตรกรมีเพียง 3 เงื่อนไข คือพื้นที่สำหรับการเพาะปลูกมากที่สุด ระยะทางระหว่างพื้นที่การกับตำแหน่งที่ตั้งของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ใกล้มากที่สุด และค่าเฉลี่ยผลผลิตของสมาชิกเกษตรกรมากที่สุด ส่งผลให้ถ้ามีเกษตรกรรายใหม่เข้ามาอาจจะยังไม่ถูกเลือกเป็นลำดับแรก

10. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนอุดหนุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา (สวพ.) ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภายใต้โครงการความร่วมมือในการจัดการศึกษาเชิงบูรณาการการเรียนรู้ในสถานศึกษากับการนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมไปพัฒนาและยกระดับผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ชุมชนในพื้นที่ภาคเหนือ 6 จังหวัด นอกจากนี้ยังได้รับการช่วยเหลือจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกระเจี๊ยบเขียว จังหวัดพะเยา หรือตัวแทนกลุ่มคุณอภิชาติ และทีมงานสาขาพืชศาสตร์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปราโมทย์ ทิมชา ที่ให้การช่วยเหลือข้อมูล และอื่น ๆ งานวิจัยในครั้งนี้

11. เอกสารอ้างอิง

- [1] ฉันทนา วิชรรัตน์. (2553). กระเจี๊ยบเขียว คุณค่ากับภูมิปัญญาไทย. ค้นเมื่อ 25 กุมภาพันธ์ 2561, <http://researchex.rae.mju.ac.th/agikl/index.php/knowledge/24-vegetable/22-green>.
- [2] สมชาย ประสิทธิ์จตุระกุล. (2553). การออกแบบและวิเคราะห์อัลกอริทึม. ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [3] กรุง สีนอภิมณีสราญ. ขั้นตอนวิธีประเภทละโมบ (Greedy algorithm). ค้นเมื่อ 8 มีนาคม 2561, <http://pioneer.netser.chula.ac.th/~skrung/2301365/Lecture009.html>
- [4] อริยะ นามวงศ์ และ ศาสตรา วงศ์ธนวสุ. 2559. ระบบให้คำแนะนำรายบุคคลเพื่อการวางแผนการท่องเที่ยว. ค้นพบเมื่อ 1 มีนาคม 2561, https://www.tci-thaijo.org/index.php/IT_Journal/article/view/72818/58570
- [5] บัญชา อภัย. (2535). ผลกระทบของสินเชื่อการเกษตรต่อการวางแผนการผลิต เพื่อให้มีการใช้ทรัพยากรที่เหมาะสมภายใต้เป้าหมายการทำรายได้สูงสุด ของเกษตรกร : กรณีศึกษาในเขตจังหวัดอุทัยธานี. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. บัณฑิตวิทยาลัย. ค้นพบเมื่อ 6 มีนาคม 2561
- [6] ญัฐพันธ์ เขจรนันท์. (2551). การวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศ. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- [7] Paul E. Black, "greedy algorithm" in Dictionary of Algorithms and Data Structures [online], U.S. National Institute of Standards and Technology, February 2005, webpage: NIST-greedyalgo.

พัฒนาระบบควบคุมการผสมธาตุอาหารสำหรับพืชแบบอัตโนมัติ โดยโปรแกรมอาตุโน

กชพรรณ สีอุด^{1*} ตระการ วงศ์สม วีระพล โสณะชัย บุญญฤทธิ์ วังอน
วริศ จิตต์ธรรม และสมชาติ หาญวงษา

¹มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิชญโลก 52 หมู่ 7 ตำบลบ้านกร่าง อำเภอเมือง จังหวัดพิจญญโลก 65000

รับบทความ กรกฎาคม 2561 ตอรับบทความ พฤศจิกายน 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 15 พฤษภาคม 2563

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

บทคัดย่อ

ระบบควบคุมการผสมธาตุอาหารสำหรับพืช ธาตุอาหารที่ผสมมีสถานะเป็นของเหลว (สาร A และสาร B) ระบบควบคุมทำหน้าที่ผสมธาตุอาหารให้กับพืชเพื่อให้ธาตุอาหารตามความเหมาะสมกับพืชแต่ละชนิดได้เจริญเติบโตอย่างสมบูรณ์ โดยพืชที่ใช้ในการศึกษาใช้พืชตระกูลเมล่อน เนื่องจากเป็นพืชเศรษฐกิจที่ต้องอาศัยการดูแลเรื่องปริมาณธาตุอาหารอย่างเหมาะสมในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโต โดยการออกแบบระบบควบคุมการผสมธาตุอาหารโดยใช้โปรแกรมอาตุโน ออกแบบการทำงานเป็น 2 ระบบคือ ระบบอัตโนมัติและระบบกึ่งอัตโนมัติ ระบบสามารถคำนวณปริมาณน้ำที่ใช้ในการผสมธาตุอาหารและควบคุมค่าอีซี (Electrical Conductivity : EC) จากการทดสอบพบว่าการทำงานของระบบควบคุมการผสมธาตุอาหารสำหรับพืชเมล่อน สามารถทำงานตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้ ค่าความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยของระบบควบคุมปริมาณน้ำอยู่ที่ 0.95% ซึ่งอยู่ในค่าที่ยอมรับได้ และค่าความเป็น กรด-เบส (PH) อยู่ในช่วง 6.8-7.0 งานวิจัยนี้สามารถประยุกต์ไปใช้งานจริงสำหรับการปลูกพืชชนิดอื่นๆ เป็นต้นแบบระบบควบคุมธาตุอาหารสำหรับพืชชนิดอื่นๆ สามารถลดต้นทุนด้านแรงงานสำหรับการผสมธาตุอาหารและสามารถควบคุมธาตุอาหารได้ตลอดเวลา

คำสำคัญ : เมล่อน, ธาตุอาหาร, โปรแกรมอาตุโน, ระบบควบคุม

Development of Automated Plant Nutrient Control Systems by Arduino Program

Kotchapan Seeod^{1*} Trakan Wongsom Werapol Sonachai Bunyarit Wangngon

Varis Jittham and Somchat Hanvongsa

¹Rajamangala University of Technology Lanna Phitsanulok,
52 Moo.7 Ban Krang Subdistrict, Muang District, Phitsanulok 65000

Receive: July 2018 Accepted: November 2018 Published online: 15 May 2020

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

Abstract

System nutrient control system Nutrients are mixed with a liquid state (substances A and B). The control system mixes nutrients with plants so that nutrients as appropriate for each plant species grow completely. The plants used in the study used the plant family Melon. Due to the remnants of the plant that relies on economic oversight and proper nutrients at different stages of growth. The design of the nutrient control system using the arduino program. Design work as 2 systems the system is automatic and semi-automatic. The system can calculate the amount of water used in the nutrient mix and control the EC (Electrical Conductivity: EC). It was found that the work of the nutrient control system for the plant Melon can work under conditions set. The average standard deviation of 0.95% in the control system. This is an acceptable value and the acid - base (PH) in the range from 6.8 - 7.0. This research can be applied to practical use for growing other plants. As a model system for plant nutrients. It can reduce labor costs for nutrient mix and can control nutrients at any time.

Keywords : Melon, Nutrient, Arduino Program, Control system

1. บทนำ

ปัจจุบัน ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ลานนา พิษณุโลก ได้ใช้นวัตกรรมปลูกพืชใช้น้ำน้อย โดยการทดลองปลูกพืชและใช้วิธีการให้น้ำพืชสมัยใหม่เข้ามาช่วยในการให้น้ำทำให้ประหยัดแรงงานและน้ำ สามารถประยุกต์ใช้วิธีการให้ธาตุอาหารไปพร้อมกับการให้น้ำพืชได้ซึ่งนอกจากจะประหยัดเวลาลดแรงงานในการใส่ธาตุอาหารและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารของพืชด้วยนั่นคือ พืชทุกต้นจะได้รับธาตุอาหารในปริมาณที่ใกล้เคียงกันเกือบทุกต้น แต่ในการผสมธาตุอาหารยังใช้แรงงานคนในการเติมธาตุอาหารแต่ละครั้งทำให้เกิดปัญหา คือได้ปริมาณธาตุอาหารในแต่ละครั้งที่ไม่เท่ากัน เพราะในการผสมธาตุอาหารต้องใช้ความแม่นยำของอัตราส่วนการผสมเพื่อให้ได้รับธาตุอาหารครบถ้วนตามที่พืชต้องการอย่างสม่ำเสมอ

ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำได้เห็นความสำคัญของเกษตรกรในการผสมธาตุอาหารต้องใช้ความแม่นยำของอัตราส่วนการผสม เพื่อให้พืชได้รับธาตุอาหารครบถ้วนตามที่พืชต้องการจึงได้คิดค้นระบบควบคุมการผสมธาตุอาหารสำหรับพืชขึ้นเพื่อสามารถนำไปใช้ในการควบคุมการผสมธาตุอาหารให้กับพืชและลดความคาดเคลื่อนจากการผสมของการใช้แรงงานคนในแต่ละครั้งของการผสมธาตุอาหารในอัตราส่วนที่ต้องการโดยนำเอาระบบควบคุมการผสมธาตุอาหารมาใช้เพื่อพัฒนาสู่เกษตรกรให้ได้ใช้ประโยชน์อย่างแท้จริง

2. วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อออกแบบและสร้างระบบควบคุมการผสมธาตุอาหารสำหรับพืชกรณีทดสอบกับเมล่อน
- 2) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบควบคุมการผสมธาตุอาหารสำหรับพืชกรณีทดสอบกับเมล่อน

3. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การปลูกพืชที่อาศัยน้ำนั้นค่า pH มีส่วนสำคัญเป็นอย่างมากสำหรับการทำปฏิกิริยาทางเคมีกับธาตุอาหารที่ใช้เลี้ยงพืช ถ้าหากน้ำที่ใช้ผสมธาตุอาหารสำหรับพืชมีความเป็นกรดจะทำให้ธาตุอาหารพืชละลายตัวได้ดีและสามารถดูดซึมไปใช้งานได้ หากมีค่า pH ต่ำกว่า 4 จะทำให้รากพืชได้รับอันตรายจากการกัดกร่อนจนทำให้รากอ่อนแอ แต่ถ้าหากน้ำที่ใช้ผสมธาตุอาหารพืชมีความเป็นเบสสูงจะทำให้ธาตุอาหารพืชตกตะกอนจนพืชไม่สามารถดูดซึมไปใช้งานได้ โดยค่า pH ที่เหมาะสมคือ 5.8 – 6.3 ส่วนสำหรับเมล่อนค่า pH ที่เหมาะสมอยู่ในช่วงประมาณ 6.0 – 6.8 (กฤษฎา หงส์ทอง และ ศิวพร ธรรมดี. (2553))

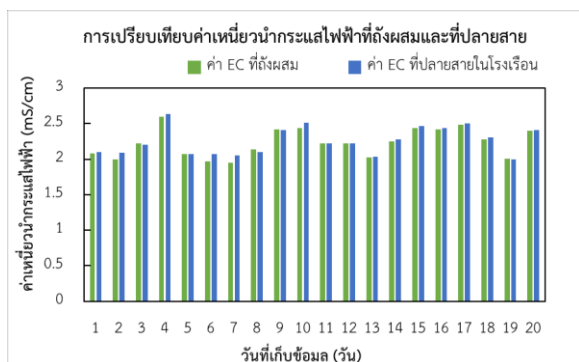
ค่าเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้า (Electrical Conductivity: EC) หรือค่า EC ในของเหลวหมายถึงปริมาณแร่ธาตุที่ละลายอยู่ในของเหลว โดยปกติน้ำบริสุทธิ์จะมีค่านำกระแสไฟฟ้าประมาณ 0.3 mS/cm พืชแต่ละชนิดมีความต้องการความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ อายุของพืชและสภาพอากาศหากใช้ค่า EC ไม่เหมาะสมกับพืช แล้วจะส่งผลให้พืชนั้นเจริญเติบโตไม่เป็นปกติ หรือขาดความสมบูรณ์ได้ สำหรับเมล่อนที่ทดลองปลูก ณ แปลงสาธิตการปลูกพืชใช้น้ำน้อย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ลานนา พิษณุโลก ค่า EC ที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 2.0 – 2.6 mS/cm

4. วิธีการวิจัย

การทำงานของระบบควบคุมการผสมธาตุอาหารสำหรับพืชแบบอัตโนมัติ สามารถแบ่งการทำงานเป็น 2 ขั้นตอนหลัก คือ 1) ขั้นตอนการป้อนข้อมูลปริมาณน้ำเปล่าเข้าไปยังถังผสมธาตุอาหารตามจำนวนที่ต้องการ 2) ขั้นตอนการตรวจวัดค่า EC ของระบบควบคุมเพื่อผสมธาตุอาหาร ดังรูปที่ 1

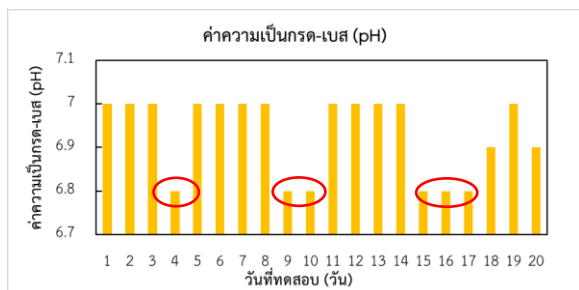
ขั้นตอนการทำงานระบบที่ 1 เริ่มจากการโปรแกรมข้อมูลบนแป้นคีย์เพื่อเลือกจำนวนน้ำเปล่าเพื่อ

การเปรียบเทียบค่าเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้า (Electrical Conductivity : EC) ที่ถึงผสมธาตุอาหารและค่าเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าที่ปลายสายในโรงเรือน พบว่าค่า EC ที่ทำการผสมไปในถัง 20 วัน โปรแกรมสามารถควบคุมการทำงานของระบบผสมธาตุอาหารแบบอัตโนมัติให้ค่า EC อยู่ในช่วง 2.0 - 2.6 ซึ่งเหมาะสมกับความต้องการของเมล่อน ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 เปรียบเทียบค่า EC ที่ถึงผสมและที่ปลายสายของโรงเรือน

การวัดค่าความเป็นกรด – เบส (pH) ของธาตุอาหารในถังผสมธาตุอาหาร จากรูปที่ 5 พบว่า ค่าความเป็นกรด-เบส ของธาตุอาหารในถังผสมอยู่ในช่วง 6.8 – 7.0 มีบางวันที่ค่า pH ที่อยู่ในระดับ 6.8 เนื่องจากการผสมธาตุอาหารใหม่ส่งผลให้ค่า pH อยู่ในระดับช่วงที่พืชต้องการส่วนวันที่ค่า pH ที่อยู่ในระดับ 7.0 เนื่องจากเป็นการตกตะกอนของธาตุอาหารที่อยู่ในถังผสม



รูปที่ 5 ค่าความเป็นกรด – เบส (pH) ของธาตุอาหารที่ผสมให้กับเมล่อน

6. อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่าระบบควบคุมการผสมธาตุอาหารพืชแบบอัตโนมัติ สามารถทำงานตามโปรแกรมที่ตั้งไว้และมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยของระบบควบคุมปริมาณน้ำอยู่ที่ 0.95% การที่ค่า EC ที่ผสมจากเครื่องผสมธาตุอาหารสามารถรักษาระดับค่า EC ให้อยู่ในช่วง 2.0-2.6 ตามงานวิจัยเกี่ยวกับธาตุอาหารที่เหมาะสมสำหรับเมล่อน และค่าความเป็น กรด-เบส (pH) อยู่ในช่วง 6.8-7.0 งานวิจัยนี้สามารถประยุกต์ไปใช้งานจริงสำหรับการปลูกพืชชนิดอื่นๆ เป็นต้นแบบระบบควบคุมธาตุอาหารสำหรับพืชชนิดอื่นๆ สามารถลดต้นทุนด้านแรงงานสำหรับการผสมธาตุอาหารและสามารถควบคุมธาตุอาหารได้ตลอดเวลา

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยนี้คณะผู้วิจัยขอขอบคุณการสนับสนุนทางด้านวัสดุอุปกรณ์และพื้นที่ทำวิจัย จากสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ และสาขาพืชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการดำเนินการจัดทำวิจัยให้ลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กฤษฎา หงส์ทอง และศิวาพร ธรรมดี. (2553). ผลของความเข้มข้นของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแตงกวาญี่ปุ่นในวัสดุปลูกไร้ดิน. วารสารภาคพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ . 41(3/1) (พิเศษ) : 213-216
- Zen. Hydroponics. (2557). ค่า pH และค่า EC [ออนไลน์] ได้จาก : <http://zen-hydroponics.blogspot.com>

- ธนากร น้ำหอมจันทร์ และคณะ. (2558). **ต้นแบบ
โรงเรือนเพาะพืชไร้ดินแบบอัตโนมัติสำหรับ
บ้านพักอาศัย**. วารสารวิชาการมหาลัยอีสเทิร์น
เอเชีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 9(2) :
187-195
- สุทธิพร จิตต์มิตรภาพ. (2553). **การปลูกผักไฮโดรโป
นิคส์**. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการวิจัย
แห่งชาติ
- จตุกาญจน์ ฐานะ และคณะ. (2559). **ระบบควบคุมการ
ปลูกเมล่อนในโรงเรือนโดยใช้โปรแกรมอาดูโน.
ปริญญาณิพนธ์หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชม
งคลล้านนา** : 10-13

ผลของความหนาแน่นต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของปลากาดำในระบบน้ำ หมุนเวียนโดยใช้ฟองอากาศขนาดเล็ก

เอกชัย ดวงใจ^{1*}

¹ สาขาสัตวศาสตร์และประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านน่าน
59 หมู่ 13 ตำบลฝายแก้ว อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน 55000

รับบทความ กรกฎาคม 2561 ตอรับบทความ พฤศจิกายน 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 15 พฤษภาคม 2563

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

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและอัตราการตายของปลากาดำในระบบน้ำหมุนเวียนโดยใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดเล็ก แบ่งการทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ 2 ซ้ำ ปลอกปลาที่ความหนาแน่นต่างกัน 4 ระดับ คือ 20 30 40 และ 50 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ในกลุ่มทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ การทดลองใช้ปลากาดำอายุ 5 เดือน น้ำหนักเริ่มต้นประมาณ 5 กรัมต่อตัว ตลอดระยะเวลาการทดลอง ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านน่าน ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง สิงหาคม 2561 ให้ปลากินอาหารเม็ดสำเร็จรูปโปรตีน 32 เปอร์เซ็นต์ ที่อัตรา 3 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักตัวต่อวัน กระทั่งสิ้นสุดการทดลอง 80 วัน จึงทำการสุ่มปลาทดลองออกแต่ละกลุ่ม ๆ ละ 30 ตัว บันทึกน้ำหนักและจำนวนปลาที่เหลือ นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่าอัตราการเจริญเติบโตต่อวันเฉลี่ย (ADG) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (PWG) ค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย (SGR) และอัตราการตายเฉลี่ย รวมทั้งศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าอุณหภูมิของน้ำ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง และค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ผลการศึกษาพบว่า ปลาทดลองกลุ่มที่ 1 (20 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) ปลามีค่าน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย ค่าอัตราการเจริญเติบโตต่อวันเฉลี่ย ค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย และค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยสูงสุด ($p < 0.05$) เท่ากับ 75.05 ± 30.36 กรัมต่อตัว 0.75 ± 0.29 กรัมต่อตัวต่อวัน 1364.55 ± 603.20 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน และ 3.12 ± 0.38 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ ในขณะที่อัตราการตายของปลาทดลองพบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละกลุ่มทดลอง เช่นเดียวกับผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำทั้ง 3 ค่า พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละกลุ่มทดลอง

คำสำคัญ: ปลากาดำ ระบบน้ำหมุนเวียน การเจริญเติบโตและอัตราการรอด

The effect of stocking density on the growth and survival of *Labeo chrysophekadion* fish in the recirculating system using micro bubbles water

Ekachai Duangjai^{1*}

¹Department of Animal and Fisheries Science, Faculty of Science and Agriculture Technology,
Rajamangala University of Technology Lanna Nan
59 Moo 13, Fai Kaeo, Phu Phiang District, Nan, Thailand 55000

Receive: July 2018 Accepted: November 2018 Published online: 15 May 2020

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

Abstract

This study was aimed to examine growth and survival of *Labeo chrysophekadion* (Bleeker, 1849) fish in the recirculating system using micro bubbles water. The experiment were assigned as four experimental groups using 20, 30, 40 and 50 fish m⁻³ for group1, 2, 3 and 4, respectively with two replications in each group. The average initial body weights of fish were about 5 g fish⁻¹. Fish were reared in fish tank (3 m³) at Rajamangala University of Technology Lanna Nan during July – August, 2018. Fish were fed by 32% protein commercial diets at 3% gbw day⁻¹. At the end of culturing (80 days), 30 fish group⁻¹ were collected to examine growth and survival of fish. The results were evaluated of growth of fish demonstrated that fish of group1 were highest of average daily gain (75.05±30.36 gfish⁻¹), percentage of weight gain (1364.55±603.20 %day⁻¹) and specific growth rate (0.75±0.29 g/fish/day) followed by fish in group 4, 3 and 2, respectively. While they were not significantly different in survival of fish as well as three water quality parameters were not significantly different (p>0.05) in each experimental group.

Keywords: *Labeo chrysophekadion*, Recirculating system, Growth and survival

1. บทนำ

ปลากาเป็นปลาน้ำจืดขนาดกลาง นิยมนำมาบริโภคโดยการปรุงเมนูอาหาร โดยเฉพาะปลา เนื่องจากเป็นปลาขนาดใหญ่มีเนื้อมาก ในขณะที่แหล่งผลิตปลาชนิดนี้ ส่วนใหญ่พบตามอ่างเก็บน้ำทางภาคเหนือ รวมทั้งแม่น้ำสายสำคัญของประเทศ เช่น แม่น้ำน่าน แม่น้ำปิง ส่วนใหญ่มีรูปแบบการเลี้ยงแบบกระชังแขวงลอยตามริมแม่น้ำ อย่างไรก็ตาม จากความไม่แน่นอนของธรรมชาติ เช่น ปริมาณน้ำฝน สภาพอากาศหนาว ปริมาณการใช้ยาและสารเคมีทางการเกษตรเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณปลาในแหล่งน้ำธรรมชาติลดลง และไม่ปลอดภัยสำหรับการนำเนื้อปลาไปปรุงเป็นอาหารได้ อีกแนวทางการสร้างความเชื่อมั่นด้านอาหารปลอดภัยจากสัตว์น้ำ ในบางประเทศ เช่น ญี่ปุ่น มาเลเซีย และสิงคโปร์ ได้กำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหาภัยธรรมชาติดังกล่าวข้างต้น ด้วยการส่งเสริมให้เกษตรกรที่เกี่ยวข้อทางด้านเกษตรกรรมปรับเปลี่ยนวิธีการเลี้ยงสัตว์น้ำ กลางแจ้ง (outdoor system) เป็นในร่ม (indoor system) ซึ่งข้อดีของการทำเกษตรในร่ม คือ สามารถที่จะจัดการผลผลิตได้ 100 เปอร์เซ็นต์ เช่น การควบคุมคุณภาพผลผลิต การวางแผนการผลิต รวมทั้งสามารถที่จะพัฒนาระบบฟาร์มเป็นแหล่งท่องเที่ยวได้พร้อม ๆ กัน อีกหนึ่งเทคโนโลยีที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเลี้ยงสัตว์น้ำ คือ เทคโนโลยีการเติมฟองอากาศขนาดเล็ก เทคโนโลยีนี้มีความสามารถในการผลิตฟองอากาศขนาดเล็กระดับ 100-200 ไมโครเมตร มีคงตัวอยู่ในน้ำได้นานและที่สำคัญคือ ช่วยรักษาระดับออกซิเจนในน้ำที่ระดับผิวน้ำกับก้นบ่อใกล้เคียงกัน เนื่องจากฟองอากาศมีขนาดเล็กมากมีพื้นที่ผิวของอากาศจำนวนมาก ทำให้สามารถละลายหรือแทรกตัวในตัวกลางที่เป็นของเหลว (Takahashi, 2003; Agarwal et al., 2011) โดยเฉพาะน้ำได้มากกว่าสภาวะปกติหลายเท่าตัว และทำให้มีแรงลอยตัวต่ำ ซึ่งทำให้การลอยขึ้นสู่ผิวน้ำช้ากว่าฟองอากาศทั่วไป จึงอยู่ในของเหลวหรือน้ำได้นานกว่าสภาวะปกติ ลดการชุนของน้ำจากสารแขวนลอย แสงแดดส่องลงไปได้ลึกในบ่อ

ทำให้แพลงก์ตอนพืชซึ่งเป็นอาหารสัตว์เจริญได้ดี ด้านคุณสมบัติต่อคุณภาพของสัตว์น้ำ (Nobui et al., 2002) เช่น ทำให้สัตว์น้ำสุขภาพดี แข็งแรง เติบโตไว มีภูมิต้านทานต่อโรคต่าง ๆ สูง ได้แก่ ลดภาระค่าใช้จ่ายในการป้องกันและยารักษาโรคสัตว์น้ำและได้ผลผลิตที่มีคุณภาพและสม่ำเสมอ ลดระยะเวลาในการเลี้ยงแต่ละรอบการเลี้ยง (Matsuo et al., 2006) จากข้อดีของเทคโนโลยีการเติมฟองอากาศขนาดเล็ก ที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น ประกอบกับปัจจุบันนักวิจัยกำลังแสวงหาแนวทางในการลดปัญหาด้านความเสี่ยงจากปัญหาภัยธรรมชาติ ยาและสารเคมีทางการเกษตรซึ่งส่งผลกระทบต่อทางด้านลบต่อกิจกรรมการเลี้ยงสัตว์น้ำของไทย ดังนั้นการศึกษารังนี้ จึงได้ทำการศึกษากาเจริญเติบโตและอัตราการตายของปลากาดำในรูปแบบการเลี้ยงปลากาดำจากเดิมเป็นรูปแบบการเลี้ยงแบบกลางแจ้ง มาเป็นระบบการเลี้ยงปลาในร่ม ทั้งนี้เพื่อให้สามารถควบคุมผลผลิตปลาให้ได้คุณภาพคงที่ โดยใช้เทคโนโลยีการเติมฟองอากาศขนาดเล็กในระบบเลี้ยง นอกจากกิจกรรมดังกล่าวสามารถที่จะช่วยสนับสนุนการเรียนการสอนด้านประมงแก่นักศึกษาและบุคลากรมทร.ล้านนา แล้ว การดำเนินงานข้างต้นยังสามารถเป็นแหล่งเรียนรู้อาชีพทางเลือกของเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดน่านและใกล้เคียง ทางด้านการเลี้ยงปลาตามแนวความคิดการทำเกษตรกรรมสมัยใหม่ และนโยบายของรัฐบาลภายใต้โมเดล ไทยแลนด์ 4.0 เน้นในเรื่องการพัฒนาสู่ ความมั่นคง มั่งคั่งและยั่งยืน ด้วยการสร้างเศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลากาดำและศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำบางประการในสภาพแวดล้อมการเลี้ยงปลาในระบบน้ำหมุนเวียนโดยใช้ฟองอากาศขนาดเล็ก

3. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ปัญหาการตายของปลาในระหว่างการเลี้ยงในรูปแบบต่าง ๆ ปัจจุบันไม่ใช่เรื่องที่พบบ่อยหรือเรื่อง

แปลกใหม่ เหตุการณ์ดังกล่าวเริ่มเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง นับตั้งแต่การเริ่มกิจกรรมการเพาะเลี้ยงปลา เพียงแต่จำนวนปลาที่ตายจะมากหรือน้อย ขึ้นกับรูปแบบการจัดการของผู้เพาะเลี้ยงเป็นสำคัญ คุณภาพของน้ำในบ่อเลี้ยงปลา เป็นปัจจัยสำคัญและมีอิทธิพลต่ออัตราการเจริญเติบโต พัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์ การเกิดโรค และปรสิต การผสมพันธุ์วางไข่ และการตายของปลา ซึ่งกิจกรรมการเลี้ยงปลาที่มุ่งหวังจะให้มีความมีประสิทธิภาพ ผลผลิตเกิดขึ้นในระดับสูงนั้น จำเป็นต้องมีการจัดการให้น้ำในบ่อปลามีคุณภาพดี และมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของปลาเป็นสำคัญ (Boyd, 1990) ในรายงานการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของปลานั้นมีมากมาย เช่น อาหาร ความหนาแน่นของปลา แนวโน้มการเกิดโรคและปรสิต สภาพภูมิอากาศ คุณภาพของน้ำ เป็นต้น และยังขึ้นอยู่กับปัจจัยผันแปรหลายอย่างเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ปริมาณก๊าซชนิดต่าง ๆ ที่อยู่ในน้ำ ปริมาณอินทรีย์และปริมาณอินทรีย์สารในน้ำ (ชโล ลิมสุวรรณ, 2546; Boyd, 1987, 1990) โดยทั่วไประดับน้ำเมื่อเริ่มเลี้ยงปลาควรจะประมาณ 50 เซนติเมตร เมื่อเริ่มอนุบาลไปได้ระยะหนึ่งจึงเพิ่มระดับน้ำให้สูงจากเดิมวันละ 5-10 เซนติเมตร ในแต่ละวันนั้น ควรมีการดูดสิ่งขับถ่ายตลอดจนเศษอาหารทิ้งทุกวัน คุณสมบัติของน้ำ นอกจากนั้น ยังพบการรายงานเพิ่มเติมด้านคุณภาพน้ำ เช่น ปริมาณออกซิเจนในน้ำ ควรมีค่าไม่ต่ำกว่า 3 ส่วนในล้านส่วน อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับปลาในเขตร้อนควรอยู่ระหว่าง 25-32 องศาเซลเซียส ระดับความขุ่นน้ำไม่ควรเกิน 20,000 หน่วย (Unit) ระดับความเข้มข้นคาร์บอนไดออกไซด์อิสระไม่ควรสูงเกิน 5 ส่วนในล้านส่วน ค่าความเป็นด่างควรมีค่าระหว่าง 100-120 ส่วนในล้านส่วน ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ควรมีค่า 6.5-9.0 ค่าความกระด้างโดยตัวมันเอง ไม่ถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำ แต่กลับช่วยลดพิษของสารพิษในน้ำอีกด้วย ความกระด้างของน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ควรอยู่ในระดับ 75-300 ส่วนในล้านส่วน (ไมตรี และ จารุวรรณ, 2528; ชโล ลิมสุวรรณ, 2546; Boyd,

1990) สอดคล้องในรายงานการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าปัจจัยที่จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของสัตว์น้ำ จำแนกได้ 4 ด้าน คือ ด้านเคมี ด้านชีววิทยา ด้านกายภาพ และด้านการจัดการ ปัจจัยเหล่านี้จะก่อให้เกิดความเครียดต่อสัตว์น้ำ ซึ่งจะส่งผลให้สัตว์น้ำเกิดความผิดปกติในร่างกาย (McAnulty et al. 2003) ความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีทางการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำปัจจุบัน โดยเฉพาะเทคโนโลยีการเติมฟองอากาศขนาดเล็ก ลงในระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งจะช่วยรักษาค่าออกซิเจนของน้ำที่ระดับผิวน้ำกับก้นบ่อใกล้เคียงกันเนื่องจากฟองอากาศมีขนาดเล็กมาก ในปัจจุบันมีการนำไปประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การบำบัดน้ำเสีย (พลสินธุ์ วิวัฒน์, 2560) และมีความสมบัติพิเศษต่างจากฟองอากาศทั่วไป เช่น การทำความสะอาดพื้นผิว (Matsuo et al., 2006) และเพิ่มการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ (Endo et al., 2008) ทำให้ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีการเติมฟองอากาศขนาดเล็กมาประยุกต์ใช้ในการช่วยเสริมการผลิตสัตว์น้ำ (Matsuo et al., 2006; Nobui et al., 2002) ช่วยกำจัดการสะสมของเสียในบ่อเลี้ยง (Wu et al., 2007) เช่นเดียวกับผลการศึกษาในพืชเศรษฐกิจ Oshita and Liu (2013) ได้รายงานไว้ว่า การเติมฟองอากาศขนาดเล็กลงส่งเสริมให้ความสูงของลำต้นและมีความยาวรากพัฒนาดีกว่าการใช้น้ำทั่วไป เช่นเดียวกับ Ikeura et. al. (2014) พบว่าฟองอากาศขนาดเล็กสามารถให้เกิดกระตุ้นการงอกของเมล็ดข้าวและการเจริญเติบโตของต้นกล้าได้ โดยกิจกรรมการออกพีชข้างต้น Davies (2004) ได้กล่าวไว้ว่า การเติมฟองอากาศขนาดเล็กในระบบการเพาะขยายพันธุ์พืชอาจสนับสนุนกิจกรรมการทำงานของเอ็นไซม์ แอลฟา อะไมเลส นอกจากนั้น Agarwal et al. (2011) ได้กล่าวไว้ว่า ฟองอากาศขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวของอากาศจำนวนมาก ทำให้ความสามารถละลายในตัวกลางที่เป็นของเหลวโดยเฉพาะน้ำ ได้มากกว่าสภาวะปกติหลายเท่าตัว และทำให้มีแรงลอยตัวต่ำ ซึ่งทำให้การลอยขึ้นสู่ผิวน้ำช้ากว่าฟองอากาศทั่วไป จึงมีคุณสมบัติพิเศษต่างจากฟองอากาศทั่วไป อาทิเช่น การทำความ

สะอาดพื้นผิวบ่อ (Matsuo et al., 2006) การผ่อนคลายกล้ามเนื้อ และส่งเสริมการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ (Endo et al., 2008; Tanaka et al., 2004) เป็นต้น

4. วิธีการวิจัย

4.1 การวางแผนการทดลอง

แบ่งการทดลองเป็น 4 ชุดการทดลอง (treatment) ชุดการทดลองละ 2 ซ้ำ (replication) ปัจจัยที่ต้องการศึกษา คือ อัตราความหนาแน่นของการเลี้ยงปลาในบ่อทดลอง โดยแบ่งชุดการทดลองที่ 1 2 3 และ 4 ปลอยปลาที่อัตราความหนาแน่น 20 30 40 และ 50 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ดำเนินการทดลอง ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง สิงหาคม 2561 เป็นระยะเวลา 80 วัน

4.2 การเตรียมปลาทดลอง

เตรียมปลากาดำ อายุ 5 เดือน ขนาดน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย ประมาณ 3 กรัม ที่ได้จากการเพาะพันธุ์ในรุ่นเดียวกัน จากนั้นล้างเสียมาช้อนในบ่อพลาสติก ขนาด 3 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร โดยให้อาหารเม็ดสำเร็จรูประดับโปรตีน 32 เปอร์เซ็นต์ วันละ 2 ครั้ง เวลา 08.00 น. และ 17.00 น. ใช้ระยะเวลาในการช้อน ประมาณ 2 เดือน ให้ได้ปลาขนาดน้ำหนักประมาณ 5 กรัม จากนั้นสุ่มปลาทดลองที่มีขนาดใกล้เคียงกันนำมาทดลอง โดยสุ่มชั่งน้ำหนักและวัดความยาวเฉลี่ย จำนวน 30 เปอร์เซ็นต์ของปลาทั้งหมดในแต่ละชุดการทดลอง และชั่งน้ำหนักปลารวมในแต่ละชุดการทดลอง ก่อนปลอยลงเลี้ยงตามแผนการทดลอง



รูปที่ 1 ลักษณะปลาทดลองเริ่มต้นการทดลอง

4.3 การเตรียมหน่วยทดลอง

ใช้ถังน้ำพลาสติก ขนาดน้ำ 3,000 ลิตร เติมน้ำให้ได้ปริมาตร 90 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาตรความจุทั้งหมด ใช้ตาข่ายพลาสติก ขนาดตา 2 เซนติเมตร คลุมปิดปากบ่อเพื่อป้องกันศัตรูปลา จากนั้นติดตั้งปั้มน้ำขนาด 90 วัตต์ อัตราไหล 4,000 ลิตรต่อชั่วโมง ตำแหน่งตรงกลางบ่อ สูบ จ่ายน้ำให้เกิดการหมุนวนน้ำและรวบรวมตะกอนสารอินทรีย์ที่เกิดในบ่อทดลอง ส่งน้ำไปไหลเวียนไปยังถังกรองชีวภาพ ปลอยให้น้ำไหลผ่านรากพืชย้อนกลับมายังบ่อเลี้ยงปลาทดลองตามแนวตั้ง ซึ่งแต่ละบ่อทดลองจะทำการแยกกระบอกการปั้มน้ำออกจากกัน ในขณะที่ระบบตัวกรองชีวภาพใช้กระบอกพลาสติกสีส้ม ปริมาตร 400 ลิตร ด้านในบรรจุด้วยใยกรองชนิดหยาบ และพืชหน้า จากนั้นนำมาเลี้ยงด้วยน้ำปุ๋ยอย่างต่อเนื่อง กระทั่งพืชมีระบบรากที่แข็งแรงจึงย้ายมาตั้งบนถังเลี้ยงปลา



รูปที่ 2 ลักษณะของหน่วยทดลอง ณ มทร.ล้านนา น่าน

4.4 การให้อาหารและการจัดการคุณภาพน้ำ

ให้อาหารสำเร็จรูปเม็ดจมน้ำระดับโปรตีน 32 เปอร์เซ็นต์ โดยให้ปลากินจนอิ่ม วันละ 2 ครั้ง เวลา 08.00 น. และเวลา 17.00 น. ต่อเนื่อง 80 วัน ควคุมคุณภาพน้ำให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาทั้ง 4 กลุ่มทดลอง โดยการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำอย่างต่อเนื่องกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง ตลอดระยะเวลาการทดลองไม่มีควบคุมอุณหภูมิ

4.5 การวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำ

สิ้นการทดลองทำการวัดคุณภาพน้ำ โดยเก็บตัวอย่างน้ำ เวลา 07.00 น. จากนั้น นำไปวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen; DO) หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) และวัดอุณหภูมิ น้ำ หน่วยเป็นองศาเซลเซียส โดยใช้เครื่องวัดคุณภาพน้ำสำเร็จรูป ยี่ห้อ Horiba U-50 (Horiba, Japan)

4.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลค่าน้ำหนักเริ่มต้น ค่าน้ำหนักสุดท้าย ค่าอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) ค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (PWG) ค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) และค่าจำนวนปลาที่รอดตาย ค่าอุณหภูมิของน้ำ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง และค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ จากการทดลองวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี one way analysis of variance และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (กัลยา, 2543) และทำการตรวจวัดการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลาทดลอง ดังนี้

- อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน = (น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย - น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น) / จำนวนวันที่เลี้ยง,
- เปอร์เซนต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น = [(น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย - น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น) / น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น] x 100
- อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) = $[(\ln \text{ น้ำหนักปลาสิ้นสุดการทดลอง} - \ln \text{ น้ำหนักปลาเริ่มต้น}) / \text{ระยะเวลาที่เลี้ยง}] \times 100$
- อัตราการรอด (เปอร์เซ็นต์) = $[\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} / \text{จำนวนปลาเริ่มต้นการทดลอง}] \times 100$

5. ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยของปลาทดลองทั้ง 4 กลุ่มทดลอง พบว่า ปลาที่มีค่าน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย คือ 5.14 ± 0.09 , 5.16 ± 0.18 , 5.19 ± 0.10 และ 5.12

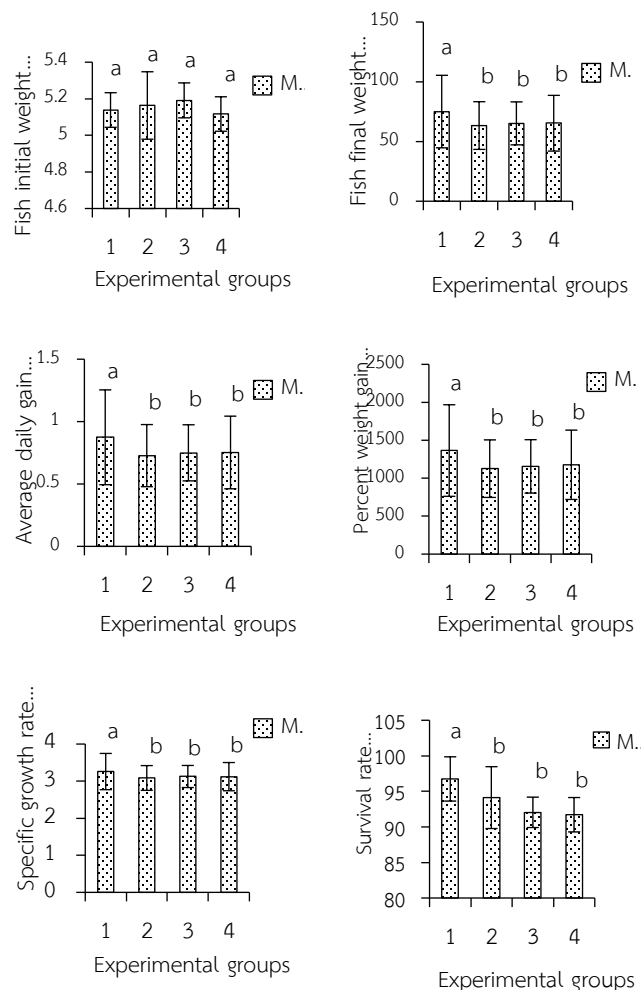
± 0.09 กรัมต่อตัว ในกลุ่มทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ ค่าน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย คือ 75.05 ± 30.36 , 63.34 ± 19.96 , 65.15 ± 17.98 , และ 65.32 ± 23.30 กรัมต่อตัว ในกลุ่มทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ ค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันเฉลี่ย (ADG) (กรัมต่อตัวต่อวัน) ($n=30$) พบว่า ปลาทดลองกลุ่มทดลองที่ 1 (0.87 ± 0.38 กรัมต่อตัวต่อวัน) มีค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันสูงสุด ($p>0.05$) รองลงมาปลาทดลองกลุ่มที่ 4 (0.75 ± 0.29 กรัมต่อตัวต่อวัน) ปลาทดลองกลุ่มที่ 3 (0.75 ± 0.22 กรัมต่อตัวต่อวัน) และปลาทดลองกลุ่มที่ 2 (0.73 ± 0.25 กรัมต่อตัวต่อวัน) ตามลำดับ ค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย (SGR) (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) ($n=30$) พบว่า ปลาทดลองกลุ่มที่ 1 (3.26 ± 0.49 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) มีค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันสูงสุด ($p>0.05$) รองลงมาปลาทดลองกลุ่มที่ 4 (3.12 ± 0.38 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) ปลาทดลองกลุ่มที่ 3 (3.12 ± 0.30 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) และปลาทดลองกลุ่มที่ 2 (3.08 ± 0.33 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) ตามลำดับ ค่าอัตราการรอดตายเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) พบว่า ปลาทดลองกลุ่มที่ 1 (96.75 ± 3.11 เปอร์เซ็นต์) มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยสูงสุด ($p<0.05$) รองลงมาปลาทดลองกลุ่มที่ 2 (94.12 ± 4.35 เปอร์เซ็นต์) ปลาทดลองกลุ่มที่ 3 (92.05 ± 2.14 เปอร์เซ็นต์) และปลาทดลองกลุ่มที่ 4 (91.71 ± 2.42 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิของน้ำในบ่อปลาทดลอง จำนวน 4 กลุ่มทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ค่าอุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยในแต่ละบ่อทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยค่าอุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยสูงสุด ดังนี้ บ่อทดลองกลุ่มที่ 1 (29.95 ± 0.04 องศาเซลเซียส) รองลงมา คือ ค่าอุณหภูมิของน้ำในบ่อทดลองกลุ่มที่ 3 (28.98 ± 0.06 องศาเซลเซียส) บ่อทดลองบ่อกลุ่มที่ 4 (29.02 ± 0.05 องศาเซลเซียส) บ่อทดลองบ่อกลุ่มที่ 2 (28.98 ± 0.06 องศาเซลเซียส) ตามลำดับ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ย ในแต่ละบ่อทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยสูงสุด ดังนี้ บ่อทดลองกลุ่มที่ 2 (8.87 ± 0.06) รองลงมา คือ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ในบ่อทดลองกลุ่มที่ 5 (8.87 ± 0.05) บ่อ

ทดลองบ่อที่ 1 (8.86 ± 0.04) บ่อทดลองบ่อที่ 3 (8.85 ± 0.05) บ่อทดลองบ่อที่ 4 (8.84 ± 0.06) ตามลำดับ ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยในแต่ละบ่อทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยสูงสุดดังนี้ บ่อทดลองกลุ่มที่ 3 (7.96 ± 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร) รองลงมา คือ ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ในบ่อทดลองกลุ่มที่ 1 (7.94 ± 0.06 มิลลิกรัมต่อลิตร) บ่อทดลองบ่อกลุ่มที่ 4 (7.76 ± 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร) บ่อทดลองบ่อกลุ่มที่ 2 (7.86 ± 0.06 มิลลิกรัมต่อลิตร) ตาม ลำดับ

6. อภิปรายผลการวิจัย

การเลี้ยงปลากาดำในระบบน้ำกึ่งหมุนเวียนโดยใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดเล็ก ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 4 ระดับ คือ 20 30 40 และ 50 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ในบ่อทดลองกลางแจ้ง (outdoor system) เป็นระยะเวลา 80 วัน สิ้นสุดการทดลอง พบว่า ปลากาดำที่เลี้ยงที่อัตราความหนาแน่น 20 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ปลามีการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายสูงสุด ($P < 0.05$) ผลข้างต้นสอดคล้องกับ Thienchareon et al. (1990) and Chabjinda et al. (1992) ได้รายงานไว้ว่า ปลาน้ำจืดซึ่งอยู่ในวงศ์ปลาตะเพียน การเจริญเติบโต และอัตราการรอดของปลามีความสัมพันธ์ในลักษณะที่ตรงกันข้ามกับอัตราความหนาแน่นที่ปล่อยเลี้ยง โดยที่อัตราปล่อยความหนาแน่นที่สูงขึ้น ปลาจะมีความเครียดมากขึ้น ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง และอาจส่งผลให้อัตราการรอดของปลาลดลงตามมา เช่นเดียวกับในรายงานการศึกษาของ สมปอง และคณะ (2534) ได้รายงานไว้ว่า ปลานิลที่เลี้ยงที่อัตราความหนาแน่น 50 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ปลามีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายสูงกว่าการเลี้ยงปลานิลที่อัตราความหนาแน่น 100 และ 150 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร Chabjinda et al. (1992) พบว่า การปล่อยปลาลงเลี้ยงในอัตราความหนาแน่นสูง แม้ว่าจะจัดเป็นเทคนิคอย่างหนึ่งที่ถูกนำมาใช้เพื่อลดต้นทุนการผลิตปลาต่อหน่วย แต่ควรพิจารณาถึงอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสม ที่จะทำให้ปลาที่มีการเจริญเติบโตดีและอัตราการรอดที่สูง รวมทั้งตรงตามวัตถุประสงค์ของการ

เลี้ยง นอกจากนั้นยังขึ้นอยู่กับรูปแบบการเลี้ยง ระยะเวลาการเลี้ยง ชนิดของปลา อายุและขนาดปลาที่เริ่มเลี้ยง ขนาดของบ่อที่ใช้เลี้ยง และอัตราการเปลี่ยนน้ำ รวมทั้งสภาพแวดล้อมที่เลี้ยงปลา (Chabjinda et al., 1992; Gorda, 2001 และ Leelapatra et al., 2000) เช่นเดียวกับผลการทดสอบความแตกต่างของค่าการเจริญเติบโตของปลาทดลอง 4 ด้าน คือ ค่าน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย ค่าน้ำหนักเพิ่มต่อวันเฉลี่ย (ADG) ค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย (SGR) และค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (PWG) พบว่า การเลี้ยงปลาทดลองที่อัตราความหนาแน่นต่างกัน 4 ระดับ มีผลต่อค่าการเจริญเติบโตของปลาทดลอง 4 ด้าน แตกต่างกัน กล่าวคือ ชุดการทดลองที่อัตราความหนาแน่นต่ำ (20 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) จะพบว่า มีค่าการ





รูปที่ 4 ลักษณะปลากาดำเมื่อสิ้นสุดการทดลองในแต่ละกลุ่ม

เจริญเติบโตของปลาทดลองสูงกว่า ($P < 0.05$) ชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 30 40 และ 50 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ผลการศึกษาข้างต้นอาจเนื่องมาจากการเลี้ยงปลาทดลองที่อัตราความหนาแน่นต่ำ อาจจะมีผลต่อปริมาณความเข้มข้นของออกซิเจนในบ่อทดลอง ส่งผลให้บ่อทดลองมีระดับออกซิเจนที่เพียงพอสำหรับกิจกรรมต่าง ๆ ในบ่อทดลองและถึงกรองชีพภาพ สอดคล้องในรายงานของ Boyd (1990) ได้รายงานไว้ว่า ระดับความเข้มข้นของออกซิเจนในน้ำเป็นอีกปัจจัยที่สำคัญในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำและยังเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการทางชีวเคมีต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในน้ำ โดยอัตราการใช้ออกซิเจนของสัตว์น้ำจะแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิด เช่น ปลาทองและปลาไนที่ถูกกระตุ้นให้เคลื่อนไหวจะใช้ออกซิเจนในอัตรา 237 และ 885 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมง (Basu, 1959) ปลานิลใช้ออกซิเจนในอัตรา 220 – 458 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมง (Farmer and Beamish, 2011) อย่างไรก็ตาม ปริมาณออกซิเจนที่อยู่ในระดับต่ำหรือสูงเกินไป แม้ว่าจะไม่ทำให้สัตว์อ่อนแอติดโรคง่าย แต่ปริมาณออกซิเจนที่สูงระดับ 150 เปอร์เซ็นต์ของจุดอิ่มตัว มีผลให้ปลาเป็นโรคมามากขึ้น (Boyd, 1990) เช่นเดียวกับผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำพบว่า ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยสูงสุดปรากฏในบ่อทดลองกลุ่มที่ 3 (7.96 ± 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร) แต่โดยภาพรวมพบว่า ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยจะไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ใน 4 กลุ่มทดลอง อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราความหนาแน่น

ของปลาในแต่ละกลุ่มทดลอง จะพบว่ากลุ่มทดลองที่ 1 (20 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) ปลามีการปลดปล่อยของเสียในรูปของแอมโมเนีย (NH_3) เข้าสู่ น้ำต่ำสุด นั้นหมายถึงแหล่งน้ำมีประสิทธิภาพในการเกิดกระบวนการดีไนตริฟิเคชันสูงสุด จึงอาจเป็นสาเหตุให้เกิดการสะสมของแอมโมเนียน้อยสุดในบ่อทดลอง ซึ่งอาจจะเป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่ทำให้ปลาในกลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าการเจริญเติบโตสูงสุด สอดคล้องกับ Boyd (1990) ได้รายงานไว้ว่า ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อกระบวนการกำจัดปริมาณของแอมโมเนียในแหล่งน้ำ ได้แก่ ชนิดและปริมาณของสาร อินทรีย์ที่ถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรีย ปริมาณออกซิเจน พีเอชน้ำ (6.5-8.5) และอุณหภูมิมีผลกระทบต่อกระบวนการดีไนตริฟิเคชันมาก โดยอุณหภูมิที่ดีที่สุดอยู่ในช่วง 25 องศาเซลเซียสหรือสูงกว่า ปฏิกริยายังอยู่ในอัตราที่เร็วเมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นไปจนถึงระดับประมาณ 60 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับผลการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิของน้ำและค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ค่าอุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยสูงสุด ปรากฏในบ่อทดลองกลุ่มที่ 1 (29.95 ± 0.04 องศาเซลเซียส) ส่วนค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 6.5–8.5 และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ทั้ง 4 กลุ่มทดลอง

7. สรุป

ปลาทดลองในกลุ่มที่ 1 ปลามีค่าน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย ค่าอัตราการเจริญเติบโตวันเฉลี่ยค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย และค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยสูงสุด ($p < 0.05$) ผลการตรวจวัดค่าคุณภาพน้ำในแต่ละหน่วยทดลองเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ค่าคุณภาพน้ำทั้ง 3 พารามิเตอร์ ในแต่ละหน่วยทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยค่าอุณหภูมิน้ำเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 28.98 -29.95 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยอยู่ระหว่าง (8.84-8.87) และค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยอยู่ระหว่าง (7.86 -7.96 มิลลิกรัมต่อลิตร) ผลการศึกษาข้างต้นสามารถนำรูปแบบการศึกษานี้ไปใช้ในปลาชนิดนี้ต่างที่ช่วงอายุอื่น

ปลาชนิดอื่น ระบบการเลี้ยง สภาพแวดล้อมที่แตกต่าง กัน รวมทั้งควรทำการศึกษาในระดับความหนาแน่น เพิ่มขึ้น เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต และการเปลี่ยนแปลง ของคุณภาพน้ำในระบบน้ำหมุนเวียน โดยใช้เทคโนโลยี ฟองอากาศขนาดเล็กต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยโครงการนี้ได้รับการสนับสนุน งบประมาณจากโครงการเมืองนวัตกรรมเกษตรและ อาหารล้านนา ประจำปีงบประมาณ 2561 คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มทร. ล้านนา ภายใต้โครงการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดเล็กเพื่อ เพิ่มผลผลิตปลาต่อหน่วยพื้นที่ในระบบน้ำกึ่ง หมุนเวียน รวมทั้งได้รับการสนับสนุนเครื่องมือตรวจวัด คุณภาพน้ำ และเครื่องผลิตฟองอากาศขนาดเล็ก จาก ศูนย์ความเป็นเลิศทางวิชาการด้านการประยุกต์ใช้ ไฟฟ้าแรงสูงพลาสมาและไมโครนาโนบีโบบีเลเพื่อ การเกษตรและการประมงขั้นสูง มทร.ล้านนา

เอกสารอ้างอิง

- กัลยา วาณิชย์บัญชา. (2543). การใช้ **SPSS for Windows** ในการวิเคราะห์ข้อมูล. ห้างหุ้นส่วน จากัด ซี เค แอนด์ เอส โฟโต้สตูดิโอ, กรุงเทพฯ. 594 หน้า.
- ชลอ ลิ้มสุวรรณ. (2546). แนะนำเทคนิคบางจุดในการเลี้ยง แวนนาไมเพื่อความสำเเร็จ. นิตยสารสัตว์น้ำ ฉบับที่ 161. หน้า 75 -78.
- พลสินธุ์ วิวัฒน์. (2561). นาโนบีโบบีเลทางเลือกใหม่ใน การเพาะเลี้ยง [ออนไลน์] ได้จาก : <http://www.Nica online.com>
- ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. (2528). คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับงานวิจัย ทางการประมง. ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมสัตว์น้ำ, สถาบันวิจัยประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรม ประมง. 115 หน้า.

- ยนต์ มุสิก. (2542). คุณภาพน้ำกับกำลังผลิตของบ่อ ปลา. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิท ยาลัย เกษตรศาสตร์ , กรุงเทพมหานคร.
- สมปอง หิรัญวัฒน์ บุญส่ง ศรีเจริญธรรม และ เรณู ปี ดิพรชัย. (2534). การเลี้ยงปลานิลในกระชังใน อ่างเก็บน้ำดอกกราย จ.ระยอง. เอกสาร วิชาการฉบับที่ 133. สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด, กรมประมง. 36 หน้า.

- Agarwal, A., Ng, W. J. and Liu, Y. (2011). Principle and applications of microbubble and nanobubble technology for water treatment. **Chemosphere** 84 (9): 1175–1180.
- Basu, S. P. (1959). Active Respiration of Fish in Relation to Ambient Concentrations of Oxygen and Carbon Dioxide. **Journal of the Fisheries Research Board of Canada** 16 (2) : 175–212.
- Bleeker, P. (1849). Bijdrage tot de kennis der ichthyologische fauna van Midden-en Oost-Java, met beschrijving van eenige nieuwe species. **Verhandelingen van het Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen** 23 (12) : 1-23.
- Boyd. C. E. 1990. **Water Quality in Pond for Aquaculture.** Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Auburn, Alabama, USA. 482 pp.
- Chabjinda, K., Tienchareon, P. and Jittakorn, A. (1992). Monitoring of stocking of black shark, *Morulius chrysophekadion* (Bleeker) in Mae Ngad Somboonchon Reservoir, Chiang Mai Province. Technical Paper No. 10. Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives. 14 pp.

- Davies, P. J. (2004). A introduction: the plant hormones: their nature, occurrence and functions. pp. 1-15. In P. J. Davies (Edited), *Plant Hormones Biosynthesis, Signal Transduction, Action!*. Kluwer Academic Publishers. New York. 750 p.
- Endo, A., Srithongouthai, S., Nashiki, H., Teshiba, I., Iwasaki, T., Hama, D. and Tsutsumi, H. (2008). DO-increasing effects of a microscopic bubble generating system in a fish farm. **Marine Pollution Bulletin** 54 (1-5) : 78-85.
- Farmer, G. J. and Beamish, F. W. H. (2011). Oxygen Consumption of *Tilapia nilotica* in Relation to Swimming Speed and Salinity. **Journal of the Fisheries Research Board of Canada** 26 (11) : 2807-2821.
- Gorda, S. (2001). **Fish Propagation and Nursing Techniques**. LARReC Research Report No 0012, Vientiane. 56 pp.
- Ikeura, H., Kobayashi, F. and Tamaki, M. 2014. Hydropriming treatment of rice seeds with microbubble water. **Journal of Agricultural Science** 6 (6) : 189-194.
- Leelapatra, W.P., Srisakultiew, P. and Sukumasavin, N. (2000). **Biology and Breeding of Indigenous Mekong Fish Species in Thailand**. Management of Reservoir Fisheries in the Mekong Basin II, Vientiane.
- Matsuo, K., Maeda, K., Onari, H., Tsunami, Y. and Onari, H. (2006). Water purification of a dam lake using micro bubble technology. In: *Progress in multiphase flow research* Osaka, pp. 279–286.
- McAnulty, S. R., McAnulty, L. S., Nieman, D. C., Morrow, J.D., Utter, A.C., Henson, D.A., et al. (2003). Influence of carbohydrate ingestion on oxidative stress and plasma antioxidant potential following a 3 h run. **Free Radic. Res.** 37 (8) : 835–840.
- Nobui, B., Onari, H., Onari, H., Shimose, T. and Maeda, K. (2002). Study on pearl cultivation by using micro bubble technique. *Proceeding of Annual Conference of the Japan Society of Civil Engineers, JSCE* 7 (57): 499–500.
- Onari, H., Maeda, K., Matsuo, K., Yamahara, Y., Watanabe, K. and Ishikawa, N. (2002). Effect of micro-bubble technique on oyster cultivation. **Annual Journal of Hydraulic Engineering** 46 1163.
- Oshita, S. and Liu, S. (2013). Nanobubble characteristics and its application to agriculture and foods. *Proceedings of AFHW 2013. International Symposium on Agri-Foods for Health and Wealth August 5-8, 2013, Golden Tulip Sovereign Hotel, Bangkok, Thailand.*
- Takahashi, M. (2003). Constriction and collapse of micro-bubble. In: *Lecture series of the Japanese society for multiphase flow*, 28: 15–19.
- Tanaka, M., Sasaki, J., Shibayama, T. and Isobe, M. (2004). On the effect of microbubble aeration on remediation of hypoxic water in a coastal trench. *Annual Journal of Coastal Engineering, JSCE* 51, 1161–1165,
- Thienchareon, P., Ounsrisong, G., Jittakorn, A. and Sriwatanawarunyu, S. (1990). A study on production of *Morulus chrysophekadion* grown in earthen ponds. *Annual Report 1990. Chiangmai Inland Fisheries development*

Center. Inland Fisheries Division, Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives. 100-113 pp.

Wu, R. S. S., (1995). The environmental impact marine fish culture: Towards a sustainable future. **Marine Pollution Bulletin** 31: 159–166.

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของปุยอิวมัส
กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจอิวมัสล้านอินทรีย์แม่เมาะบ้านนาสัก
ตำบลนาสัก อำเภอมะแมะ จังหวัดลำปาง

สิงหา คำมูลตา^{1*} และ เกวลี พรหมสาย และคณะ²

¹อาจารย์ สาขาวิชาการบัญชี ²นักศึกษา สาขาการบัญชี คณะบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง 200 ตำบลพิชัย อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52000

รับบทความ กรกฎาคม 2561 ตอบรับบทความ พฤศจิกายน 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 15 พฤษภาคม 2563

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

บทคัดย่อ

การศึกษาถึงต้นทุนและผลตอบแทนของปุยอิวมัสภายใต้การดำเนินงานรูปแบบของวิสาหกิจชุมชนมัสล้านปีอินทรีย์แม่เมาะ บ้านนาสัก ตำบลนาสัก อำเภอมะแมะ จังหวัดลำปาง กรณีศึกษาในครั้งนี้ใช้วิธีการรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่มีโครงสร้างที่แน่นอน ทำการสำรวจและการสัมภาษณ์เชิงลึกในสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนปุยอิวมัสล้านปีอินทรีย์แม่เมาะ บ้านนาสัก ตำบลแม่เมาะ อำเภอมะแมะ จังหวัดลำปาง ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงพรรณนาและปริมาณ คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย การวิเคราะห์ต้นทุน วัตถุประสงค์ทางตรง ค่าแรงงานทางตรง ค่าใช้จ่ายในการผลิต ค่าใช้จ่ายในการขาย และบริหาร ปริมาณขาย ณ จุดคุ้มทุน อัตราส่วนกำไรขั้นต้น อัตราผลตอบแทนจากเงินลงทุน ระยะเวลาคืนทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ และอัตราผลตอบแทนที่แท้จริง

ผลการศึกษา พบว่า ปริมาณขาย ณ จุดคุ้มทุนของสินค้า 3 ขนาด ประกอบด้วยปุยขนาดเล็ก จำนวน 242 กระสอบ ขนาดมาตรฐาน จำนวน 242 กระสอบ และแบบผงหยาบ จำนวน 339 กระสอบ ไม่พบของเสียในกระบวนการผลิต มีอัตราส่วนกำไรขั้นต้นถัวเฉลี่ย 5 ปีเท่ากับ 52.24% อัตราผลตอบแทนจากเงินลงทุนถัวเฉลี่ย 5 ปีเท่ากับ 113.29% ใช้ระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 1 ปี 6 เดือน 15 วัน มูลค่าปัจจุบัน (NPV) โดยกำหนดต้นทุนเงินลงทุน PVIF 7% เท่ากับ 2,436,030.41 บาทและ PVIF 12% เท่ากับ 1,988,003.51 บาท และอัตราผลตอบแทนโครงการลงทุน (IRR) เท่ากับ 34.19 % ต่อปี แสดงให้เห็นว่ากิจการมีความสามารถในการทำกำไรขั้นต้นและกำไรสุทธิได้ดี และมีผลการดำเนินงานของกิจการมีประสิทธิภาพ สามารถสร้างผลตอบแทนกลับคืนจากเงินลงทุนในระยะเวลาที่สั้น

คำสำคัญ ต้นทุน ผลตอบแทน ปุยอิวมัส

Principal and reward analysis of Human Fertilizer
Case study Humun Lan Inthrit Mae Moh Enterprise group
BanNaSak, Mae Moh, Lampang

Singha Kummulta* and Kawalee Promsay

Receive: July 2018 Accepted: November 2018 Published online: 15 May 2020

© 2018 Rajanmangala University of Techonoly Lanna. All right reserved.

Asbtract

Study for principal and reward of Human Fertilizer under heath conduction form Human Lan Inthrit Mae Moh Enter price group BanNaSak, Mae Moh, Lampang. In this case study use the collection method by a definite structured interview. When we do in depth for survey and interview the member in the group. As a result descriptive information and quantitative are percent, Average, principal analysis direct materials direct wage expenses of production, expenses of sell and managing, Sales at breakeven point gross profit, return on investment, payback time net present value and real return.

The result for study founded, sales at breakeven point of product 3 sizes include Fertilizer small size 242 sacks standard size 242 sacks and coarse powder 339 sacks So, no waste in the production process ,average of gross profit 5 years as 52.24% average of return on investment 5 years as 113.29% payback time as one year six months and fifteen days ,net present value the cost of investment 7% as 2,436,030.41 baht and PVIF 12% as 1,988,003.51 bath and investment real return (IRR) as 34.19% per year. That it Show this business can be gross profit and net present value and the performance of the business efficiency. It's can be return of investment in a short time.

Keyword Cost Return of an investment Human

1. บทนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่ประมาณ 321 ล้านไร่ หรือประมาณ 513,000 ตารางกิโลเมตร โดยมีพื้นที่สำหรับการเกษตรประมาณ 43% (138 ล้านไร่) และรายได้ของภาคเกษตรคิดเป็น 10% ของ (AEC+ Business Advisory; 2018) ประเทศไทยมีการทำการเกษตรอยู่ 2 รูปแบบ คือการเกษตรเคมี และการเกษตรอินทรีย์ เกษตรเคมี คือการเกษตรแผนปัจจุบัน เป็นระบบการเกษตรที่มุ่งหวังผลผลิตที่สูงขึ้นสามารถเพาะปลูกได้ทุกช่วงเวลาเพื่อตอบสนองความต้องการเชิงการค้า จึงมีความจำเป็นที่ต้องใช้เครื่องจักรปุ๋ยเคมี สารเคมีสังเคราะห์ ฮอร์โมนสังเคราะห์เข้ามาใช้ในระบบนิเวศเกษตรส่วนเกษตรอินทรีย์นั้น คือ การทำการเกษตรด้วยหลักธรรมชาติ บนพื้นที่การเกษตรที่ไม่มีสารพิษตกค้างและหลีกเลี่ยงจากการปนเปื้อนของสารเคมีทางดิน ทางน้ำ และทางอากาศเพื่อส่งเสริมความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความหลากหลายทางชีวภาพ ในระบบนิเวศและฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมให้กลับคืนสู่สมดุลธรรมชาติโดยไม่ใช้สารเคมีสังเคราะห์หรือสิ่งที่ได้มาจากการตัดต่อพันธุกรรม โดยส่วนมากเกษตรกรมักจะนำปุ๋ยอินทรีย์มาช่วยในการปรับปรุงสภาพดินให้พร้อมต่อการเริ่มทำการเกษตรครั้งต่อไป ปัจจุบันผู้คนหันมานิยมบริโภคอาหารที่ปลอดภัยและมีคุณค่าทางโภชนาการมากขึ้นจึงทำให้สินค้าเกษตรอินทรีย์เป็นที่ต้องการจำนวนมาก จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกของเกษตรกรที่จะสามารถเพิ่มรายได้ในอาชีพของตนเอง อินทรีย์เป็นดินที่อยู่ชั้นบนสุดมักมีสีคล้ำเนื่องจากประกอบด้วยอินทรีย์วัตถุ (Organic) ดินชั้นโอส่วนใหญ่จะพบในพื้นที่ป่า ส่วนในพื้นที่การเกษตรจะไม่มีชั้นโอในหน้าตัดดิน เนื่องจากถูกไถพรวนไปหมด มีความลึกจากหน้าดินประมาณ 20 เซนติเมตร (นาริรัตน์ ไชยณรงค์;2559) เป็นดินในชั้นถ่านหินของเหมืองแม่เมาะเกิดจากการทับถมกันของซากพืชซากสัตว์มานานหลายล้านปี มีสีน้ำตาลเข้มหรือดำมีประโยชน์ทางด้านอุตสาหกรรม ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตยา อาหารเสริม หรือแม้แต่ทำเครื่องสำอางและด้านเกษตรกรรมเมื่อนำอินทรีย์มาผสมกับมวลสารที่มีฤทธิ์เป็นด่างจะได้ อินทรีย์ที่มีคุณสมบัติ

พิเศษช่วยปรับปรุงสภาพดินให้ร่วนซุยแก้ปัญหาดินเสียดินเป็นกรดทำให้ดินอุ้มน้ำได้ดีปรับปรุงสภาพดินให้เป็นกลางและเพิ่มปริมาณแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อพืชทำให้พืชแข็งแรงต้านทานศัตรูพืชได้ดี“อินทรีย์” ที่เป็นวัตถุดิบได้จากการทำเหมืองลิกไนต์ ที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง (ไทยรัฐทีวี 2561)

ปัจจุบันผลผลิตทางการเกษตรที่ปลอดภัยสารพิษเป็นที่ต้องการของตลาดและราคาค่อนข้างสูงอินทรีย์จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกของเกษตรกรที่จะสามารถเพิ่มรายได้ให้แก่ตัวของเกษตรกรเอง ดังนั้นจึงมีการรวมกลุ่มจัดตั้งวิสาหกิจชุมชนขึ้น แล้วได้มีการระดมเงินทุน จัดตั้งวิสาหกิจชุมชนผลิตภัณฑ์อินทรีย์ล้านปี ถ้าวิสาหกิจชุมชนมีความรู้เรื่องต้นทุนการจัดการและบริหารที่ดีวิสาหกิจชุมชนนั้นก็ประสบความสำเร็จ แต่เนื่องด้วยวิสาหกิจชุมชนที่กลุ่มของดิฉันจะเข้าไปศึกษานั้นวิสาหกิจชุมชนยังมีความรู้ความสามารถในการคิดเรื่องต้นทุนไม่เพียงพอและยังมีการบริหารจัดการที่ไม่ค่อยดีจึงทำให้กิจการไม่ทราบรายได้ที่แท้จริงของการดำเนินงาน อาจจะส่งผลทำให้มีการตัดสินใจลงทุนในอนาคต มีข้อผิดพลาด

ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการศึกษา ต้นทุนการผลิตและความคุ้มค่า ณ จุดตัดแยกของการจัดทำผลิตภัณฑ์อินทรีย์ เพื่อหาต้นทุนและผลตอบแทนที่ถูกต้อง จะทำให้วิสาหกิจชุมชนได้ทราบต้นทุนและผลตอบแทนที่แท้จริงเพื่อนำไปประกอบการตัดสินใจในการผลิตหรือการลงทุนในอนาคต

2. วัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของปุ๋ยอินทรีย์ผลิตภัณฑ์กลุ่มวิสาหกิจอินทรีย์ล้านปี อินทรีย์แม่เมาะ บ้านนาสัก ตำบลนาสัก อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

3. ระยะเวลาในการวิจัย

1 มิถุนายน ถึง 1 ตุลาคม 2561

3. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 แนวคิดเกี่ยวกับต้นทุน

3.1.1 ความหมายของต้นทุน

อนุรักษ์ ทองสุขวงศ์ (2548) กล่าวว่า ต้นทุน (Cost) หมายถึง มูลค่าของทรัพยากรที่สูญเสียไปเพื่อให้ได้สินค้าหรือบริการ โดยมูลค่านั้นจะต้องสามารถวัดได้เป็นหน่วยเงินตรา ซึ่งเป็นลักษณะของการลดลงในสินทรัพย์หรือเพิ่มขึ้นในหนี้สิน ต้นทุนที่เกิดขึ้นอาจจะให้ประโยชน์ในปัจจุบันหรือในอนาคตก็ได้ เมื่อต้นทุนใดที่เกิดขึ้นแล้วและกิจการได้ใช้ประโยชน์ไปทั้งสิ้นแล้ว ต้นทุนนั้นก็จะถือเป็น “ค่าใช้จ่าย” (Expenses) ดังนั้น ค่าใช้จ่ายจึงหมายถึง ต้นทุนที่ได้ให้ประโยชน์และกิจการได้ใช้ประโยชน์ทั้งหมดไปแล้วในขณะนั้นและสำหรับต้นทุนที่กิจการสูญเสียไป แต่จะให้ประโยชน์แก่กิจการในอนาคต เรียกว่า “สินทรัพย์” (Assets)

รชต สวนสวัสดิ์ (2560) กล่าวว่า ต้นทุน หมายถึง มูลค่าของทรัพยากรที่สูญเสียไปเพื่อให้ได้สินค้าหรือบริการ โดยมูลค่านั้นจะต้องสามารถวัดได้เป็นหน่วยเงินตรา โดยมีหลักฐานในการเกิดต้นทุนอย่างชัดเจน ซึ่งอาจทำให้เกิดการลดลงในสินทรัพย์หรือเพิ่มขึ้นในหนี้สิน ต้นทุนที่เกิดขึ้นอาจจะให้ประโยชน์ในปัจจุบันหรือในอนาคตก็ได้

เบญจมาศ อภิสิทธิ์วิทยุ (2555) กล่าวว่า ต้นทุน หมายถึงมูลค่าของรายจ่ายหรือทรัพยากรที่หน่วยงานหรือกิจการใช้ประโยชน์หรือยอมเสียไปซึ่งอาจเป็นได้ทั้งเงินสด หรือสินทรัพย์อื่น รวมถึงต้นทุนเพื่อให้ได้มาซึ่งสินค้าหรือบริการอื่นที่มีประโยชน์ต่อกิจการทั้งในปัจจุบันหรืออนาคต

มนวิภา ผดุงสิทธิ์ (2556) กล่าวว่า ต้นทุน หมายถึงมูลค่าของทรัพยากรที่องค์กรได้ใช้ประโยชน์ไปเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่กำหนดไว้ เช่น ต้นทุนของวัตถุดิบและแรงงานที่เกิดขึ้นเพื่อผลิตสินค้าหรือให้บริการ ต้นทุนจะถูกวัดมูลค่าเป็นจำนวนเงินที่ได้จ่ายไป เพื่อให้ได้มาซึ่งสินค้าหรือบริการ

ดลพร บุญพารอด (2558) กล่าวว่า ต้นทุน หมายถึงรายจ่ายที่เกิดขึ้นเพื่อให้ได้มาซึ่งสินค้าหรือบริการ ซึ่งกิจการอาจจ่ายเป็นเงินสด สินทรัพย์อื่น หรือ

การให้บริการตลอดจนการก่อหนี้ก็ได้ เช่น ต้นทุนซื้อวัตถุดิบ ต้นทุนค่าแรงงาน ต้นทุนในการผลิตสินค้าเพื่อนำไปขาย เป็นต้น

จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้น ต้นทุน หมายถึงค่าใช้จ่ายในการลงทุนทั้งหมดที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตปุ๋ยอิมมัสประกอบด้วย ดินลิโอนาร์โดต์ ค่าแรงงาน และค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการผลิตปุ๋ยอิมมัส

3.2 แนวคิดเกี่ยวกับผลตอบแทนจากการลงทุน

3.2.1 ความหมายของผลตอบแทน

อุกฤษฏ์ พงษ์วานิชอนันต์ (2552) การลงทุน หมายถึง การลงทุนในสินทรัพย์ลงทุน หรือโครงการลงทุนที่จะก่อให้เกิดประโยชน์หรือผลตอบแทนแก่กิจการในอนาคตระยะยาว ผลตอบแทนหมายถึงผลตอบแทนที่เป็นตัวเงินที่เกิดขึ้นโดยตรงของการลงทุนได้แก่รายได้จากการนำผลผลิตที่ได้จากการลงทุนไปขาย นราทิพย์ ชุตินวงศ์ (2547:238-239) ผลตอบแทน หมายถึง มูลค่าของสินค้าหรือบริการที่ได้จากการลงทุนของกิจการซึ่งประกอบด้วย ผลตอบแทนทางตรง ผลตอบแทนทางอ้อม และผลตอบแทนที่ไม่มีตัวตน

ปัญญาพร ศรีชนาพันธ์ (2556) ผลตอบแทน หมายถึง สิ่งที่ได้รับหรือผลที่คาดว่าจะได้รับในการทำกิจกรรมใดก็ตามไม่ว่าจะออกมาในรูปแบบของตัวเงินหรือไม่เป็นตัวเงินก็ตามโดยผลตอบแทนที่ไม่เป็นตัวเงินในการศึกษาครั้งนี้เครื่องมือทางการเงิน 3 วิธีคือวิธีวัดระยะเวลา คำนวณ วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ และวิธีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนมาเพื่อใช้เป็นขั้นตอนการตัดสินใจในการวิเคราะห์ผลตอบแทน

3.2.2 วิธีระยะเวลาคืนทุน (Payback period method)

วิธีระยะเวลาคืนทุน (Payback period method) เป็นการพิจารณาโครงการลงทุนจากมูลค่าเงินลงทุนที่เสียไปกับระยะเวลาที่จะได้รับประโยชน์จากการลงทุนคืนในการคำนวณสามารถแยกพิจารณาได้เป็น 2 กรณีได้แก่

- ผลตอบแทนหรือกระแสเงินสดรับสุทธิรายปีเท่ากันทุกปี

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{เงินลงทุนสุทธิ}}{\text{กระแสเงินสดรับรายปี}}$$

- ผลตอบแทนหรือกระแสเงินสดรับสุทธิไม่เท่ากันทุกปี

รวมกระแสเงินสดสุทธิในแต่ละปีสะสมไปจนได้เท่ากับเงินลงทุนสุทธิ

การตัดสินใจ: เลือกลงทุนในโครงการลงทุนที่มีระยะเวลาคืนทุนสั้นที่สุด

3.2.3 วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net present value)

เป็นส่วนเกินของมูลค่าปัจจุบัน (Present Value) ของเงินสดสุทธิต่อปีกับเงินลงทุน เริ่มแรก โดยกำหนดให้

$$\text{NPV} = \text{มูลค่าปัจจุบันสุทธิ}$$

$$\text{PV} = \text{มูลค่าปัจจุบันของเงินสดรับสุทธิ}$$

ตลอดอายุโครงการลงทุน

$$I = \text{เงินลงทุนเริ่มแรก}$$

ดังนั้น

$$\text{NPV} = \text{PV} - I$$

การคำนวณหามูลค่าปัจจุบันของเงินสดสุทธิที่กิจการจะได้รับในอนาคตจะคำนวณคิดลดต้นทุนของเงินทุน (Cost of Capital) หรืออัตราผลตอบแทนขั้นต่ำที่ต้องการ (Minimum required rate of return) ซึ่งมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการหนึ่งไม่สามารถจะเปรียบเทียบกับมูลค่าปัจจุบันสุทธิของอีกโครงการหนึ่งได้ ยกเว้นการลงทุนเริ่มแรกจะมีมูลค่าเท่ากัน

การตัดสินใจ: ถ้า NPV มีค่าเป็นบวก กิจการก็ควรที่จะยอมรับการลงทุนในโครงการนั้น

2.3.4 อัตราผลตอบแทนโครงการลงทุน (Internal Rate of Return)

เป็นวิธีการหาอัตราส่วนลดหรืออัตราดอกเบี้ยที่จะนำไปปรับเงินสดที่ได้รับจากโครงการลงทุน (ผลตอบแทนจากการลงทุนหรือกระแสเงินสด

รับเข้า) ให้มีค่าเป็นปัจจุบันเท่ากัน กระแสเงินสดจ่ายออก หรือเงินลงทุนสุทธิ

- กรณีกระแสเงินสดรับเท่ากันทุกปี สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{เงินลงทุนเริ่มแรก} = \text{เงินสดรับสุทธิ} \times \text{PV}$$

Factor

- กรณีกระแสเงินสดรับแต่ละปีไม่เท่ากัน

การคำนวณหา IRR ของโครงการลงทุนสามารถใช้ขั้นตอนการคำนวณได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 คำนวณหา NPV โดยใช้อัตราต้นทุนของเงินทุนเป็นอัตราคิดลด

ขั้นที่ 2 พิจารณาว่า NPV มีค่าเป็นบวกหรือติดลบ

ขั้นที่ 3 ถ้า NPV มีค่าเป็นบวก ให้เพิ่มอัตราต้นทุนของเงินทุนในการคิดลดหา NPV ให้สูงขึ้น (มีค่าติดลบ) แต่ถ้า NPV มีค่าติดลบก็ให้ลดอัตราต้นทุนของเงินทุนให้ต่ำลง (มีค่า เป็นบวก)

ขั้นที่ 4 ใช้วิธีการคำนวณเปรียบเทียบเพื่อหาค่า IRR

2.3.5 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Break – even Point Analysis)

เป็นจุดขายแสดงในรูปปริมาณหน่วยขายหรือราคาขายรวม ณ จุดที่ไม่เกิดกำไรหรือขาดทุน หากพิจารณาจะพบว่า ณ จุดคุ้มทุน คือการที่กิจการจะต้องขายเพื่อให้ยอดขาย ณ จุด ดังกล่าวครอบคลุมทั้งต้นทุนผันแปรที่เกิดขึ้นทุก ๆ หน่วยที่ขาย และขายด้วยปริมาณมากพอที่กำไรที่เกิดขึ้นแต่ละหน่วยเมื่อรวมกันแล้วมีมูลค่าเท่ากับต้นทุนคงที่ทั้งหมดจึงทำให้เกิดการเสมอตัว ไม่ขาดทุนหรือกำไร สามารถคำนวณจากสูตร ดังต่อไปนี้

$$\text{ปริมาณขาย ณ จุดคุ้มทุน} = \frac{\text{ต้นทุนคงที่รวม}}{\text{ราคาต่อหน่วย} - \text{ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย}}$$

$$\text{ราคาต่อหน่วย} - \text{ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย}$$

2.3.6 อัตรากำไรขั้นต้น (Gross Profit Margin Ratio)

เป็นอัตราส่วนที่แสดงถึงความสามารถในการทำกำไรขั้นต้นของกิจการว่าเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของ

รายได้จากการขาย ถ้าอัตราส่วนกำไรขั้นต้นสูงจะดี เนื่องจากแสดงถึงความสามารถในการทำกำไรขั้นต้นของกิจการว่ามีกำไรขั้นต้นจำนวนมาก ข้อสังเกตถ้าอัตรากำไรขั้นต้นสูงย่อมแสดงถึงนโยบายการตั้งราคาที่ดีหรือนโยบายการจัดซื้อหรือนโยบายการผลิตที่ดี

คำนวณตามสูตรดังต่อไปนี้

อัตราส่วนกำไรขั้นต้น = กำไรขั้นต้น x 100 รายได้จากการขายสุทธิ

2.3.7 อัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (Return on Investment, ROI)

เป็นการคำนวณบนฐานเงินลงทุนรวม (ทุนส่วนของเจ้าของ และทุนจากแหล่งอื่น) เพื่อแสดงถึงประสิทธิภาพการดำเนินงานของกิจการว่า "การลงทุนครั้งนี้ สามารถสร้างผลตอบแทนกลับคืนมาจากเงินลงทุนทั้งหมดกี่เปอร์เซ็นต์" ดังนั้น ยิ่งค่า ROI สูง ยิ่งยิ่งดี สามารถคำนวณตามสูตรดังต่อไปนี้

อัตราผลตอบแทนจากการลงทุน = กำไรสุทธิ x 100 เงินลงทุนรวม

3.3 ความรู้เกี่ยวกับการเกิดฮิวมัส

สว๊นท์ จันทิวศ์ (2560)กล่าวว่า การเกิดฮิวมัส (HUMIFICATION)กระบวนการเกิดฮิวมัสสามารถเกิดตามธรรมชาติในดินหรือในการผลิตปุ๋ยหมักก็ได้ ฮิวมัสที่เสถียรตามคุณสมบัติทางเคมี เชื่อว่าเป็นสิ่งสำคัญในความอุดมสมบูรณ์ของดินทั้งในด้านฟิสิกส์และเคมี แม้ว่าผู้เชี่ยวชาญด้านการเกษตรจะมุ่งประเด็นส่วนใหญ่ไปในด้านการเป็นอาหารให้แก่พืชก็ตาม โดยทางกายภาพแล้วฮิวมัสช่วยให้ดินยังคงความชื้นและช่วยให้มีการก่อตัวของโครงสร้างดินที่ดีทางด้านเคมี ฮิวมัสมีแหล่งสารออกฤทธิ์ซึ่งสามารถผนวกกับไอออนของธาตุอาหารพืชทำให้กลายเป็นธาตุอาหารพร้อมใช้ได้มากขึ้น ฮิวมัสจึงมักถูกเรียกว่าเป็นพลังชีวิตของดิน ถึงกระนั้นก็ยังเป็นเรื่องยากที่จะให้นิยามที่ชัดเจนแก่คำว่าฮิวมัสนี้ได้ เนื่องจากเป็นสารที่มีความซับซ้อนสูง ธรรมชาติที่แท้จริงของสารนี้จึงยังคงเป็นเรื่องที่ยังไม่อาจเข้าใจได้อย่างถ่องแท้ ในทางกายภาพฮิวมัสแตกต่างจากอินทรีย์วัตถุตรงที่อินทรีย์วัตถุเป็นสารที่มีลักษณะภายนอกหยาบ และมี

เศษซากพืชให้ สังเกตเห็นได้ แต่เมื่อผ่านกระบวนการเกิดฮิวมัสอย่างเต็มที่แล้วก็จะกลายเป็นฮิวมัส สารที่มีรูปแบบอย่างเดียวกันมากขึ้น (เป็นสารสีเข้ม นุ่มคล้ายฟองน้ำ อ่อนตัวคล้ายวุ้น) และมีโครงสร้างไร้รูปแบบที่แน่นอน ซากพืช(รวมทั้งที่ถูกสัตว์กินเข้าไปและถ่ายออกมาในรูปของมูลสัตว์ด้วย)จะประกอบด้วยสารประกอบอินทรีย์ต่างๆดังนี้: น้ำตาล แป้ง โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ลิกนิน (lignins) ขี้ผึ้ง (waxes) ยางไม้ (resins) ไขมัน และกรดอินทรีย์ต่างๆ กระบวนการเน่าเปื่อยของสารอินทรีย์ในดินจะเริ่มด้วยการย่อยสลายของน้ำตาลและแป้งจากคาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นการย่อยอย่างง่าย ๆ ด้วยจุลินทรีย์ (Saprotrophs) ชนิดที่ดำรงชีพ อยู่บนซากสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้วเท่านั้น ส่วนเซลลูโลส (cellulose) จะแตกตัวอย่างช้าๆมาก โปรตีนจะถูกย่อยสลายไปเป็นกรดอะมิโน (amino acid) ตามอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน(C/N ratio)ที่มีอยู่ ณ ที่นั้น ส่วนกรดอินทรีย์หลายชนิดจะสลายตัวอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ไขมัน ขี้ผึ้ง เรซินหรือยางไม้และลิกนินจะยังคงสภาพไม่เปลี่ยนแปลงเป็นเวลาที่ยาวนานกว่า ฮิวมัสซึ่งเป็นผลผลิตสุดท้ายที่เกิดขึ้นจากกระบวนการนี้ก็คือสารผสมระหว่างสารประกอบและสารเคมีเชิงซ้อนที่มีอยู่ตลอดชีวิตของ พืช สัตว์ หรือ ต้นกำเนิดแห่งจุลชีพ ฮิวมัสยังทำหน้าที่และให้คุณประโยชน์มากมายในดิน ฮิวมัสที่ได้จากไส้เดือนดินหรือปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ครบกำหนดได้รับการพิจารณาว่าเป็นมูลอินทรีย์ที่ดีที่สุดที่มีอยู่ในปัจจุบัน

การเกิดฮิวมัสจากเศษซากใบไม้และการเกิดสารเชิงซ้อนฮิวมัส-ดินเหนียว (Humification of leaf litter and formation of clay-humus complexes) ปุ๋ยหมักที่พร้อมจะย่อยสลายต่อไปได้อีกบางครั้งก็ถูกจัดว่าเป็นฮิวมัสที่มีประสิทธิภาพหรือสามารถออกฤทธิ์ได้ แม้ว่านักวิทยาศาสตร์จะกล่าวว่ามันยังไม่เสถียรอย่างแท้จริงฮิวมัส ปุ๋ยหมักประเภทนี้โดยหลักการแล้วมีที่มาจากน้ำตาล แป้ง และโปรตีนและประกอบขึ้นด้วยกรดอินทรีย์ง่าย ๆ คือกรดฟุลวิก (Fulvic acid) ซึ่งเป็นแหล่งที่มาของอาหารพืชชั้นเยี่ยมแต่มีคุณค่าเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับโครงสร้างของดินระยะยาว ส่วนฮิวมัสที่เสถียรประกอบด้วยกรดฮิวมิก (humic acid)

และฮิวมิน (humin) หรืออีกนัยหนึ่งคือเป็นสารที่ละลายได้ยาก(หรือถูกยึดติดอยู่อย่างเหนียวแน่นกับอนุภาคของดินเหนียวทำให้จุลินทรีย์ไม่อาจเข้าถึงได้)จึงมีความต้านทานต่อการย่อยสลายในลำดับขั้นต่อไป ดังนั้นฮิวมัสที่เสถียรแล้วจึงเป็นตัวเพิ่มธาตุอาหารพร้อมใช้ที่มีอยู่แล้วจำนวนเล็กน้อยให้แก่ดินแต่มีบทบาทสำคัญในการรักษาโครงสร้างทางกายภาพของดิน ฮิวมัสเชิงซ้อนบางตัวที่เสถียรมากๆสามารถคงสภาพอยู่ได้นับพันปี ฮิวมัสที่เสถียรมักมีแหล่งกำเนิดมาจากวัสดุที่เกิดจากพืชไม้เนื้อแข็งเช่น เซลลูโลส (cellulose) และลิกนิน (lignin) สัตว์ที่ช่วยเพิ่มเนื้อดินโดยทำหน้าที่ย่อยพืชที่กินเข้าไปแล้วแปรสภาพไปเป็นอินทรีย์วัตถุในลำไส้นั้นก็จัดเป็นตัวการสำคัญในการก่อฮิวมัส (humification) โดยทำงานร่วมกับราและแบคทีเรีย: ฮิวมัสส่วนใหญ่ในดินได้แก่มูลสัตว์ซึ่งอาจมีสีเข้มหรืออาจเป็นไปตามปริมาณของอินทรีย์วัตถุที่มี

ประโยชน์ของฮิวมัส (Benefit of humus)

1. กระบวนการเกิดแร่ธาตุ (คือการเกิดสารอนินทรีย์จากสารอินทรีย์ตามธรรมชาติ) ทำให้อินทรีย์วัตถุแปรสภาพไปเป็นสารที่เสถียรมากขึ้นกว่าเดิมคือฮิวมัส ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นอาหารเลี้ยงบรรดาสัตว์ที่มีชีวิตทั้งหลายในดินตั้งแต่จุลินทรีย์ไปจนถึงสัตว์เล็กอื่นๆที่อาศัยอยู่ ดังนั้นจึงเป็นการรักษาอายุของดินให้อยู่ในระดับที่สมบูรณ์เต็มที่

2. อัตราการเปลี่ยนอินทรีย์วัตถุไปเป็นฮิวมัส ถ้าดำเนินไปอย่างรวดเร็วก็จะก่อประโยชน์ของการอยู่ร่วมกันของ พืช และสัตว์รวมทั้งจุลินทรีย์ตามระบบนิเวศวิทยาของโลกในทำนองกลับกันถ้าอัตราการเปลี่ยนนั้นเป็นไปอย่างเชื่องช้าประโยชน์ของการอยู่ร่วมกันดังกล่าวก็จะลดลง

3. ฮิวมัสที่มีประสิทธิภาพ และเสถียร ทำหน้าที่เป็นแหล่งอาหารเพื่อการดำรงชีพต่อไปของจุลินทรีย์ ประสิทธิภาพของฮิวมัสคือการเป็นอาหารพร้อมใช้ ส่วนความเสถียรของฮิวมัสคือการเป็นแหล่งอาหารสำรองระยะยาว

4. การเกิดฮิวมัสจากวัสดุที่ได้จากพืชที่ตายแล้วทำให้สารประกอบอินทรีย์เชิงซ้อนที่เกิดขึ้นถูกย่อย

สลายหรือแตกตัวไปเป็นสารอินทรีย์พร้อมใช้ในรูปแบบที่ง่ายต่อการดูดซึมผ่านรากพืชที่กำลังจะเจริญเติบโต

5. ฮิวมัสเป็นสารประเภทคอลลอยด์(คือสสารในสถานะต่างๆที่ประกอบด้วยอนุภาคขนาดเล็กมากเป็นอนุภาคที่มีขนาดตั้งแต่ 1 ถึง 100 นาโนเมตรซึ่งจะสามารถแขวนลอยในน้ำและเป็นเนื้อเดียวกัน เช่น นํ้านมเป็นต้น (จากพจนานุกรมอังกฤษ-ไทย Se-Ed New Compact English Dictionary Millennium 2000 Edition, และ Taber's Cyclopedic Medical Dictionary) และฮิวมัสจะช่วยเพิ่มศักยภาพในการแลกเปลี่ยนไอออนที่มีประจุบวก(Cation) จึงทำให้ไอออนดังกล่าวมีความสามารถในการเก็บอาหารโดยวิธียึดธาตุอาหารติดไว้กับตัวมันเช่นเดียวกับที่อนุภาคของดินเหนียวจะพึงกระทำ ดังนั้นในขณะที่พวกไอออนประจุบวกที่มีธาตุอาหารเหล่านี้หาทางเข้าสู่พืชได้ก็ยังสามารถอยู่ในดินได้อย่างปลอดภัยจากการชะล้างด้วยน้ำฝนหรือการชลประทาน

6. ฮิวมัสสามารถรักษาคุณสมบัติให้มีความชื้นคงที่อยู่ที่ 80-90% ได้ ดังนั้นจึงสามารถเพิ่มศักยภาพให้ทนต่อสภาวะแห้งแล้งได้

7. ด้วยโครงสร้างทางชีวเคมีทำให้ฮิวมัสสามารถรักษาความเป็นกลางหรือเป็นตัวกันชนช่วยลดความเป็นกรดด่างที่มากเกินไปในดินได้

8. ระหว่างที่มีการเกิดฮิวมัส จุลินทรีย์ จะหลั่งสารที่มีลักษณะเป็นยางเหนียวซึ่งช่วยให้โครงสร้างของดินที่กระจายตัวด้วยอนุภาคต่างๆเข้าด้วยกัน ทำให้ดินร่วนและโปร่งอากาศ สารพิษเช่นธาตุโลหะหนักต่างๆ และธาตุอาหารที่มากเกินไปของพืชจะถูกกักไม่ให้เกิดพิษร้ายหรือออกฤทธิ์ได้โดยวิธีผนวกเข้ากับโมเลกุลสารอินทรีย์เชิงซ้อนของฮิวมัสและขณะเดียวกันก็ช่วยป้องกันไม่ให้สารดังกล่าวแพร่เข้าสู่ระบบนิเวศที่กว้างออกไปกว่าเดิม

9. สารสีเข้มของฮิวมัส (โดยปกติจะมีสีดำหรือน้ำตาลดำ) ช่วยให้ดินอุ่นขึ้นในฤดูใบไม้ผลิ

3.4 เอกสารผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุขใจ ตอนปัญญา (2554) ศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนในการลงทุนปลูกข้าวของเกษตรกร หมู่ 5

ตำบลห้วยดง อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) ศึกษาการศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนในการลงทุนปลูกข้าวของเกษตรกร หมู่ 5 ตำบลห้วยดง อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร 2) วิเคราะห์โครงสร้างการศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนในการลงทุนปลูกข้าวของเกษตรกร หมู่ 5 ตำบลห้วยดง อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร การศึกษาใช้วิธีการรวบรวมข้อมูลโดยการออกแบบสอบถาม สอบถามเกษตรกร หมู่ 5 ตำบลห้วยดง อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร ที่ประกอบอาชีพปลูกข้าว ซึ่งเป็นเกษตรกรรายย่อยที่มีขนาดพื้นที่การปลูกข้าว 10-30 ไร่ จำนวน 10 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง เนื่องจากพิจารณาเห็นว่าเกษตรกรมีวิธีการจัดการเกี่ยวกับการปลูกข้าวไม่แตกต่างกัน โดยเก็บข้อมูลสำหรับช่วงเวลาการเพาะปลูกเดือนมิถุนายน – กันยายน ซึ่งผลการศึกษาพบว่า มีต้นทุนรวมเฉลี่ย 5,083.27 บาทต่อไร่ มีกำไรสุทธิเฉลี่ย 614 บาทต่อไร่ อัตรากำไรสุทธิต่อต้นทุน 12.08 % อัตรากำไรสุทธิต่อยอดขาย 10.40 % อัตราผลตอบแทนจากเงินลงทุน (ROI) 9.16 % อัตราผลตอบแทนจากสินทรัพย์ (ROA) 34.80 % และมีจุดคุ้มทุนที่ 0.55 ตัน ต้นทุนการปลูกข้าวประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญ ได้แก่ ต้นทุนค่าวัตถุดิบร้อยละ 13 ต้นทุนค่าแรงงานร้อยละ 24 และต้นทุนค่าใช้จ่ายการผลิตร้อยละ 63

วาทีณี จันทรชังโชติ (2557) ศึกษาการเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนจากการปลูกข้าวหอมมะลิ 105 แบบหว่านกับแบบหว่านและปักดำของเกษตรกร อำเภอสามโก้ จังหวัดสุรินทร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลและผลตอบแทน เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุน รายได้และผลตอบแทน และเพื่อศึกษาปัญหาและอุปสรรคจากการปลูกข้าวหอมมะลิ 105 แบบหว่านกับแบบหว่านและปักดำอย่างละ 15 คน และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงพรรณนา ด้วยสถิติพื้นฐาน คือ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และวิเคราะห์ต้นทุน วัตถุดิบทางตรง ค่าแรงงานทางตรง ค่าใช้จ่ายในการผลิต ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร ยอดขายสุทธิและอัตรากำไรขั้นต้น อัตรากำไรสุทธิ และผลตอบแทนจากการลงทุน

ศิริประภา ธงชัยสุริยา (2558) ศึกษาการวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงินของการผลิตข้าวระหว่างวิธีการผลิตแบบดั้งเดิม วิธีการผลิตแบบปลอดสารพิษและวิธีการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ ในจังหวัดราชบุรี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงิน รวมทั้งศึกษาจุดคุ้มทุนเปรียบเทียบของการผลิตข้าวที่แตกต่างกัน ทั้ง 3 วิธีการของเกษตรกรในโครงการส่งเสริมและผลิตพันธุ์ข้าวชุมชนบ้านรางไม้แดง ตำบลเจดีย์ อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี ข้อมูลที่ทำการศึกษาคือข้อมูลการเพาะปลูกข้าวนาปี ปีการเพาะปลูก 2556/57 โดยเลือกเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างเกษตรกร 3 กลุ่ม คือ ผู้ผลิตข้าวแบบดั้งเดิม แบบปลอดสารพิษ และแบบเกษตรอินทรีย์ จำนวนกลุ่มละ 5 ราย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสัมภาษณ์ปลายปิดและปลายเปิด

ศุภณัฏฐ์ ไศภาพิมลลักษณ์ (2559) ศึกษาการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงินของบริษัท น้ำตาลบุรีรัมย์ จำกัด (มหาชน) มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงินของบริษัท น้ำตาลบุรีรัมย์ จำกัด (มหาชน) และวิเคราะห์ความไหวตัวต่อเหตุการณ์เปลี่ยนแปลงทางด้านต้นทุนและผลตอบแทนของบริษัท น้ำตาลบุรีรัมย์ จำกัด (มหาชน) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านต้นทุนและผลตอบแทนโดยกำหนดระยะเวลาการศึกษาไว้ 4 ปี ตั้งแต่ 2555-2558 อัตราส่วนคงที่ ร้อยละ 10 ผลโดยใช้การ ทำ Common size แสดงฐานะทางการเงินและงบแสดงผลการดำเนินงาน และวิเคราะห์อัตราส่วนทางการเงิน และอัตราผลตอบแทนถัวเฉลี่ย (ARR) ระยะเวลาคืนทุน (PB) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) และดัชนีการทำการกำไร (PI) และอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)

4. วิธีการวิจัย

4.1 ประชากร

กลุ่มสมาชิกวิสาหกิจชุมชนปุ๋ยชีววัฒน์ล้านปีอินทรีย์แม่เมาะ บ้านนาสัก ตำบลนาสัก อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ ได้แก่แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างและการสังเกตวิธีการปฏิบัติงาน โดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปของผู้ผลิตปุ๋ยอิมัลชันปือินทรีย์แม่เมาะ

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับต้นทุนการผลิตปุ๋ยอิมัลชันปือินทรีย์แม่เมาะ ได้แก่ ที่ดิน โรงเรือน เครื่องมือ อุปกรณ์, อุปกรณ์ที่ใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์, ดิน, เงินทุนหมุนเวียน

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับผลตอบแทนจากการทำปุ๋ยอิมัลชันปือินทรีย์แม่เมาะ

ได้แก่ ราคาปุ๋ยอิมัลชัน ปือินทรีย์แม่เมาะต่อกระสอบ และ รายได้เฉลี่ยต่อเดือนต่อเดือนของการขายปุ๋ยอิมัลชันปือินทรีย์แม่เมาะ

ส่วนที่ 4 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

4.3 วิธีการรวบรวมข้อมูล

1.ข้อมูลปฐมภูมิ ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์ผู้ผลิตปุ๋ยอิมัลชันปือินทรีย์แม่เมาะ บ้านนาสัก ตำบลนาสัก อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

2. ข้อมูลทุติยภูมิ ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลจากหนังสือวารสาร เอกสารทางวิชาการต่างๆ และ สืบค้นข้อมูลจาก Internet ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อศึกษาถึง แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับต้นทุนและผลตอบแทน จากการผลิตสินค้าต่าง ๆ

4.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษานี้ใช้วิธีการรวบรวมข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปของผู้ผลิตปุ๋ยอิมัลชันปือินทรีย์แม่เมาะ โดยใช้การวิเคราะห์ เชิงพรรณนา

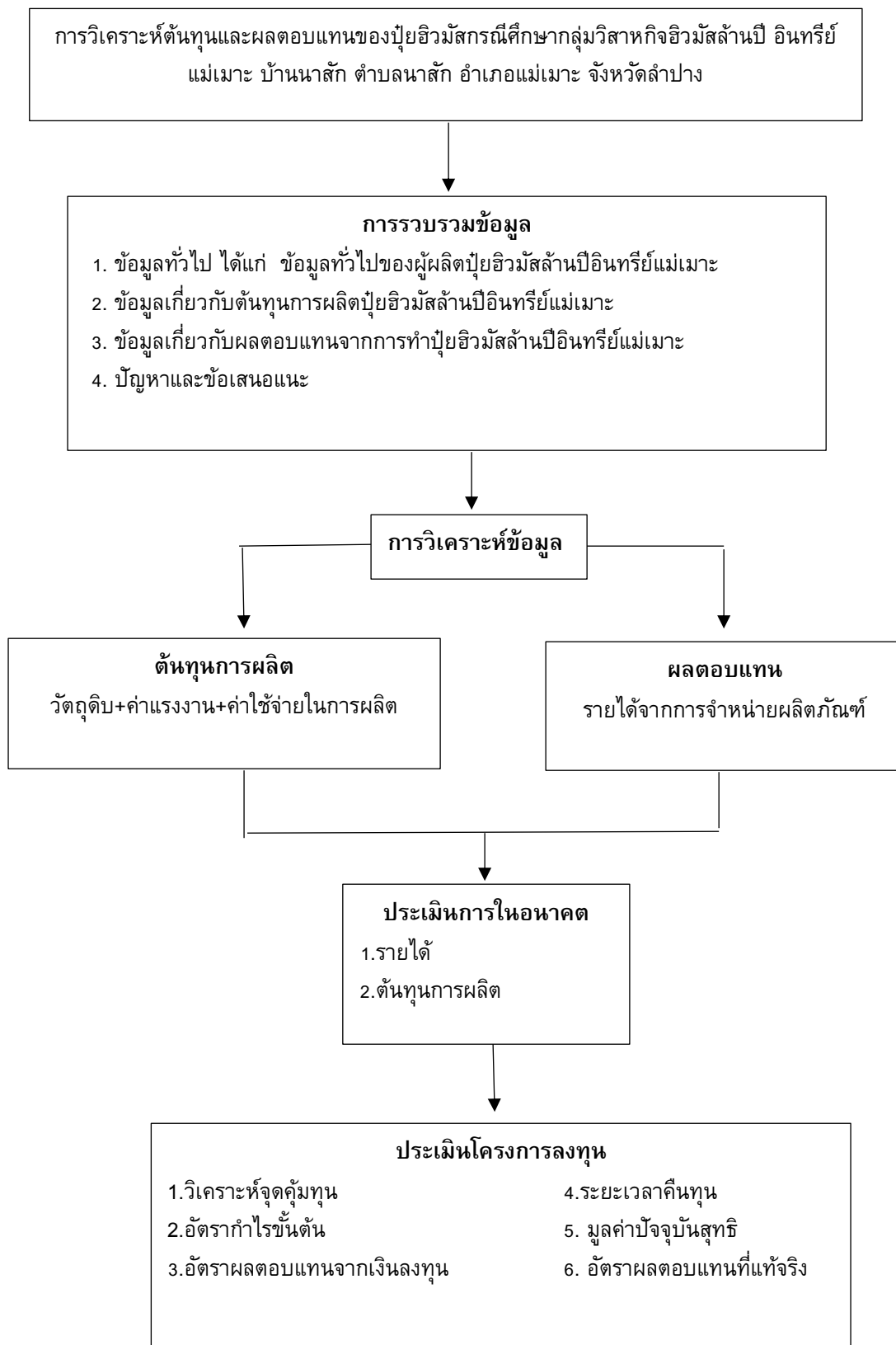
ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับต้นทุนการผลิตปุ๋ยอิมัลชันปือินทรีย์แม่เมาะ ได้แก่ ที่ดิน โรงเรือน

เครื่องมือ อุปกรณ์, อุปกรณ์ที่ใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์, ดิน, เงินทุนหมุนเวียน โดยใช้ตารางประกอบคำบรรยาย

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับผลตอบแทนจากการทำปุ๋ยอิมัลชันปือินทรีย์แม่เมาะ ได้แก่ การคำนวณ กระแสเงินสดสุทธิและนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลตอบแทนเพื่อประเมินการลงทุน 6 วิธี คือ การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน อัตราส่วนกำไรขั้นต้น อัตราผลตอบแทนจากเงินลงทุน ระยะคืนทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ และอัตราผลตอบแทนที่แท้จริง โดยทำข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูลและใช้ตารางประกอบคำบรรยายทำการวิเคราะห์และประมวลผลต้นทุน

ส่วนที่ 4 ปัญหาและข้อเสนอแนะโดยใช้การวิเคราะห์เชิงพรรณนา

4.5 กรอบแนวคิด



การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของปุ๋ยชีวมีส กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชีวมีสล้านปี อินทรีย์แม่เมะบ้านนาสัก ตำบลนาสัก อำเภอแม่เมะ จังหวัดลำปาง เมื่อพิจารณาในปีแรก พบว่า การผลิตปุ๋ยชีวมีสใช้เงินทุนทั้งสิ้น 889,968.43 บาท โดยแยกเป็น 2 ส่วนคือ ค่าใช้จ่ายในการลงทุน 144,414 บาท และต้นทุนในการผลิตปุ๋ยชีวมีส 745,554.43 บาท โดยต้นทุนการผลิตปุ๋ยชีวมีสเท่ากับ 63.43 บาทต่อหน่วย

ผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุน พบว่า การผลิตปุ๋ยชีวมีสมี ปริมาณชา ณ จุดคุ้มทุนเฉลี่ยแบ่งตามขนาดปุ๋ย ได้แก่ เม็ดปุ๋ยขนาดเล็ก 242 กระสอบ เม็ดปุ๋ยขนาดมาตรฐาน 241 กระสอบ และแบบผงหยาบ 339 กระสอบ การผลิตปุ๋ยชีวมีสมี อัตราส่วนกำไรขั้นต้นที่เพิ่มขึ้นทุกปี แสดงให้เห็นว่ากิจการมีความสามารถในการทำกำไรดีขึ้นทุกปี มีอัตราผลตอบแทนจากเงินลงทุนเพิ่มขึ้นทุกปี แสดงถึงการดำเนินงานของกิจการมีประสิทธิภาพ สามารถสร้างผลตอบแทนกลับคืนจากเงินลงทุนทั้งหมดได้เป็นอย่างดี การผลิตปุ๋ยชีวมีสใช้ระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 1 วัน 6 เดือน 15 วันโดยใช้อัตราส่วนลดเท่ากับ 7 % ต่อปี พบว่า การผลิตปุ๋ยชีวมีสมีมูลค่าปัจจุบัน (NPV) เท่ากับ 2,436,030.41 บาท และอัตราผลตอบแทนโครงการลงทุน (IRR) เท่ากับ 34.19 % ต่อปี แสดงว่าการผลิตปุ๋ยชีวมีสใช้ระยะเวลาคืนทุนเร็วและให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าในการลงทุน เพราะอัตราผลตอบแทนโครงการลงทุน (IRR) มีค่ามากกว่าดอกเบี้ยเงินกู้หรืออัตราคิดลดที่กำหนด คือ ร้อยละ 7 เหมาะสมที่จะลงทุน

6. อภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของปุ๋ยชีวมีส กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชีวมีสล้านปี อินทรีย์แม่เมะ บ้านนาสัก ตำบลนาสัก อำเภอแม่เมะ จังหวัดลำปาง โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์ต้นทุน ซึ่งแบ่งเป็น ค่าใช้จ่ายในการลงทุน และต้นทุนในการผลิตปุ๋ยชีวมีส ซึ่งประกอบด้วย วัตถุดิบทางตรง ค่าแรงงานทางตรง และค่าใช้จ่ายในการผลิต และจัดทำการประมาณต้นทุนการผลิตปุ๋ยชีวมีสในระยะเวลา 5 ปี เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลตอบแทนใน

การลงทุน โดยใช้หลักเกณฑ์ทางการเงินเป็นตัวชี้วัดการลงทุน คือ การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน อัตราส่วนกำไรขั้นต้น อัตราผลตอบแทนจากเงินลงทุน (ROI) ระยะเวลาคืนทุน (PB) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) และอัตราผลตอบแทนที่แท้จริง (IRR) จะเห็นได้ว่าการผลิตปุ๋ยชีวมีสมีปริมาณขาย ณ จุดคุ้มทุนเฉลี่ยแบ่งตามขนาดปุ๋ย ได้แก่ เม็ดปุ๋ยขนาดเล็ก 241 กระสอบ เม็ดปุ๋ยขนาดมาตรฐาน 241 กระสอบ และแบบผงหยาบ 339 กระสอบ มีอัตราส่วนกำไรขั้นต้นที่เพิ่มขึ้นทุกปี แสดงให้เห็นว่ากิจการมีความสามารถในการทำกำไรดีขึ้นทุกปี มีอัตราผลตอบแทนจากเงินลงทุนเพิ่มขึ้นทุกปี แสดงถึงการดำเนินงานของกิจการมีประสิทธิภาพ สามารถสร้างผลตอบแทนกลับคืนจากเงินลงทุนทั้งหมด ได้เป็นอย่างดี การผลิตปุ๋ยชีวมีสใช้ระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 1 ปี 6 เดือน 15 วัน

พบว่า มูลค่าปัจจุบัน (NPV) เท่ากับ 2,436,030.41 บาท และอัตราผลตอบแทนโครงการลงทุน (IRR) เท่ากับ 34.19 % ต่อปี ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของ บัญจพร ศรีชนาพันธ์ (2560) ที่กล่าวไว้ว่า ปริมาณขาย ณ จุดคุ้มทุน จะสามารถหายอดขายที่ทำให้ได้กำไรที่ต้องการ ควรดูผลการดำเนินงานที่มีอัตราส่วนกำไรขั้นต้น (Gross Profit Margin Ratio) และ อัตราผลตอบแทนจากเงินลงทุน (Return on Investment, ROI) ที่สูงจะดี เนื่องจากแสดงถึงความสามารถในการทำกำไรขั้นต้นของกิจการว่ามีกำไรขั้นต้นจำนวนมาก ควรเลือกลงทุนในโครงการลงทุนที่มีระยะเวลาคืนทุนสั้นที่สุด และถ้า NPV มีค่าเป็นบวก IRR มีค่าเกินกว่าต้นทุนของเงินทุน (Cost of Capital) หรืออัตราผลตอบแทนจากการลงทุน กิจการก็ควรที่จะยอมรับการลงทุนในโครงการนั้น

7. สรุป

7.1 ข้อเสนอแนะการวิจัย

1. กิจการควรจะมีการคิดต้นทุนในการทดแทนวัตถุดิบทางตรงที่ไม่ตรงตามความต้องการของกิจการรวมอยู่ในราคาขายด้วย
2. กิจการควรมีการวางแผนการผลิตให้มากขึ้น โดยเน้นลดต้นทุนในการผลิต (ค่าจัดซื้อดิน

ค่าขนส่ง ค่าแรงงาน) การเพิ่มปริมาณของการผลิตและคุณภาพเป็นสำคัญ

7.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. สามารถนำงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้และปรับปรุงใช้กับธุรกิจประเภทอื่นได้

2. การศึกษาถึงแนวทางการลดต้นทุน และเพื่อได้รับผลตอบแทนที่สูงและการคืนทุนได้เร็วกว่าปกติ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือจากอาจารย์กรรณการใจมา และอาจารย์ปัญญาพร ศรีชนาพันธ์ ที่ปรึกษางานวิจัย ให้ข้อแนะนำด้านการทำงานวิจัย ตลอดจนข้อแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณกลุ่มวิสาหกิจอิมมัลล้านปี อินทรีย์แม่เกาะ บ้านนาสัก ตำบลนาสัก อำเภอแม่เกาะ จังหวัดลำปาง ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสัมภาษณ์ จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี อนึ่งผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยฉบับนี้จะมีประโยชน์ต่อกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอิมมัลล้านปี บ้านนาสัก ตำบลแม่เกาะ อำเภอแม่เกาะ จังหวัดลำปาง และผู้สนใจศึกษาถึงต้นทุนและผลตอบแทนของอิมมัลล้านปีได้มากขึ้น หากพบข้อบกพร่องประการใด ผู้วิจัยขอน้อมรับผิดแต่เพียงผู้เดียว และยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านที่ได้เข้ามาศึกษา เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยต่อไป

บรรณานุกรม

การเกิดอิมมัล. (2560). [ออนไลน์]. ค้นวันที่ : 10

กันยายน. ได้จาก

<https://m.facebook.com/permalink>.

รชต สอนสวัสดิ์. (2559). การบัญชีต้นทุน 1.

[ออนไลน์]. ค้นวันที่ : 20 สิงหาคม. ได้จาก

<http://portal5.udru.ac.th>

นริศรา ศรีเจริญ. (2554). การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการผลิตบอร์ดสำหรับ

เครื่องพิมพ์ กรณีศึกษาบริษัท ซี.เอ็น.ที

จำกัด. [ออนไลน์]. ค้นวันที่ : 27 สิงหาคม.

ได้จาก <http://eprints.utcc.ac.th>

ปัญญาพร ศรีชนาพันธ์. (2559). การบัญชีต้นทุน 2.

ลำปาง : ออเรนจ์ ก๊อปปี้.

สุภาวดี ขุนทองจันทร์. (2556). การวิเคราะห์ต้นทุน

และผลตอบแทนกะหล่ำปลีของเกษตรกรลาว

ภายใต้ข้อตกลงการผลิตในระบบพันธะ

สัญญาไทย-ลาว. [ออนไลน์]. ค้นวันที่ : 28

สิงหาคม. ได้จาก <http://www.jba.tbs.tu.ac.th>

ศุภณัฏฐ์ โศภามิลลักษ์. (2559). การวิเคราะห์

ต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงินของบริษัท

น้ำตาลบุรีรัมย์ จำกัด (มหาชน). [ออนไลน์].

ค้นวันที่ : 20 สิงหาคม. ได้จาก

<http://www.research-system.siam.edu>

ศิริประภา ธงชัยสุริยา. (2558). การวิเคราะห์

เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงิน

ของการผลิตข้าวระหว่างวิธีการผลิตแบบ

ดั้งเดิม วิธีการผลิตแบบปลอดสารพิษและ

วิธีการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ ในจังหวัด

ราชบุรี. [ออนไลน์]. ค้นวันที่ : 30 สิงหาคม.

ได้จาก <http://econ.eco.ku.ac.th>

วาทินี จันทร์ช่วงโชติ. (2557). การเปรียบเทียบต้นทุน

และผลตอบแทนจากการปลูกข้าวหอมมะลิ

105 แบบหวานกับแบบหวานและปักดำของ

เกษตรกร อำเภอสำโรงทาบ จังหวัดสุรินทร์.

[ออนไลน์]. ค้นวันที่ : 30 สิงหาคม. ได้จาก

<http://www.repository.rmutt.ac.th>

สุขใจ ตอนปัญญา. (2554). ต้นทุนและผลตอบแทนใน

การลงทุนปลูกข้าวของเกษตรกร หมู่ 5 ตำบล

หัวดง อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร. [ออนไลน์].

ค้นวันที่ : 2 กันยายน. ได้จาก

<http://www.repository.rmutt.ac.th>

ภาวณีย์ พูลเกิด. (2556). การพัฒนาระบบบัญชีสำหรับ

สถาบันการเงินชุมชน : กรณีศึกษา สถาบัน

การเงินชุมชนตำบลศรีฐาน อำเภอภูกระดึง

จังหวัดเลย. [ออนไลน์]. ค้นวันที่ : 3 กันยายน.

ได้จาก <http://www.repository.rmutt.ac.th>

หน้าตัดข้างของดินและปัจจัยในการเกิดดิน.

(2554). [ออนไลน์]. ค้นวันที่ : 5 กันยายน.

ได้จาก <https://sites.google.com>

อนุรักษ์ ทองสุขโขวงศ์. (2548). ความรู้เบื้องต้น

เกี่ยวกับการบัญชีต้นทุน. [ออนไลน์]. ค้นวันที่

:27 สิงหาคม. ได้จาก <https://home.kku.ac.th>

อินทรีย์วัตถุในดินและอิวมัส. (2554).

[ออนไลน์]. ค้นวันที่ : 8 กันยายน. ได้จาก

<https://chalarwutfarmers.blogspot.com>

อิวมัส คืออะไร. (2556). [ออนไลน์]. ค้นวันที่ : 5

กันยายน. ได้จาก <https://www.greenlabx.com>

**การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตโดยใช้หลักการซิกซ์ซิกม่า
เพื่อรองรับมาตรฐานจีเอ็มพี โคเด็กซ์ กรณีศึกษา วิสาหกิจชุมชนกลุ่มพัฒนาเกษตรกรรม
ตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียง**

นิวัฒน์ชัย ใจคำ^{1*} อำนวย คำบุญ² วรพจน์ ศิริรักษ์³

พีรวัตร ลือสัก⁴ ศุภชัย ฟองขาว⁵ และทองศักดิ์ อินทร์รัตน์⁶

^{1,2,3,4,5,6}สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย

99 หมู่ 10 ตำบลทรายขาว อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย 571210

รับบทความ กรกฎาคม 2561 ตอรับบทความ พฤศจิกายน 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 15 พฤษภาคม 2563

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

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อลดมูลค่าบรรจุภัณฑ์เสื่อมสภาพหรือหมดอายุการใช้งาน เพื่อให้ภาพรวมของกระบวนการบรรจุน้ำผึ้งมีความสอดคล้องและเป็นไปตามมาตรฐาน จีเอ็มพี โคเด็กซ์ และเพื่อลดมูลค่าการสูญเสียโอกาสทางการขาย จากการศึกษากระบวนการผลิตของวิสาหกิจชุมชนฯ พบว่า มีการผลิตน้ำผึ้ง 4 ขนาดคือ น้ำผึ้งขนาด 1,000 กรัม น้ำผึ้งขนาด 980 กรัม น้ำผึ้งขนาด 950 กรัม น้ำผึ้งขนาด 650 กรัม ไม่มีกระบวนการจัดการคลังบรรจุภัณฑ์ที่ดี ทำให้มีบรรจุภัณฑ์เสื่อมสภาพ หรือหมดอายุการใช้งาน มีมูลค่าการสูญเสียอยู่ที่ 3,860 บาทต่อปี รวมทั้งการบรรจุน้ำผึ้งไม่ได้ตามมาตรฐานที่ลูกค้ากำหนด ส่งผลให้มีมูลค่าการสูญเสียโอกาสทางการขายเฉลี่ย 1,700 บาทต่อเดือน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 3,672,000 บาทต่อปี คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการจัดการศึกษา การออกแบบเครื่องจักรกล การเขียนแบบ เครื่องมือคุณภาพ 7 อย่าง เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม การจัดการคลังสินค้า การควบคุมด้วยการมองเห็น และทฤษฎีซิกซ์ซิกม่า ผลการดำเนินงาน พบว่า การบริหารจัดการจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ และการบรรจุน้ำผึ้งลงในบรรจุภัณฑ์มีความสอดคล้องและเป็นไปตามมาตรฐาน จีเอ็มพี โคเด็กซ์ โดยสามารถลดมูลค่าบรรจุภัณฑ์เสื่อมสภาพ หรือหมดอายุการใช้งานได้ 3,860 บาทต่อปี สามารถบรรจุน้ำผึ้งได้ตามมาตรฐานที่ลูกค้ากำหนด ส่งผลให้สามารถลดมูลค่าการสูญเสียโอกาสทางการขายได้เฉลี่ย 1,700 บาทต่อเดือน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 3,672,000 บาทต่อปี รวมสามารถลดมูลค่าการสูญเสียได้ 3,673,860 บาทต่อปี

คำสำคัญ: การปรับปรุงประสิทธิภาพ ซิกซ์ซิกม่า จีเอ็มพี

E-mail : niwatchai.jk@g.ail.com, 099-5364539

The Efficiency Improvement of Manufacturing Process by Using Six Sigma for Certification from GMP Codex : A Case Study Agricultural Development Under The Sufficiency Economy

Niwatchai Jaikham^{1*} Amnuay Kamboon² Worapot Sirirak³

Peerawat Lausak⁴ Suphachai Fonghkao⁵ and Tanongsak Intarat⁶

^{1,2,3,4,5,6}Industrial Engineering Department Faculty of Engineering Rajamangala University of Technology Lanna
Chiangrai 99 Moo 10 Huai Sai Khao Sub-district Phan District Chiangrai Province 57120

Receive: July 2018 Accepted: November 2018 Published online: 15 May 2020

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

Abstract

The purposes of this study were to decrease the value the packaging loss due to deterioration and expiration, to honey packing process for certification from GMP Codex and reducing lost the opportunity in selling. There are four sizes of traditional packing process: 1,000 grams, 980 grams, 950 grams, and 650 grams. Currently, the packaging warehouse management was unsystematic in the former process. The deteriorated packages caused by the unsystematic of storage and requisition, equivalent to 3,860 baht per year. The manufacturing process is not certification from GMP Codex. So, the Community Enterprise lost the opportunity in selling at 1,700 bottles per month, or 3,672,000 baht per year. For that reason, the researchers got an idea on how to efficiency improvement of manufacturing process by using Work study, Machine design, Drawing, 7 QC tools, Engineering Economy, Warehouse Management, Visual Control and Six Sigma. The results indicate that the manufacturing process is not certification from GMP Codex. So, the value of preleasing due to determination and expunction is decreased at 3,860 baht per year, reduce an opportunity lose in selling at 1,700 bottles per month, or 3,672,000 baht per year. Totally 3,673,860 baht per year.

Keywords: Efficiency Improvement, Six Sigma, GMP

1. บทนำ

น้ำผึ้งเป็นสินค้าเกษตรอีกชนิดหนึ่งที่ไทยมีโอกาที่จะก้าวขึ้นสู่ระดับการเป็นประเทศผู้ส่งออกน้ำผึ้งที่สำคัญของโลก แม้ว่าในประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกรายย่อย แต่คุณสมบัติพิเศษของน้ำผึ้งไทยนั้นเป็นที่ยอมรับและมีความต้องการของตลาดโลก รวมทั้งจุดแข็งของไทยในการที่มีแหล่งพืชอาหารที่สมบูรณ์สำหรับการเลี้ยงผึ้ง และแรงงานฝีมือในการเลี้ยงผึ้ง นอกจากนี้รัฐบาลยังมีการกำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนาผึ้งและผลิตภัณฑ์จากผึ้ง ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยหนุนของธุรกิจการค้าที่สำคัญของไทย จากข้อมูลสำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตรพบว่าปัจจุบันมีสถิติการผลิตน้ำผึ้งปี 2555 มีจำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งประมาณ 11,000 ราย และมีการผลิตน้ำผึ้ง 39.81 กิโลกรัมต่อรัง ทำการจำหน่ายในประเทศ 30 - 35 % และทำการส่งออก 65 % - 70 % ประเทศที่ทำการส่งออกมากที่สุด ได้แก่ เยอรมัน 27.74 % รองลงมาเป็น ไต้หวัน 17.23 % และประเทศไทยก็มีการนำเข้าจากประเทศแถบเอเชีย คือ จีน 67.23 % รองลงมาเป็น พม่า 22.32 % ซึ่งโดยเฉลี่ยทั่วประเทศไทยแล้วภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะเป็นภูมิภาคที่ทำการผลิตน้ำผึ้งและเลี้ยงผึ้งเนื่องจากมีพืชอาหารผึ้งหลายชนิดในรอบปี เช่น ลำไย ลิ้นจี่ ทานตะวัน งา ข้าวโพด เป็นต้น ทำให้มีประสิทธิภาพการผลิตสูงและปริมาณการผลิตขยายตัวเพิ่มขึ้นทุกปี แต่ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของท้องตลาด และความต้องการของต่างประเทศดังนั้นน้ำผึ้งจึงเป็นธุรกิจอีกประเภทหนึ่งของไทยที่สำคัญ

วิสาหกิจชุมชนกลุ่มพัฒนาเกษตรกรรมตามแนวเศรษฐกิจพอเพียง ต.เมืองชุม อ.เวียงชัย จ.เชียงราย เป็นผู้ผลิตน้ำผึ้งและจำหน่ายผลิตภัณฑ์จากผึ้ง คิดในการที่จะเพิ่มอัตราการผลิตให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น เพื่อให้มีความเพียงพอต่อความต้องการของตลาดเนื่องจากปัจจุบันพบว่า มีสินค้าที่ทางกลุ่มพัฒนาเกษตรกรรมตามแนวเศรษฐกิจพอเพียงผลิต แบ่งออกเป็น 5 ประเภท ซึ่งได้แก่ น้ำผึ้ง ผลิตภัณฑ์จากผึ้ง อุปกรณ์สำหรับเลี้ยงผึ้ง ของชำร่วย และเครื่องสำอาง ซึ่งกลุ่มพัฒนาเกษตรกรรมตาม

แนวเศรษฐกิจพอเพียงมีการผลิตน้ำผึ้งเป็นหลัก และน้ำผึ้งเป็นสินค้าที่มียอดขายสูงสุดของกลุ่ม โดยน้ำผึ้งสามารถแบ่งตามปริมาณขนาดบรรจุภัณฑ์น้ำผึ้งที่ขายดีดังนี้ น้ำผึ้งขนาด 1,000 กรัม น้ำผึ้งขนาด 950 กรัม น้ำผึ้งขนาด 650 กรัม น้ำผึ้งขนาด 980 กรัม ซึ่งเป็นปริมาณขนาดที่ขายดีของกลุ่มมากที่สุด โดยกลุ่มจะมีการส่งออกน้ำผึ้ง คิดเป็นร้อยละ 30 ของการผลิตซึ่งประเทศที่ส่งออกส่วนใหญ่ คือ จีน และมาเลเซีย

จากการศึกษากระบวนการผลิตของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มพัฒนาเกษตรกรรมตามแนวเศรษฐกิจพอเพียง พบว่า มีกระบวนการผลิตเริ่มตั้งแต่การสั่งซื้อน้ำผึ้งและบรรจุภัณฑ์ (ขวด ฝา กล่อง สติกเกอร์ พลาสติกหุ้มฝา ฯ) การจัดเก็บน้ำผึ้งและบรรจุภัณฑ์ การเบิก-จ่ายน้ำผึ้งและบรรจุภัณฑ์ การบรรจุน้ำผึ้งลงในบรรจุภัณฑ์ การติดฉลากลงบนบรรจุภัณฑ์ และการบรรจุลงในกล่องเพื่อเตรียมส่งให้กับลูกค้า จากกระบวนการดังกล่าวมีบางกระบวนการที่ยังไม่เป็นไปตามมาตรฐานหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตอาหารสากล หรือหลักมาตรฐาน GMP Codex ได้แก่ การจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ การบรรจุน้ำผึ้งลงในบรรจุภัณฑ์ โดยการจัดเก็บบรรจุภัณฑ์นั้นวิสาหกิจชุมชนฯ ไม่มีการปิดหรือหุ้มบรรจุภัณฑ์เพื่อป้องกันฝุ่น ไม่ได้มีการจัดเก็บให้เป็นระเบียบ ไม่มีการแบ่งหมวดหมู่ของบรรจุภัณฑ์ ไม่เคยมีการตรวจนับจำนวนการคงอยู่ของบรรจุภัณฑ์ เพื่อยืนยันจำนวนการคงอยู่กับข้อมูลที่จัดทำไว้ การบริหารจัดการดังกล่าวทำให้วิสาหกิจชุมชนฯ มีบรรจุภัณฑ์เสื่อมสภาพ หรือหมดอายุการใช้งาน ซึ่งมีมูลค่าการสูญเสียอยู่ที่ 3,860 บาทต่อปี ในด้านการบรรจุน้ำผึ้งลงในบรรจุภัณฑ์ ทางวิสาหกิจชุมชนฯ ใช้เครื่องบรรจุน้ำผึ้งลงบรรจุภัณฑ์ แต่ไม่สามารถบรรจุได้ตรงกับปริมาตรที่กำหนด จึงต้องมีกระบวนการเติมน้ำผึ้งกรณีบรรจุแล้วมีปริมาตรที่ต่ำกว่าปริมาตรที่กำหนด และต้องมีการเทน้ำผึ้งออกในกรณีที่มีปริมาตรที่ได้มากกว่าปริมาตรที่กำหนด อีกทั้งเมื่อนำเครื่องบรรจุมาใช้แล้วกระบวนการบรรจุทั้งหมดไม่สามารถดำเนินงานได้อย่างต่อเนื่องกัน เพราะยังไม่มีเครื่องมือและอุปกรณ์สนับสนุนการบรรจุที่สอดคล้องกัน

และกระบวนการบรรจุน้ำผึ้งปัจจุบันเป็นกระบวนการบรรจุน้ำผึ้งบนพื้น โดยไม่ได้ใช้โต๊ะวางบรรจุภัณฑ์ ทำให้กระบวนการดังกล่าวไม่ถูกต้องตามหลัก GMP Codex ส่งผลต่อมาตรฐานคุณภาพของสินค้า ในไตรมาสที่ 2 ของปี 2561 นี้มีความต้องการน้ำผึ้งของลูกค้าที่อยู่ในประเทศสิงคโปร์ และมาเลเซีย เฉลี่ย 1,700 ขวดต่อเดือน แต่น้ำผึ้งที่จะส่งไปให้กับลูกค้าดังกล่าวต้องมีกระบวนการผลิตที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน GMP Codex หากทางวิสาหกิจชุมชนฯ ไม่ได้รับมาตรฐาน GMP Codex จะทำให้สูญเสียโอกาสทางการขายเฉลี่ยประมาณ 306,000 บาทต่อเดือน หรือประมาณ 3,672,000 บาทต่อปี จากทั้ง 2 กระบวนการหากไม่ได้รับการปรับปรุงหรือพัฒนาจะส่งผลให้ทางวิสาหกิจชุมชนฯ มีมูลค่าการสูญเสียรวมอยู่ที่ 3,673,860 บาทต่อปี

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัย จึงมีแนวคิดในการปรับปรุงและพัฒนาอุปกรณ์สนับสนุนในกระบวนการบรรจุน้ำผึ้ง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการบรรจุน้ำผึ้ง ให้สามารถในการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า และการปรับปรุงการบริหารจัดการคลังบรรจุภัณฑ์ โดยการจัดแบ่งหมวดหมู่ของบรรจุภัณฑ์ แล้วจัดทำผังการจัดเก็บตามหมวดหมู่ ชั้นวางบรรจุภัณฑ์ ป้ายชี้บ่งของบรรจุภัณฑ์แต่ละชนิด เพื่อให้บรรจุภัณฑ์มีความสะอาดปราศจากฝุ่น ส่งผลให้ภาพรวมของกระบวนการผลิตและบรรจุน้ำผึ้งมีความสอดคล้องและเป็นไปตามมาตรฐาน GMP Codex สามารถมูลค่าบรรจุภัณฑ์เสื่อมสภาพ หรือหมดอายุการใช้งาน และมูลค่าการสูญเสียโอกาสทางการขายให้กับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มพัฒนาเกษตรกรรมตามแนวเศรษฐกิจพอเพียงได้

2.วัตถุประสงค์

1. เพื่อลดมูลค่าบรรจุภัณฑ์เสื่อมสภาพ หรือหมดอายุการใช้งาน โดยการใช้ระบบการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control) และระบบบริหารจัดการคลังบรรจุภัณฑ์
2. เพื่อให้ภาพรวมของกระบวนการจัดเก็บบรรจุภัณฑ์มีความสอดคล้องและเป็นไปตามมาตรฐาน

GMP Codex โดยการออกแบบกระบวนการและระบบบริหารจัดการคลังบรรจุภัณฑ์ ให้เก็บบรรจุภัณฑ์ที่มีความสะอาดและปลอดภัยก่อนการนำไปบรรจุน้ำผึ้ง

3. เพื่อให้ภาพรวมของกระบวนการบรรจุน้ำผึ้งมีความสอดคล้องและเป็นไปตามมาตรฐาน GMP Codex โดยการออกแบบอุปกรณ์สนับสนุนการทำงาน และการออกแบบกระบวนการบรรจุน้ำผึ้งให้มีทิศทางไหลของงานไปในทางเดียว และมีการไหลของงานอย่างต่อเนื่อง

4. เพื่อลดมูลค่าการสูญเสียโอกาสทางการขาย โดยการออกแบบอุปกรณ์สนับสนุนการทำงาน และการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต

3. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. ประยุกต์ใช้หลักการศึกษางาน Work Study ในการศึกษาเวลาของกระบวนการบริหารจัดการจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ และกระบวนการบรรจุน้ำผึ้งลงในบรรจุภัณฑ์
2. ประยุกต์ใช้ทฤษฎีการออกแบบเครื่องจักรกล (Mechanical Engineering Design) ในการออกแบบและสร้างเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ช่วยในการบริหารจัดการจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ และกระบวนการบรรจุน้ำผึ้งลงในบรรจุภัณฑ์ได้อย่างต่อเนื่องและมีความสอดคล้องและเป็นไปตามมาตรฐาน GMP Codex
3. ประยุกต์ใช้โปรแกรมเขียนแบบด้วยคอมพิวเตอร์ ในการออกแบบเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ช่วยในการบริหารจัดการจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ และกระบวนการบรรจุน้ำผึ้งลงในบรรจุภัณฑ์
4. ประยุกต์ใช้หลักเครื่องมือคุณภาพ 7 อย่าง (7 QC tools) ในการวิเคราะห์ข้อมูลการทำงานของกระบวนการบริหารจัดการจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ และกระบวนการบรรจุน้ำผึ้งลงในบรรจุภัณฑ์
5. ประยุกต์ทฤษฎีเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม (Engineering Economy) ในการหาจุดคุ้มทุนของการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการบริหารจัดการจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ และกระบวนการบรรจุน้ำผึ้งลงในบรรจุภัณฑ์

6. ประยุกต์ใช้ทฤษฎีการจัดการคลังสินค้า (Warehouse Management) และทฤษฎีการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control) ในการบริหารจัดการจัดเก็บบรรจุภัณฑ์

7. ประยุกต์ใช้ทฤษฎี ซิกซ์ซิกมา (Six Sigma) ในการดำเนินงานวิจัยปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการบริหารจัดการจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ และกระบวนการบรรจุน้ำผึ้งลงในบรรจุภัณฑ์

4.วิธีการวิจัย

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเวลาและกระบวนการผลิตแบบเดิม โดยเริ่มศึกษาข้อมูลตั้งแต่กระบวนการรับบรรจุภัณฑ์เข้ามาสู่คลังบรรจุภัณฑ์จนถึงกระบวนการรับซื้อหรือเรียนหรือการตอบกลับข่าวสารของลูกค้า เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลขั้นตอนของกระบวนการเวลาในแต่ละกระบวนการ ผลผลิตที่ได้จากกระบวนการของเสียจากกระบวนการ

2. วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาของกระบวนการผลิตแบบเดิม เพื่อหาสาเหตุของการเกิดปัญหาต่าง ๆ เช่น บรรจุภัณฑ์มีฝุ่น บรรจุภัณฑ์เสื่อมสภาพ หรือหมดอายุการใช้งาน กระบวนการบรรจุน้ำผึ้งไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า ภาพรวมของกระบวนการผลิตและบรรจุน้ำผึ้งไม่มีความสอดคล้องและเป็นไปตามมาตรฐาน GMP Codex และไม่สามารถส่งสินค้าไปขายให้กับลูกค้าต่างประเทศที่ต้องการเอกสารการรับรองมาตรฐานได้

3. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4. ออกแบบกระบวนการผลิตแบบใหม่ ทำการออกแบบกระบวนการตั้งแต่กระบวนการรับบรรจุภัณฑ์เข้าสู่คลัง การจัดเก็บ การรักษา การเบิกจ่ายบรรจุภัณฑ์ จนถึงกระบวนการบรรจุน้ำผึ้งลงกล่องเพื่อจัดส่งให้กับลูกค้า โดยให้กระบวนการผลิตทั้งหมดมีทิศทางไหลของงานไปในทางเดียว และมีการไหลของงานอย่างต่อเนื่อง

5. ออกแบบเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ช่วยในกระบวนการผลิตแบบใหม่ โดยทำการออกแบบเครื่องมือ

อุปกรณ์เช่น โต๊ะวางบรรจุภัณฑ์ (ขวด) ก่อนการบรรจุ เครื่องมืออุปกรณ์ช่วยจับยึดบรรจุภัณฑ์ (ขวด) (Jig & Fixer) โต๊ะวางบรรจุภัณฑ์ (ขวด) หลังการบรรจุ กล่องใส่ฝา โต๊ะติดฉลาก โต๊ะวางสินค้าสำเร็จรูป ป้ายผังคลังบรรจุภัณฑ์ ป้ายบ่งชี้ของบรรจุภัณฑ์แต่ละประเภท

6. จัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับสร้างเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ โดยเลือกวัสดุต่าง ๆ ให้สอดคล้องและเป็นไปตามมาตรฐาน GMP Codex

7. สร้างเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ช่วยในกระบวนการผลิต โดยการสร้าง โต๊ะวางบรรจุภัณฑ์ (ขวด) ก่อนการบรรจุ เครื่องมืออุปกรณ์ช่วยจับยึดบรรจุภัณฑ์ (ขวด) (Jig & Fixer) โต๊ะวางบรรจุภัณฑ์ (ขวด) หลังการบรรจุ กล่องใส่ฝา โต๊ะติดฉลาก โต๊ะวางสินค้าสำเร็จรูป ป้ายผังคลังบรรจุภัณฑ์ทำจากไม้กระดาน ป้ายบ่งชี้ของบรรจุภัณฑ์แต่ละประเภท

8. ทดสอบประสิทธิภาพกระบวนการผลิต เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ช่วยในกระบวนการผลิต ซึ่งการทดสอบแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการบริหารจัดการคลังบรรจุภัณฑ์ และการทดสอบประสิทธิภาพกระบวนการบรรจุน้ำผึ้ง

9. เก็บข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพ กระบวนการผลิต การบริหารจัดการคลังบรรจุภัณฑ์ ลักษณะการจัดเก็บ ความสะอาดของบรรจุภัณฑ์ จำนวนของบรรจุภัณฑ์ที่เสียหายเนื่องจากการจัดเก็บความสามารถในการบรรจุน้ำผึ้ง ลักษณะการทำงานในกระบวนการบรรจุน้ำผึ้ง ความถูกต้องของกระบวนการและอุปกรณ์ที่ใช้ตามหลักเกณฑ์มาตรฐาน GMP Codex

10. ปรับปรุงแก้ไขกระบวนการผลิต เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ช่วยในกระบวนการผลิต หากมีกระบวนการใดที่ไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้จะต้องดำเนินการหาสาเหตุและแก้ไข

11. ทดสอบและเก็บข้อมูลกระบวนการผลิต เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ช่วยในกระบวนการผลิต เพื่อยืนยันประสิทธิภาพการทำงาน

12. ถ่ายทอดเทคโนโลยีและองค์ความรู้ การบริหารจัดการจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ และกระบวนการบรรจุ น้ำผึ้งลงในบรรจุภัณฑ์ให้กับวิสาหกิจชุมชน

13. สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

5. ผลการวิจัย

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเวลาและกระบวนการผลิตแบบเดิม พบว่า มีกระบวนการที่ยังไม่เป็นไปตามหลักมาตรฐาน GMP Codex ได้แก่ การจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ การบรรจุน้ำผึ้งลงในบรรจุภัณฑ์โดยการจัดเก็บบรรจุภัณฑ์นั้น ไม่มีการปิดหรือหุ้มบรรจุภัณฑ์เพื่อป้องกันฝุ่น ไม่ได้มีการจัดเก็บให้เป็นระเบียบ ไม่มีการแบ่งหมวดหมู่ของบรรจุภัณฑ์ ไม่เคยมีการตรวจนับจำนวนการคงอยู่ของบรรจุภัณฑ์ เพื่อยืนยันจำนวนการคงอยู่กับข้อมูลที่จัดทำไว้ ทำให้วิสาหกิจชุมชน มีบรรจุภัณฑ์เสื่อมสภาพ หรือหมดอายุการใช้งาน ดังรูปที่ 1 ในด้านการบรรจุน้ำผึ้งลงในบรรจุภัณฑ์ ทางวิสาหกิจชุมชนฯ ใช้เครื่องบรรจุน้ำผึ้งลงบรรจุภัณฑ์ แต่ไม่สามารถบรรจุได้ตรงกับปริมาตรที่กำหนด และบรรจุน้ำผึ้งปัจจุบันเป็นกระบวนการบรรจุน้ำผึ้งบนพื้น โดยไม่ได้ใช้โตะวางบรรจุภัณฑ์ ทำให้กระบวนการดังกล่าวไม่ถูกต้องตามหลัก GMP Codex ส่งผลต่อมาตรฐานคุณภาพของสินค้า ดังรูปที่ 2 อีกทั้งขั้นตอนการบรรจุน้ำผึ้งลงขวดยังเป็นคอขวดของกระบวนการบรรจุน้ำผึ้งแบบเดิม



รูปที่ 1 การจัดเก็บบรรจุภัณฑ์แบบเดิม



รูปที่ 2 กระบวนการบรรจุน้ำผึ้งแบบเดิม

ตารางที่ 1 เวลาการบรรจุน้ำผึ้งแบบเดิม (วินาทีต่อขวด)

ลำดับ ที่	กระบวนการ	เวลา
1	เวลาจับขวดใส่แทนวาง	2.455
2	บรรจุน้ำผึ้งลงขวด	7.233
3	ตรวจสอบน้ำหนัก	2.455
4	เวลาการเติมส่วนที่ไม่เต็ม	4.759
5	ปิดฝา	2.455
รวม		19.357

2. วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาของกระบวนการผลิตแบบเดิม ทั้งกระบวนการบริหารจัดการคลังบรรจุภัณฑ์ และกระบวนการบรรจุน้ำผึ้ง รูปที่ 3

3. ออกแบบเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ช่วยในกระบวนการผลิตแบบใหม่ โดยทำการออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์เช่น โตะวางบรรจุภัณฑ์ (ขวด) ก่อนการบรรจุ เครื่องมืออุปกรณ์ช่วยจับยึดบรรจุภัณฑ์ (ขวด) (Jig & Fixer) โตะวางบรรจุภัณฑ์ (ขวด) หลังการบรรจุ กล่องใส่ฝา โตะติดฉลาก โตะวางสินค้าสำเร็จรูป ป้ายฝั้ดคลังบรรจุภัณฑ์ ป้ายบ่งชี้ของบรรจุภัณฑ์แต่ละประเภท ฝั้ดการจัดวางบรรจุภัณฑ์ดังรูปที่ 4 และรูปที่ 5

4. สร้างเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ช่วยในกระบวนการผลิต โดยการสร้าง โตะวางบรรจุภัณฑ์ (ขวด) ก่อนการบรรจุ เครื่องมืออุปกรณ์ช่วยจับยึดบรรจุภัณฑ์ (ขวด) (Jig & Fixer) โตะวางบรรจุภัณฑ์ (ขวด) หลังการบรรจุ กล่องใส่ฝา โตะติดฉลาก โตะวางสินค้า

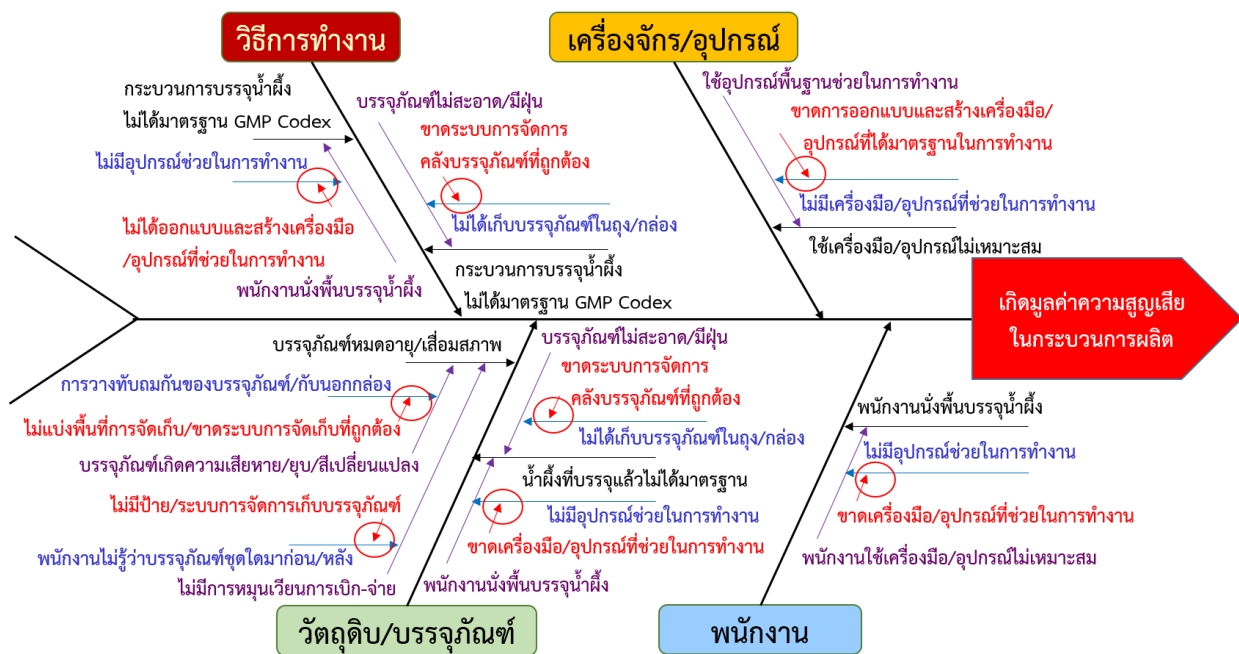
สำเร็จรูป ป้ายฝักรับบรรจุภัณฑ์ ป้ายบ่งชี้ของบรรจุภัณฑ์

5. ทดสอบประสิทธิภาพกระบวนการผลิต เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ช่วยในกระบวนการผลิต ซึ่งการทดสอบแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ประสิทธิภาพกระบวนการบริหารจัดการคลังบรรจุภัณฑ์ และประสิทธิภาพกระบวนการบรรจุน้ำผึ้ง พร้อมทั้งเก็บข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพกระบวนการผลิต การบริหารจัดการคลังบรรจุภัณฑ์ ความถูกต้องของกระบวนการและอุปกรณ์ที่ใช้ตามหลักเกณฑ์มาตรฐาน GMP Codex ดังรูปที่ 6 ถึงรูปที่ 11

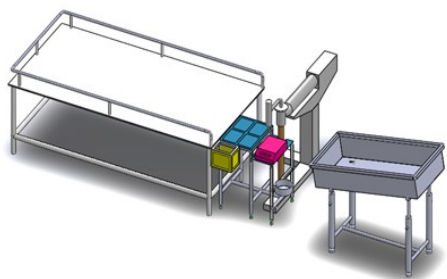
6. ถ่ายทอดเทคโนโลยีและองค์ความรู้ การบริหารจัดการจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ และกระบวนการบรรจุน้ำผึ้งลงในบรรจุภัณฑ์ให้กับวิสาหกิจชุมชนฯ โดยเริ่มตั้งแต่กระบวนการรับบรรจุภัณฑ์เข้าคลัง การจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ตามประเภทของบรรจุภัณฑ์ให้ถูกต้อง การเบิก-จ่ายบรรจุภัณฑ์ การบรรจุน้ำผึ้งลงในบรรจุภัณฑ์โดยใช้ อุปกรณ์และเครื่องมือสนับสนุนการบรรจุเพื่อให้กระบวนการมีการไหลอย่างต่อเนื่องและมีความสอดคล้องกับหลักเกณฑ์มาตรฐาน GMP Codex

7. ผลการดำเนินงานวิจัย พบว่า กระบวนการบริหารจัดการจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ใหม่มีความสอดคล้อง

และเป็นไปตามมาตรฐาน GMP Codex โดยการจัดเก็บบรรจุภัณฑ์การปิดหรือหุ้มบรรจุภัณฑ์เพื่อป้องกันฝุ่น มีการจัดเก็บให้เป็นระเบียบ มีการแบ่งหมวดหมู่ของบรรจุภัณฑ์ มีการตรวจนับจำนวนการคงอยู่ของบรรจุภัณฑ์ เพื่อยืนยันจำนวนการคงอยู่กับข้อมูลที่จัดทำไว้ทุกเดือน มีการหมุนเวียนการเบิก-จ่ายบรรจุภัณฑ์ตามหลักการ First in First out ส่งผลให้วิสาหกิจชุมชนฯ ลดมูลค่าบรรจุภัณฑ์เสื่อมสภาพ หรือหมดอายุการใช้งานได้ 3,860 บาทต่อปี ในส่วนของกระบวนการบรรจุน้ำผึ้งลงในบรรจุภัณฑ์ใหม่ มีการไหลของกระบวนการอย่างต่อเนื่อง ลดการปนเปื้อนข้ามระหว่างกระบวนการ และมีความสอดคล้องและเป็นไปตามมาตรฐาน GMP Codex ทำให้วิสาหกิจชุมชนฯ สามารถบรรจุน้ำผึ้งได้ตามมาตรฐานที่ลูกค้าในประเทศสิงคโปร์ และมาเลเซีย กำหนด ส่งผลให้สามารถลดมูลค่าการสูญเสียโอกาสทางการขายให้กับวิสาหกิจชุมชนฯ เฉลี่ย 1,700 ขวดต่อเดือน คิดเป็นมูลค่า 306,000 บาทต่อเดือน หรือประมาณ 3,672,000 บาทต่อปี จากทั้ง 2 กระบวนการวิสาหกิจชุมชนฯ สามารถมูลค่าการสูญเสียรวม 3,673,860 บาทต่อปี



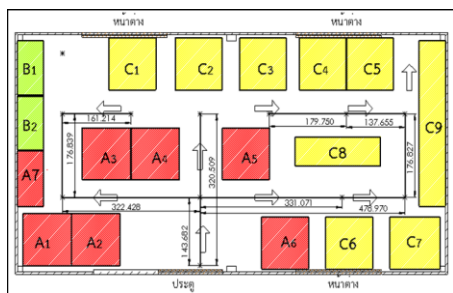
รูปที่ 3 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาของกระบวนการบรรจุแบบเดิม



รูปที่ 4 แบบอุปกรณ์ช่วยในการบรรจุแบบใหม่



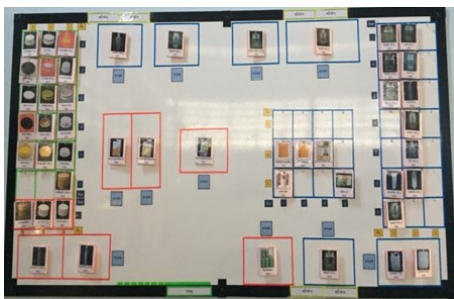
รูปที่ 6 การติดตั้งอุปกรณ์สนับสนุนในกระบวนการบรรจุน้ำผึ้งให้สามารถทำงานได้รวดเร็วและสอดคล้องตามหลักเกณฑ์มาตรฐาน GMP Codex



รูปที่ 5 แบบผังการจัดวางบรรจุภัณฑ์แบบใหม่



รูปที่ 7 การทดสอบประสิทธิภาพกระบวนการบรรจุ
น้ำผึ้ง



รูปที่ 8 ผังการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual
control) หน้าห้องคลังบรรจุภัณฑ์



รูปที่ 9 การจัดวางบรรจุภัณฑ์ตามหมวดหมู่ที่จัดแบ่งไว้



รูปที่ 10 การควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual control)
หน้าชั้นวางบรรจุภัณฑ์แต่ละรายการ



รูปที่ 11 กระบวนการเบิก-จ่ายบรรจุภัณฑ์แบบใหม่

6. อภิปรายผลการวิจัย

กระบวนการผลิตแบบเดิมของวิสาหกิจชุมชน
ฯ ยังไม่เป็นไปตามหลักมาตรฐาน GMP Codex ส่งผล
ให้มีมูลค่าการสูญเสียโอกาสทางการขายให้กับวิสาหกิจ
ชุมชนฯ เฉลี่ย 1,700 ขวดต่อเดือน คิดเป็นมูลค่า
306,000 บาทต่อเดือน หรือประมาณ 3,672,000 บาท
ต่อปี อีกทั้งการบริหารจัดการคลังบรรจุภัณฑ์ยังมีบรรจุ
ภัณฑ์เสื่อมสภาพ หรือหมดอายุการใช้งาน ซึ่งมีมูลค่า
การสูญเสียอยู่ที่ 3,860 บาทต่อปี รวมมูลค่าการสูญเสีย
อยู่ที่ 3,673,860 บาทต่อปี ทำให้คณะผู้วิจัยร่วมกับ
วิสาหกิจชุมชนสนใจในการปรับปรุงประสิทธิภาพการ
ผลิตโดยใช้หลักการซิกซ์ซิกมา หลังจากศึกษาทฤษฎี
และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องคณะผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎี
การศึกษางาน (Work Study) การออกแบบ
เครื่องจักรกล (Mechanical Engineering Design)
การเขียนแบบ (Drawing) เครื่องมือคุณภาพ 7 อย่าง

(7 QC tools) เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม (Engineering Economy) การจัดการคลังสินค้า (Warehouse Management) การควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control) และทฤษฎี ซิกซ์ซิกมา (Six Sigma) ในการดำเนินงานวิจัย เพื่อให้กระบวนการผลิตเป็นไปตามหลักมาตรฐาน GMP Codex และสามารถลดมูลค่าการสูญเสียดังกล่าว หลังการดำเนินงานวิจัยสามารถลดมูลค่าการสูญเสียโอกาสทางการขายได้เฉลี่ย 1,700 บาทต่อเดือน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 3,672,000 บาทต่อปี รวม สามารถมูลค่าการสูญเสียได้ 3,673,860 บาทต่อปี อีกทั้งยังสามารถขยายผลในการพัฒนากระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ต่อไปได้

7. สรุป

จากการศึกษากระบวนการผลิตของวิสาหกิจชุมชน พบว่า มีการผลิตน้ำผึ้ง 4 ขนาดคือ น้ำผึ้งขนาด 1,000 กรัม น้ำผึ้งขนาด 950 กรัม น้ำผึ้งขนาด 650 กรัม น้ำผึ้งขนาด 980 กรัม มีกระบวนการที่ยังไม่เป็นไปตามหลักมาตรฐาน GMP Codex ได้แก่ การจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ การบรรจุน้ำผึ้งลงในบรรจุภัณฑ์ ทำให้มีบรรจุภัณฑ์เสื่อมสภาพ หรือหมดอายุการใช้งาน ซึ่งมีมูลค่าการสูญเสียอยู่ที่ 3,860 บาทต่อปี ส่วนการบรรจุน้ำผึ้งลงในบรรจุภัณฑ์ วิสาหกิจชุมชน ไม่สามารถบรรจุน้ำผึ้งได้ตามมาตรฐานที่สูงกว่าในประเทศสิงคโปร์ และมาเลเซียกำหนด ส่งผลให้มีมูลค่าการสูญเสียโอกาสทางการขายให้กับวิสาหกิจชุมชน เฉลี่ย 1,700 บาทต่อเดือน คิดเป็นมูลค่า 306,000 บาทต่อเดือน หรือประมาณ 3,672,000 บาทต่อปี จากทั้ง 2 กระบวนการส่งผลให้ทางวิสาหกิจชุมชน มีมูลค่าการสูญเสียรวมอยู่ที่ 3,673,860 บาทต่อ คณณผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการลดมูลค่าการสูญเสีย ด้วยการปรับปรุงประสิทธิภาพการกระบวนการบริหารจัดการจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ และกระบวนการบรรจุน้ำผึ้งลงในบรรจุภัณฑ์ โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการศึกษางาน (Work Study) การออกแบบเครื่องจักรกล (Mechanical Engineering Design) การเขียนแบบ (Drawing) เครื่องมือคุณภาพ

7 อย่าง (7 QC tools) เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม (Engineering Economy) การจัดการคลังสินค้า (Warehouse Management) การควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control) และทฤษฎี ซิกซ์ซิกมา (Six Sigma) ในการดำเนินงานวิจัย เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว หลังการดำเนินงาน พบว่า กระบวนการบริหารจัดการจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ใหม่ และกระบวนการบรรจุน้ำผึ้งลงในบรรจุภัณฑ์ใหม่มีความสอดคล้องและเป็นไปตามมาตรฐาน GMP Codex โดยสามารถลดมูลค่าบรรจุภัณฑ์เสื่อมสภาพ หรือหมดอายุการใช้งานได้ 3,860 บาทต่อปี นอกจากนี้วิสาหกิจชุมชนสามารถบรรจุน้ำผึ้งได้ตามมาตรฐานที่สูงกว่าในประเทศสิงคโปร์ และมาเลเซียกำหนด ส่งผลให้สามารถลดมูลค่าการสูญเสียโอกาสทางการขายให้กับวิสาหกิจชุมชน เฉลี่ย 1,700 บาทต่อเดือน คิดเป็นมูลค่า 306,000 บาทต่อเดือน หรือประมาณ 3,672,000 บาทต่อปี รวมทั้ง 2 กระบวนการวิสาหกิจชุมชน สามารถมูลค่าการสูญเสียได้ 3,673,860 บาทต่อปี

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มพัฒนาเกษตรกรรมตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียง ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและสถานที่ในการจัดการทำงานวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณ ผู้บริหาร พนักงานทุกท่านของกลุ่มพัฒนาเกษตรกรรมตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียง ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือให้ข้อมูลและข้อเสนอแนะในการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

ชนะพงศ์ นพวงศ์ ณ อยุธยา และไพฑูรย์ รักเหลือ. (2558). เครื่องบรรจุภัณฑ์กึ่งอัตโนมัติ. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. ปทุมธานี.

ธัญดา ใจไหมคร้าม. (2559). การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้า กรณีศึกษาคลังสินค้า 2 ราษฎร์บูรณะกรุงเทพมหานครองค์การคลังสินค้า. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยกรุงเทพ. กรุงเทพมหานคร.

ธรณิศ ทักษณา. (2556). การลดต้นทุนด้านสินค้าคงคลังโดยใช้ เทคนิคการวิเคราะห์ ABC แบบต่างหลักเกณฑ์. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

ธีรพงษ์ พลเดช. (2558). การจัดการคลังสินค้า กรณีศึกษาบริษัทอุตสาหกรรมสแตนเลส. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต. วิทยาเขตพัฒนาการ. กรุงเทพมหานคร.

บุษบา พฤษภาพันธุ์รัตน์. (2555). เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม. บริษัท สำนักพิมพ์ท็อป จำกัด. กรุงเทพมหานคร.

ปฐมพงษ์ หอมศรี และจักรพรรณ คงธนะ. (2557). วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ลำปาง.

ประชิด ทิณบุตร. (2555). ความสำคัญของบรรจุภัณฑ์. มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม. กรุงเทพมหานคร

ประภาวดี ชาญศรี และมานิช โลหเตปานนท์. (2558). การวิเคราะห์และพัฒนาระบบการลำเลียงสัมภาระขาเข้า. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร.

พงศ์กานต์ อัครวัฒน์เบญญาภา. (2556). การปรับปรุง Layout ของคลังสินค้าและการบริหารจัดการสินค้าคงคลังเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการส่งมอบสินค้า กรณีศึกษาของ บริษัท ไฮยาเลนส์ ไทยแลนด์ จำกัด. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. กรุงเทพมหานคร.

เพ็ญทิพย์ บำรุงเจริญ. (2554). การศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิต

เพื่อเพิ่มกำลังการผลิต. วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

เลิศพงศ์ เสกใจเสื่อ และณัฐวิทย์ จันทร์สา. (2555). การปรับปรุงผังบริษัทประกอบอุปกรณ์เสริมรถยนต์ด้วยหลักการออกแบบผังโรงงานอย่างเป็นระบบ. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี.

วรรณภัทร์ พูลสุวรรณ. (2553). การปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยการลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตกรณีศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมสำหรับบ้าน. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาลัทธิธรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

วรวิทย์ ชะไวย. (2554). การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตในสายการผลิตแขนจับหัวอ่านสำหรับฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพมหานคร.

ศุภชัย ตระกูลทรัพย์ทวี. (2547). การออกแบบและเขียนแบบด้วย SOLIDWORKS+CD. บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน). กรุงเทพมหานคร.

ศุภชัย นาทะพันธ์ (2551). การควบคุมคุณภาพ: Quality Control. บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน). กรุงเทพมหานคร.

รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม. (2550) การศึกษางานอุตสาหกรรม. บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน). กรุงเทพมหานคร.

ส่วนวิจัยเกษตรกรรม. (2557). สภาพการตลาดผลิตภัณฑ์ผึ้ง. ฝ่ายวิชาการ ธนาคารกสิกรไทย. กรุงเทพมหานคร.

การออกแบบและพัฒนาเครื่องบรรจุ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยว

นิวัฒน์ชัย ใจคำ^{1*} อำนวย คำบุญ² วรพจน์ ศิริรักษ์³ พิรวัตร ลือสีก⁴

จารุวัฒน์ ขุนเทำ⁵ นิธิกุล กำวิวง⁶ และ อุดร ใจกันทา⁷

^{1,2,3,4,5,6,7}สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย

99 หมู่ 10 ตำบลทรายขาว อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย 571210

รับบทความ กรกฎาคม 2561 ตอรับบทความ พฤศจิกายน 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 15 พฤษภาคม 2563

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

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยว ให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า และเพื่อลดมูลค่าการเสียโอกาสในการขายน้ำพริกน้ำเงี้ยว ให้กับสถานประกอบการจากการศึกษาข้อมูลของสถานประกอบการร้านน้ำพริกน้ำเงี้ยว พบว่า ทางสถานประกอบการมีการบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยวทั้งหมด 3 ขนาด คือ ขนาด 100 กรัม 500 กรัม และ 1,000 กรัม สามารถบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยว ทั้ง 3 ขนาด รวมกันได้ 60 กิโลกรัมต่อวัน แต่มีความต้องการของลูกค้าอยู่ที่ 125 กิโลกรัมต่อวัน ทำให้ทางสถานประกอบการเสียโอกาสทางการขายอยู่ที่ 65 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็นมูลค่า 6,500 บาทต่อวัน หรือคิดเป็นมูลค่า 143,000 บาทต่อเดือน คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการลดการสูญเสียโอกาสในการขาย ด้วยการสร้างเครื่องบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยว ด้วยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการศึกษางาน การออกแบบเครื่องจักรกล การเขียนแบบ สถิติวิศวกรรม และเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ผลการดำเนินงานพบว่า เครื่องบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยวสามารถบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยวทั้ง 3 ขนาด รวมกันได้ 160.4 กิโลกรัมต่อวัน ดังนั้นเครื่องบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยวสามารถลดการเสียโอกาสการขายได้ 6,500 บาทต่อวัน หรือคิดเป็นมูลค่า 143,000 บาทต่อเดือน

คำสำคัญ: น้ำพริกน้ำเงี้ยว การปรับปรุง เครื่องบรรจุ

The Design and Development Packing Machine for Increase Packing Process Efficiency of Nam Ngiao Chili

Niwatchai Jaikham^{1*} Amnuay Kamboon² Worapot Sirirak³ Peerawat Lausak⁴

Jaruwat Khuntao⁵ Nithikoon Kanweewong⁶ and Udon Jaikantha⁷

^{1,2,3,4,5,6,7}Industrial Engineering Department Faculty of Engineering Rajamangala University of Technology Lanna
Chiangrai 99 Moo 10 Huai Sai Khao Sub-district Phan District Chiangrai Province 57120

Receive: July 2018 Accepted: November 2018 Published online: 15 May 2020

© 2018 Rajanmangala University of Techonoly Lanna. All right reserved.

Abstract

The purposes of this study were to improve an efficiency of the Nam Ngiao chili sauce packing process and reducing lost the opportunity in selling. There are three sizes of traditional packing process: 100 grams, 500 grams, and 1,000 grams. However, the entrepreneur can produce this product to 60 kilograms per day. That is the cause of an opportunity loss in selling totally 6,500 baht per day or 143,000 baht per month. For that reason, the researchers got an idea on how to reduce the problem of an opportunity loss for building a Nam Ngiao chili sauce packaging machine by the concept of Work study, Machine design, Drawing, Engineering statistics, and Engineering Economy. The results indicate that the machine is able to pack Nam Ngiao chili sauce of three sizes for 160.4 kilograms per day. The machine is able to reduce an opportunity lose in selling totally 6,500 baht per day of the value is 143,000 baht per month effectively.

Keywords: Nam Ngiao Chili Sauce, An Improvement, Filling Machine

1. บทนำ

น้ำเงี้ยวถือเป็นอาหารพื้นเมืองของภาคเหนือ ปัจจุบันถือว่าอาหารประเภทน้ำพริกน้ำเงี้ยวได้รับความสนใจจากผู้บริโภคเป็นอย่างมาก หากแต่การที่น้ำพริกน้ำเงี้ยวมีขั้นตอนการเตรียมที่ค่อนข้างยุ่งยากและในสภาวะที่เร่งรีบตามวิถีการดำเนินชีวิตของผู้คนในสังคมปัจจุบัน มีผลทำให้พฤติกรรมการบริโภคอาหารของผู้บริโภคเปลี่ยนไป ดังนั้นจึงหันมานิยมซื้อน้ำพริกน้ำเงี้ยวสำเร็จรูปมาปรุงอาหารเพื่อประหยัดเวลาและสะดวกต่อการบริโภคมากยิ่งขึ้น จึงมีการผลิตน้ำพริกน้ำเงี้ยวเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็กในระดับหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) เพื่อให้สามารถจำหน่ายได้ในจังหวัดต่าง ๆ ของประเทศ รวมทั้งการพัฒนาสู่การส่งออกไปจำหน่ายในต่างประเทศได้ด้วย

จากการศึกษากระบวนการบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยว ณ สถานประกอบการร้านน้ำพริกน้ำเงี้ยว อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย พบว่า ทางสถานประกอบการมีการบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยวทั้งหมด 3 ขนาด คือ ขนาด 100 กรัม 500 กรัม และ 1,000 กรัม แต่ละขนาดมีความต้องการของลูกค้าคิดเป็นสัดส่วนอยู่ที่ร้อยละ 27 ร้อยละ 49 และร้อยละ 24 ตามลำดับ โดยกระบวนการบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยวจำนวน 1 ถุง (ในแต่ละขนาด) มีขั้นตอนการบรรจุ 5 ขั้นตอน คือ 1.การหยิบถุง 2.การตักน้ำพริกน้ำเงี้ยวใส่ถุง 3.การชั่ง 4.การตักเติม/การตักออกให้ได้น้ำหนักที่ต้องการ และ 5.การปิดถุง ซึ่งขั้นตอนทั้งหมดใช้แรงงานคนในการบรรจุ ทำให้เกิดความเมื่อยล้าจึงต้องมีการหยุดพักระหว่างการทำงาน ส่งผลให้ใช้เวลาในการบรรจุมาก โดยกระบวนการการตักเติม/การตักออกให้ได้น้ำหนักที่ต้องการ เป็นขั้นตอนที่ใช้เวลามากที่สุด ปัจจุบันทางร้านสามารถบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยว ทั้ง 3 ขนาด รวมกันได้ 60 กิโลกรัมต่อวัน ขายให้กับลูกค้าในราคา 100 บาทต่อกิโลกรัม แต่มีความต้องการของลูกค้าที่จะซื้อน้ำพริกน้ำเงี้ยวที่บรรจุเสร็จแล้วอยู่ที่ 125 กิโลกรัมต่อวัน ทำให้ทางสถานประกอบการเสียโอกาสทางการขายอยู่ที่ 65 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็นมูลค่า 6,500 บาทต่อวัน หรือคิดเป็นมูลค่า 143,000 บาทต่อเดือน

คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการลดการสูญเสียโอกาสในการขาย ด้วยการออกแบบและพัฒนาเครื่องบรรจุ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยว โดยทำการออกแบบเครื่องบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยวเพื่อนำมาใช้ทำงานทดแทนแรงงานคน และลดระยะเวลาในการบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยวและการให้น้ำหนักในการบรรจุได้ถูกต้องและแม่นยำ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ผลิตและผู้บริโภค รวมทั้งการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมต่อไป

2. วัตถุประสงค์

1. ปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยว ให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า
2. เพื่อลดมูลค่าการเสียโอกาสในการขายน้ำพริกน้ำเงี้ยว ให้กับสถานประกอบการ

3. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. ประยุกต์ใช้หลักการศึกษางาน Work Study ในการศึกษาเวลาของกระบวนการบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยว
2. ออกแบบและสร้างเครื่องบรรจุน้ำพริกแกง โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการออกแบบเครื่องจักรกล (Mechanical Engineering Design)
3. ประยุกต์ใช้โปรแกรมเขียนแบบด้วยคอมพิวเตอร์ ในการออกแบบเครื่องบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยว
4. ประยุกต์ใช้หลักสถิติวิศวกรรม (Engineering Statistics) ในการวิเคราะห์ข้อมูลการทำงานของเครื่องบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยว
5. หาคัดคุ้มทุนของการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยว โดยการประยุกต์ทฤษฎีเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม (Engineering Economy)

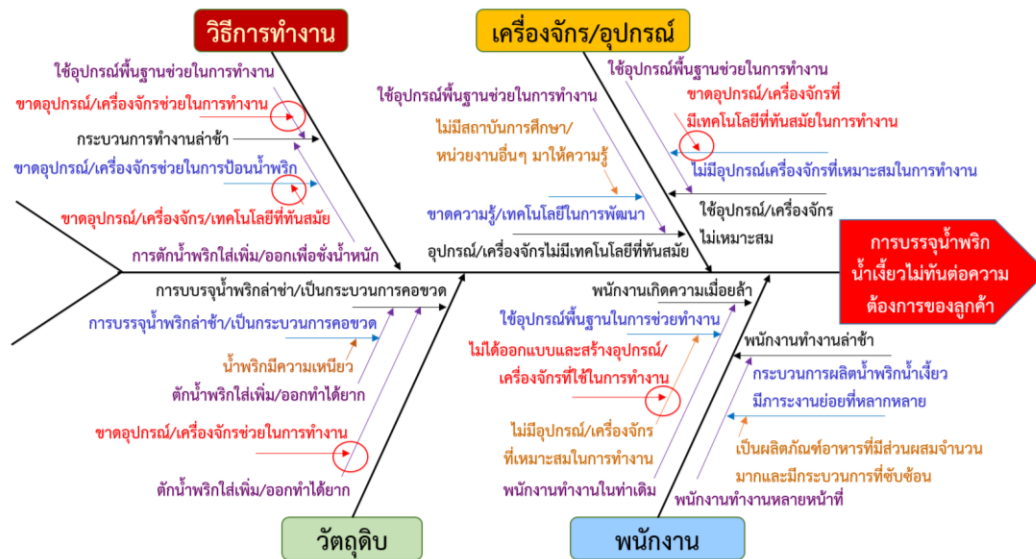
4. วิธีการวิจัย

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเวลาและขั้นตอนการบรรจุแบบเดิมโดยใช้แรงงานคนในการบรรจุ ตั้งแต่กระบวนการหยิบถุง ตักน้ำพริกใส่ถุง การชั่ง และตัก

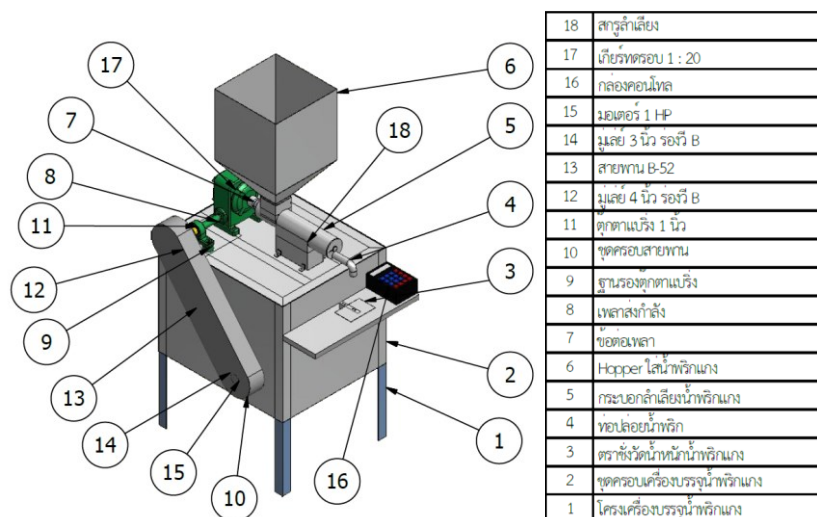
น้ำพริกใส่เพิ่ม/ออก โดยมีข้อมูลเวลาการทำงานรวมดังตารางที่ 1

2. วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาของกระบวนการบรรจุแบบเดิม ดังแสดงในรูปที่ 1
3. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
4. ออกแบบเครื่องบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยว โดยมีช่องรองรับน้ำพริกน้ำเงี้ยว (Hopper) แล้วใช้โปรแกรมใน

การควบคุมการหมุนของมอเตอร์ให้ป้อนน้ำพริกน้ำเงี้ยวในปริมาณที่ต้องการ คือ 100 กรัม 500 กรัม และ 1,000 กรัม ดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาของกระบวนการบรรจุแบบเดิม



รูปที่ 2 แบบเครื่องบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยว

5. จัดหาวัสดุอุปกรณ์ โดยการเลือกวัสดุที่สัมผัสกับน้ำพริกน้ำเงี้ยวต้องเป็นสแตนเลส 304 และโครงสร้างที่ไม่ได้สัมผัสกับน้ำพริกน้ำเงี้ยวเป็นเหล็กที่พ่นสีกันสนิม
ชุดอุปกรณ์ควบคุมการหมุนของมอเตอร์

6. สร้างเครื่องบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยวตามแบบที่ได้ออกแบบและเขียนแบบไว้ และการเขียนโปรแกรมควบคุมการหมุนของมอเตอร์ให้สอดคล้องกับปริมาณตามที่ต้องการ ดังรูปที่ 3 และรูปที่ 4 ซึ่งแสดงรายละเอียดของเครื่องบรรจุน้ำพริก และกล่องการควบคุม

7. ทดสอบเครื่องบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยว โดยการบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยวลงในถุงในปริมาณที่ต้องการ คือ 100 กรัม 500 กรัม และ 1,000 กรัม อย่างละ 30 ตัวอย่าง

8. เก็บข้อมูลเวลาการบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยวลงในถุงในปริมาณที่ต้องการ คือ 100 กรัม 500 กรัม และ 1,000 กรัม อย่างละ 30 ตัวอย่าง

9. ปรับปรุงแก้ไขการทำงานของเครื่องบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยว เมื่อเครื่องบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยวไม่เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ต้องการทำการปรับแก้ให้ระบบการทำงานต่างเป็นไปตามที่ออกแบบไว้

10. ทดสอบเครื่องบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยว โดยการบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยวลงในถุงในปริมาณที่ต้องการ คือ 100 กรัม 500 กรัม และ 1,000 กรัม อย่างละ 30 ตัวอย่างอีกครั้งเพื่อยืนยันประสิทธิภาพการทำงาน

11. ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับผู้ประกอบการ โดยการมอบเครื่องบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยว พร้อมทั้งถ่ายทอดวิธีการใช้งาน วิธีการถอดทำความสะอาด วิธีการบำรุงรักษา และวิธีการแก้ไขปัญหาเมื่อเครื่องบรรจุขัดข้อง

12. สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

ตารางที่ 1 ข้อมูลเวลาการบรรจุน้ำพริกแบบเดิม (วินาที)

ขั้นตอนที่	ขนาด (กรัม)		
	100	500	1,000
1	36.32	49.64	66.32
2	35.80	49.21	74.28
3	36.76	49.11	59.42
4	26.83	47.23	57.86
5	37.04	47.61	58.20
6	38.93	39.46	58.37
7	34.56	45.76	59.18
8	24.96	39.45	58.35
9	39.89	37.83	57.32
10	33.71	38.81	54.69
11	32.63	38.37	59.37
12	40.76	40.50	63.42
13	22.59	39.54	58.16
14	36.46	39.53	64.67
15	28.97	41.05	73.68
16	39.95	38.42	54.26
17	35.15	40.77	65.72
18	36.06	41.44	56.31
19	33.16	42.79	72.17
20	34.73	43.04	64.72
21	35.92	40.89	58.25
22	39.82	41.44	52.78
23	35.17	40.42	56.43
24	37.35	42.31	56.24
25	33.47	44.74	54.98
26	35.06	45.33	57.56
27	40.26	40.15	63.48
28	38.65	39.66	56.81
29	39.35	41.07	57.63
30	41.08	41.92	58.34
เวลารวม	1,061.39	1,267.49	1,808.97
เวลาเฉลี่ย	35.38	42.25	60.30



รูปที่ 3 เครื่องบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยว



รูปที่ 4 กล้องควบคุมเครื่องบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยว

รายละเอียดของปุ่มควบคุมการทำงานแต่ละปุ่ม

1. ปุ่ม A คือ ปุ่มที่ต้องการน้ำหนักที่ 100 กรัม
2. ปุ่ม B คือ ปุ่มที่ต้องการน้ำหนักที่ 500 กรัม
3. ปุ่ม C คือ ปุ่มที่ต้องการน้ำหนักที่ 1000 กรัม
4. ปุ่ม D คือ ปุ่มที่เครื่องป้อนน้ำพริกออกมา

ตลอดเวลา

5. ปุ่ม * คือ ปุ่มเคลียร์ค่าของน้ำหนักในกระบวนการบรรจุ

6. ปุ่ม # คือ ปุ่มยืนยันการทำงานของขนาดการบรรจุตามที่เรากำลังจะบรรจุตามขนาดน้ำหนักต่างๆ นอกจากปุ่ม A,B และ C ยกตัวอย่างเช่น ต้องการน้ำหนักที่จะบรรจุที่น้ำหนักขนาด 350 กรัม ให้กดที่ปุ่ม 3,5 และ 0 แล้วกดปุ่ม # เพื่อยืนยันการทำงานของเครื่องบรรจุน้ำพริกแกง

5. ผลการวิจัย

กระบวนการบรรจุแบบเดิมใช้เวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 44.72 วินาทีต่อถุง เวลาเผื่ออยู่ที่ร้อยละ 20 รวมเป็น 53.67 วินาทีต่อถุง ทำการบรรจุ 2 ชั่วโมงต่อวัน สามารถบรรจุได้ 60 กิโลกรัมต่อวัน

ในการออกแบบและสร้างเครื่องบรรจุน้ำพริกใช้ค่าใช้จ่ายทั้งหมด 35,000 บาท หลังจากการสร้างเครื่องบรรจุน้ำพริกเสร็จแล้วก็ทำการทดลองเครื่องบรรจุน้ำพริกแล้ววิเคราะห์ผลการทดลอง จากนั้นก็ทำการแก้ไขปัญหาและนำเครื่องบรรจุน้ำพริกไปใช้งานกับสถานประกอบการจริง

เมื่อทำการบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยวด้วยเครื่องบรรจุน้ำพริกใช้เวลาในการบรรจุเฉลี่ยอยู่ที่ 20.80 วินาทีต่อถุง กำหนดเวลาเผื่ออยู่ที่ร้อยละ 10 รวมเป็น 22.88 วินาทีต่อถุง โดยข้อมูลเวลาการบรรจุน้ำพริกสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2 การบรรจุน้ำพริกของสถานประกอบการ จะทำการบรรจุน้ำพริกหลังจากการผลิตน้ำพริกแล้ว โดยใช้เวลาในการบรรจุ 2 ชั่วโมงต่อวัน สามารถบรรจุได้ 160.4 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งเพียงพอกับความต้องการของลูกค้า ที่มีความต้องการอยู่ที่ 125 กิโลกรัมต่อวัน ดังนั้นการบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยวด้วยเครื่องบรรจุน้ำพริกสามารถลดการเสียโอกาสได้ 6,500 บาทต่อวัน หรือคิดเป็นมูลค่า 143,000 บาทต่อเดือน

ตารางที่ 2 ข้อมูลเวลาการบรรจุน้ำพริกแบบใหม่ โดยใช้เครื่องบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยว (วินาที)

ขั้นตอนที่	ขนาด (กรัม)		
	100	500	1,000
1	17.81	21.32	24.15
2	16.22	20.38	25.34
3	16.56	19.89	24.84
4	16.89	20.24	25.86
5	17.92	21.35	24.98
6	17.42	20.12	25.64
7	16.89	19.34	24.34
8	16.48	20.86	24.79
9	17.46	19.38	24.45
10	18.05	21.01	25.64
11	16.87	22.86	25.84
12	17.12	21.35	24.58
13	16.85	20.76	23.74
14	16.72	21.35	25.98
15	16.98	21.34	26.14
16	17.13	20.43	25.78
17	16.43	19.94	23.94
18	17.64	21.53	24.56
19	16.37	19.55	25.49
20	17.53	21.76	24.84
21	18.03	21.03	25.57
22	17.43	21.98	24.16
23	16.81	21.16	23.76
24	16.46	19.74	25.89
25	17.43	21.41	24.43
26	16.84	20.58	24.23
27	17.35	21.43	25.75
28	16.86	20.64	25.18
29	17.94	21.46	23.64
30	16.42	20.75	23.85
เวลารวม	512.91	624.94	747.38
เวลาเฉลี่ย	17.10	20.83	24.91

คำนวณระยะเวลาคืนทุนได้จากสมการที่ 1
 ระยะเวลาคืนทุน = เงินลงทุนครั้งแรก ÷
 (ปริมาณที่ผลิตได้ต่อวัน × กำไรสุทธิต่อกิโลกรัม)
 (1)

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = 35,000 \div (160.4 \times 50) = 4.36 \text{ วัน}$$

ดังนั้น ระยะเวลาคืนทุน อยู่ที่ 5 วันทำงาน

เมื่อยืนยันประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องบรรจุน้ำพริกแล้ว คณะผู้วิจัยได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับผู้ประกอบการ โดยมอบเครื่องบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยวพร้อมทั้งถ่ายทอดวิธีการใช้งาน วิธีการถอดทำความสะอาด วิธีการบำรุงรักษา และวิธีการแก้ไขปัญหาเมื่อเครื่องบรรจุขัดข้อง

6. อภิปรายผลการวิจัย

จากปัญหาของสถานประกอบการที่ไม่สามารถบรรจุน้ำพริกให้เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า ทำให้เสียโอกาสในการขายอยู่ที่ 65 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็นมูลค่า 6,500 บาทต่อวัน หรือคิดเป็นมูลค่า 143,000 บาทต่อเดือน ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีการศึกษางาน (Work Study) พบว่ากระบวนการที่เป็นคอขวดของการบรรจุน้ำพริกคือ การตักน้ำพริกใส่เพิ่ม/ออก เพื่อให้ได้น้ำหนักตามที่ต้องการ เมื่อทำการออกแบบและสร้างเครื่องบรรจุน้ำพริกโดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการออกแบบเครื่องจักรกล (Mechanical Engineering Design) แล้วทำการเก็บข้อมูลพร้อมทั้งวิเคราะห์ข้อมูล โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีสถิติวิศวกรรม (Engineering Statistics) พบว่าการบรรจุน้ำพริกโดยใช้เครื่องบรรจุน้ำพริกสามารถบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยวได้ 160.4 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า และเมื่อทำการวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนด้วยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม (Engineering Economy) พบว่า ระยะเวลาคืนทุน อยู่ที่ 5 วันทำงาน ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7. สรุป

จากการศึกษาข้อมูลของสถานประกอบการร้านน้ำพริกน้ำเงี้ยว อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย พบว่าทางมีการบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยวทั้งหมด 3 ขนาด คือ ขนาด 100 กรัม 500 กรัม และ 1,000 กรัม ทางสถานประกอบการสามารถบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยว ทั้ง 3 ขนาดรวมกันได้ 60 กิโลกรัมต่อวัน แต่ลูกค้ามีความต้องการน้ำพริกน้ำเงี้ยวอยู่ที่ 125 กิโลกรัมต่อวัน ส่งผลให้ทางสถานประกอบการเสียโอกาสทางการขายอยู่ที่ 65 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็นมูลค่า 6,500 บาทต่อวัน หรือคิดเป็นมูลค่า 143,000 บาทต่อเดือน คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการลดการสูญเสียโอกาสในการขาย ด้วยการสร้างเครื่องบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยว ด้วยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการศึกษางาน (Work Study) การออกแบบเครื่องจักรกล (Mechanical Engineering Design) การเขียนแบบ (Drawing) สถิติวิศวกรรม (Engineering Statistics) และเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม (Engineering Economy) ในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวให้กับผู้ประกอบการ หลังจากการดำเนินงาน พบว่า เครื่องบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยวสามารถบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยวทั้ง 3 ขนาด รวมกันได้ 160.4 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งเพียงพอกับความต้องการของลูกค้าที่มีความต้องการอยู่ที่ 125 กิโลกรัมต่อวัน ดังนั้นการออกแบบและสร้างเครื่องบรรจุน้ำพริกน้ำเงี้ยวสามารถลดการเสียโอกาสการขายของเจ้าของสถานประกอบการได้ 6,500 บาทต่อวัน หรือคิดเป็นมูลค่า 143,000 บาทต่อเดือน

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเจ้าของและพนักงานที่เกี่ยวข้องทุก ๆ ท่านของสถานประกอบการร้านน้ำพริกน้ำเงี้ยว อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและความร่วมมือในการดำเนินงานวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ประไพศรี สุธัต ฌ อยุธยา และพงศ์ชนัน เหลืองไพบูลย์. (2554) สถิติวิศวกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1/2554 (ฉบับปรับปรุงใหม่). สำนักพิมพ์ ท้อป : กรุงเทพฯ.
- วันชัย จิรวินิช. (2555). การศึกษาการทำงาน. พิมพ์ครั้งที่ 8/2555. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (สพจ.) : กรุงเทพฯ.
- ภาณุพงษ์ บัดดีสิงห์. (2549). การเขียนแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์. สำนักพิมพ์ เดอะไลรารี พับบลิชิง จำกัด : กรุงเทพฯ.
- ไพบูลย์ แยมเผื่อน. (2553). เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม. สำนักพิมพ์ ซีเอ็ด ยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) : กรุงเทพฯ .
- ภาณุฤทธิ์ ยุกตะทัต. (2554). การออกแบบเครื่องจักรกล 2. สำนักพิมพ์ ท้อป จำกัด : กรุงเทพฯ.
- สมพงษ์ บุญธรรมอินดา. (2538). หลักการทำงานและซ่อมบำรุงรักษามอเตอร์ไฟฟ้า. สำนักพิมพ์ ซีเอ็ด ยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) : กรุงเทพฯ.
- บุญธรรม ภัทราจารุกุล. (2555). ชิ้นส่วนเครื่องกล. สำนักพิมพ์ ซีเอ็ด ยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) : กรุงเทพฯ.
- ธีรศักดิ์ ศรีมิตรรุ่งโรจน์. (2555). สกรุลำเลียง. ภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพมหานคร.
- ธนะพงศ์ นพวงศ์ ฌ อยุธยา และ ไพฑูรย์ รักเหลือ. (2558). การออกแบบและพัฒนาเครื่องบรรจุภัณฑ์กึ่งอัตโนมัติ. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. ปทุมธานี.
- ธีรภัทร หล่มบุญเรือง และคณะ. (2550). การออกแบบและสร้างเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลว. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพมหานคร.

- ไพโรจน์ ส่งสุข. (2550). การลดความผันแปรน้ำหนักบรรจุของเครื่องบรรจุแป้งโดยใช้วิธีการทางสถิติ. สำนักพิมพ์คณะวิศวกรรม. ภาควิชาวิศวกรรมระบบการผลิต. มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพมหานคร.
- มนัสวี ตูลาธร. (2549). การลดความเบี่ยงเบนของน้ำหนักผลิตภัณฑ์ชนิดเหลวในกระบวนการบรรจุสำหรับอุตสาหกรรมสินค้าเครื่องอุปโภคบริโภค. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร.
- วศิน พันธุ์เมฆากุล. (2552). การลดความผันแปรของน้ำหนักบรรจุผลิตภัณฑ์ขวด ของเครื่องบรรจุ Filpac โดยใช้หลักการออกแบบการทดลอง. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพมหานคร.
- วิสากร จันนารี. (2556). การปรับปรุงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรการลดความสูญเสียในกระบวนการบรรจุ. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการ. จังหวัดพิษณุโลก.
- สมัคร รักแม่ และคณะ. (2556). การออกแบบและพัฒนาเครื่องบรรจุขึ้นเนื้ออาหารลงกระป๋องความเร็วสูง. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพมหานคร.
- Lato Pezo et al. (2015). **Modified screw conveyor-mixers – Discrete element modeling approach.** Thermal Engineering and Energy. University of Belgrade. Serbia.
- Michele Manfredi & Giuseppe Vignali. (2015). **Comparative Life Cycle Assessment of hot filling and aseptic packaging systems used for beverages.** Department of Industrial Engineering. University of Parma. Italy.
- Owen & P.W. Cleary . (2009). **Prediction of screw conveyor performance using the Discrete Element Method (DEM).** CSIRO Mathematical and Information Sciences. Australia

การตรวจติดตามเพื่อควบคุมและวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้า ในกระบวนการตัดผัก กรณีศึกษา อาคารผลิตผล ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง

สามารถ สาลี^{1*} วรณพพรหม¹ อลงกรณ์ งานดี¹ ศิริลักษณ์ กรุดเงิน¹
จัตตุฤทธิ์ ทองปรอน² และ วรจักร เมืองใจ³

¹ ส่วนสนับสนุนการดำเนินงานมูลนิธิโครงการหลวง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

² สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

128 ถ.ห้วยแก้ว ต.ช้างเผือก อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50300

³ วิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

98 หมู่ 8 ต.ป่าป้อ อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ 50220

รับบทความ กรกฎาคม 2561 ตอบรับบทความ พฤศจิกายน 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 15 พฤษภาคม 2563

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

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เสนอวิธีการตรวจติดตามเพื่อควบคุมและวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการตัดผัก โดยนำข้อมูลที่ได้จากลงพื้นที่ดำเนินงาน ผลักดันให้เกิดการจัดการพลังงานภายใต้ข้อกำหนดมาตรฐานระบบการจัดการพลังงาน ISO 50001 ของอาคารผลิตผล ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง จังหวัดเชียงใหม่ในระหว่าง ปี พ.ศ. 2559-2560 มาใช้ในการตรวจติดตามการใช้พลังงาน งานวิจัยนี้ใช้เทคนิคการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติในรูปแบบ แผนภูมิการกระจายตัวเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานที่ใช้กับตัวแปรที่มีผลต่อการใช้พลังงาน โดยเลือกข้อมูลปริมาณผลผลิตทางการเกษตรกับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ามาใช้ในการวิเคราะห์ ร่วมกับการใช้แผนภูมิ ควบคุมผลรวมสะสมเพื่อตรวจจับความผิดปกติที่เกิดขึ้น และมีการแสดงผลการวิเคราะห์ด้านประสิทธิภาพในการ ควบคุมและลดการใช้พลังงาน จากผลการดำเนินงานวิจัยแสดงให้เห็นว่า วิธีดังกล่าวสามารถตรวจติดตามพฤติกรรม การใช้พลังงานไฟฟ้าและอธิบายความผิดปกติในกระบวนการตัดผัก โดยสามารถวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการควบคุม และประหยัดไฟฟ้าจากการดำเนินกิจกรรมในการประหยัดพลังงานคิดเป็นร้อยละ 10.6 ดังนั้นการติดตาม ปรับปรุง แก้ไข และทบทวนการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง ร่วมกับการผลักดันให้เกิดนโยบายและมาตรการเพื่อประหยัด พลังงานไฟฟ้าอย่างจริงจังจะช่วยให้เกิดรูปแบบการดำเนินนโยบายอนุรักษ์พลังงาน สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการ ประหยัดพลังงานขึ้นได้ในอนาคต

คำสำคัญ: ผลผลิตทางการเกษตร การตรวจติดตามการใช้พลังงาน แผนภูมิการกระจายตัว และแผนภูมิควบคุม ผลรวมสะสม

The Monitoring For Control and Analysis of Electrical Energy Used in Agricultural Production. Case Study of Product Building, Thung Luang Royal Project Foundation

**Samart Salee^{1*} Wathanyu Wannaphrom¹ Alongkhon Ngandee¹ Sirilak Krudngirn¹
Jutturit Thongpron² and Worrajak Maungjai³**

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

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

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

¹ 128 Huay Kaew Road, Muang, Chiang Mai, Thailand, 50300

³ 98 Moo 8, T.Papong, Doisaket District, Chiang Mai Thailand, 50220

Receive: July 2018 Accepted: November 2018 Published online: 15 May 2020

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

Abstract

This research represents a method of monitoring for controlling and analyzing electrical power consumption in vegetable sorting process. The data, during the years 2559-2560, was obtained from community services activities to encourage energy management under ISO 50001 standard requirements of Thung Luang Royal Project Chiang Mai's production building. Furthermore, it was used to monitor the power consumption (Energy monitoring). Statistical methods in chart format (Scatter Chart) was applied to analyze the relationship between energy used with variables that affect the using energy. Both the data of agricultural productivity and the consumption of electrical energy were analyzed with Cumulative sum control chart (CUSUM chart) to detect abnormalities that occur. The analysis of performance and display in control and reduce energy consumption. The results showed that this method can be used to monitor the behavior of electrical energy and describes a malfunction in the sorting vegetables process. Efficiency of control and electricity from energy-saving were analyze representing 10.525. Therefore, to review, edit, and update the tracking power continuously in conjunction with lobbying and policy measures for electricity saving seriously, makes the patterns in the energy conservation policy and can increase performance in saving energy.

Keywords: Agricultural Productivity, Energy Monitoring, Scatter Chart and Cumulative Sum Control Chart

1. บทนำ

ในปัจจุบันพลังงานไฟฟ้าเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตและประกอบอาชีพ ซึ่งในปี 2560 ประเทศไทยมีแนวโน้มความต้องการในการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการพัฒนาาระบบเศรษฐกิจที่เพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 1.4 [1] ในภาคธุรกิจอุตสาหกรรม ซึ่งในปัจจุบันการพัฒนาอาชีพด้านเกษตรกรรมนั้นได้มุ่งเน้นให้เกิดการยกระดับเป็นเกษตรเชิงอุตสาหกรรมที่มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้น แต่เนื่องจากข้อจำกัดของแหล่งพลังงานไฟฟ้าภายในประเทศส่วนใหญ่เป็นแหล่งพลังงานที่มาจากเชื้อเพลิงฟอสซิลซึ่งก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน ดังนั้นภาครัฐและหน่วยงานต่าง ๆ จึงมีมาตรการจำนวนมากเพื่อรณรงค์ ส่งเสริมการประหยัดพลังงานอย่างต่อเนื่อง จึงหาวิธีการจัดการพลังงานที่ประหยัดโดยเน้นการใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่ากับพลังงานที่เสียไปและลดผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก ดังนั้นการอนุรักษ์พลังงานจึงเป็นเรื่องที่ทั่วโลกให้ความสนใจ

การตรวจติดตามการใช้พลังงาน (Energy monitoring) เป็นเทคนิคในการบริหารจัดการพลังงานโดยอาศัยข้อมูลการใช้พลังงานของโรงงาน เพื่อควบคุมระดับการใช้พลังงานให้เป็นไปตามความเหมาะสม รวมไปถึงการปรับปรุงพัฒนากระบวนการผลิตเดิมให้ดีขึ้น หน่วยงานที่มีระบบการจัดการพลังงานที่ดีจะสามารถลดต้นทุนการใช้พลังงานได้ในช่วงประมาณร้อยละ 5-20 ของปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมด [2]

การนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการใช้พลังงานโดยทั่วไป จะนำข้อมูลปริมาณการผลิตและการใช้พลังงาน ในช่วงเวลาที่ผ่านมามาสร้างเป็นสมการเส้นตรงซึ่ง ยังไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลในแต่ละส่วนได้ จึงไม่สามารถระบุได้ว่าช่วงเวลาใดมีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด จึงมีแนวคิดที่นำวิธีการทางสถิติเข้ามาช่วยในกระบวนการตรวจติดตามการใช้พลังงานของอาคารผลิตผลและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานที่ใช้กับตัวแปรที่มีผลต่อการใช้พลังงาน ในรูปแบบแผนภูมิการกระจายตัว (Scatter Chart) และประเมินรูปแบบการ

ใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลา โดยหลักการ CUSUM (Cumulative sum of different) โดยการสร้างเป็นแผนภูมิควบคุมผลรวมสะสม (cumulative sum control chart: CUSUM chart) สำหรับแสดงการเปลี่ยนแปลงผลต่างด้านพลังงานและ แผนภาพ CUSUM จะสามารถตรวจจับความผิดปกติที่เกิดขึ้นและสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ด้านประสิทธิภาพในควบคุมและลดการใช้พลังงานในกระบวนการตัดผักได้อย่างรวดเร็ว [3]

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นศูนย์พัฒนาโครงการหลวงที่มีปริมาณผลผลิตทางการเกษตรจำนวนมาก ด้วยลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบบริเวณหุบเขา ซึ่งมีความเหมาะสมในการประกอบอาชีพเกษตรกรรม อาทิ เช่น ทำนา ปลูกผัก และมีที่ลาดไหล่เขาซึ่งเหมาะสำหรับการปลูกไม้ผลและพืชไร่ โดยศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวงได้ดำเนินพันธกิจหลักในการส่งเสริมให้ประชาชนในพื้นที่ปลูกพืชหลากหลายชนิดเพื่อทดแทนการทำไร่เลื่อนลอยและปลูกฝิ่น โดยจำหน่ายให้กับทางศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ด้วยเหตุนี้ทางศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวงจึงได้มีการจัดตั้งอาคารผลิตผลเพื่อรองรับการคัดบรรจุและจัดเก็บผลผลิตทางการเกษตรซึ่งอาคารผลิตผลดังกล่าวมีขนาดใหญ่เป็นอันดับ 3 เมื่อเทียบกับศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทั้งหมด 39 ศูนย์ โดยข้อมูลที่คณะวิจัยได้ลงพื้นที่เก็บข้อมูลในปี 2559-2560 พบว่ามีผลผลิตทางการเกษตรเข้าสู่ขั้นตอนและกระบวนการคัดผักเฉลี่ยต่อเดือน เท่ากับ 193.065 ตัน ส่งผลทำให้ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารผลิตผลอยู่ในเกณฑ์สูง

ดังนั้นในงานวิจัยฉบับนี้จึงได้ทำการวิเคราะห์หาแนวทางการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยนำเอาข้อมูลผลผลิตทางการเกษตรมาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการตรวจติดตามการใช้พลังงาน ซึ่งเป็นวิธีการสำหรับการจัดการพลังงานเบื้องต้น โดยอาศัยข้อมูลการใช้พลังงานของอาคารผลิตผล เพื่อควบคุมระดับการใช้พลังงานให้เป็นไปตามความเหมาะสม รวมไปถึงใช้ในการปรับปรุงพัฒนากระบวนการผลิตเดิมที่มีอยู่ให้ดีขึ้นโดยได้นำเอาวิธีการตรวจติดตามการใช้พลังงานมา

ประยุกต์ใช้ร่วมกับ CUSUM chart ซึ่งเป็นเครื่องมือทางสถิติที่แสดงผลรวมสะสมของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยข้อมูลกับค่าพิสัยเป้าหมายที่กำหนด และเนื่องจากแผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมมีความสามารถในการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงแม้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้พลังงานเพียงเล็กน้อย และสามารถบอกถึงปริมาณพลังงานที่ประหยัดหรือสูญเสียได้ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าวิธีการนี้สามารถนำมาควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารผลิตผลของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวงได้

2.วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาวิธีการตรวจติดตามและวิเคราะห์เพื่อควบคุมปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการคัดฝักของอาคารผลิตผล ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง

2.2 เพื่อติดตามและวิเคราะห์ผลการควบคุมปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการคัดฝักของอาคารผลิตผล ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง

3. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 ข้อกำหนดมาตรฐานระบบการจัดการพลังงาน ISO 50001

วัตถุประสงค์การจัดทำ ISO 50001:2011 ในประเทศไทยก็คือ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของการพลังงาน รวมถึงลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ลดต้นทุนด้านพลังงาน และลดผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ โดยระบบ ISO 50001:2011 สามารถนำไปใช้ได้กับองค์กรทุกขนาด และสามารถบูรณาการให้เข้ากับระบบอื่นๆ ได้ โดยต้องปฏิบัติอย่างต่อเนื่องตามหลักการ PCDA หลักการแสดงดังรูปที่ 1 แสดงแผนภาพกระบวนการของมาตรฐานระบบการจัดการพลังงาน ISO50001:2011 [4] ได้ดังนี้

(1) การวางแผนพลังงาน (PLAN) องค์กรดำเนินการทบทวนการใช้พลังงาน จัดทำดัชนีชี้วัดสมรรถนะขององค์กรในด้านพลังงาน และกำหนดแผนปฏิบัติการต่าง ๆ ที่จำเป็น เพื่อให้ได้ผลที่จะปรับปรุงสมรรถนะด้านพลังงานให้เป็นไปตามนโยบาย

พลังงานขององค์กร โดยการวัดและวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานและปริมาณการใช้พลังงาน

(2) การปฏิบัติ (DO) องค์กรนำแผนปฏิบัติการต่าง ไปปฏิบัติ ซึ่งครอบคลุมถึงการดำเนินการในด้านอื่นๆ ที่จะทำให้ระบบการจัดการพลังงานมีความยั่งยืน ซึ่งจะต้องดำเนินการจัดทำเอกสารให้สอดคล้องกับข้อกำหนดและการควบคุมเอกสาร ดังนี้

- ด้านความสามารถ การฝึกอบรม และความตระหนัก

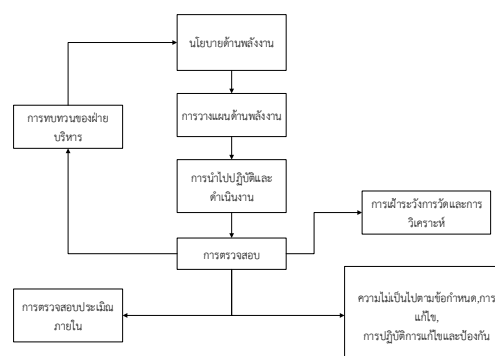
- ด้านพลังงานของคนในองค์กร (Competence Training and awareness)

- ด้านการสื่อสารทั้งภายในและภายนอกองค์กร (Communication)

- ด้านระบบเอกสาร (Documentation) ซึ่งต้องดำเนินการจัดทำเอกสารให้สอดคล้องกับข้อกำหนดและการควบคุมเอกสาร

- ด้านการควบคุมการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษา (Operational Control) เฉพาะกระบวนการหรือเครื่องจักรที่มีนัยสำคัญและมีผลกระทบต่อสมรรถนะพลังงาน (SEU) ถ้ามีความจำเป็นก็ควรกำหนดวิธีปฏิบัติงาน (Work Instruction) ของแต่ละอุปกรณ์ เช่น วิธีปฏิบัติงานการเริ่มเดินหม้อไอน้ำ เป็นต้น

- ด้านการออกแบบและการจัดซื้อ สำหรับกระบวนการ เครื่องจักรที่มีนัยสำคัญและมีผลกระทบต่อสมรรถนะพลังงาน (SEU) รวมถึงการบริการด้านพลังงาน



รูปที่ 1 แผนภาพกระบวนการของมาตรฐานระบบการจัดการพลังงาน ISO50001:2011

(3) การตรวจสอบ (CHECK) องค์กรเฝ้าติดตามและตรวจสอบการดำเนินการรวมถึงแผนปฏิบัติการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยการกำหนดแผนในการเฝ้าระวังและการตรวจติดตามตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อสมรรถนะพลังงาน ซึ่งในการตรวจสอบยังรวมไปถึงการตรวจประเมินภายในในระบบการจัดการพลังงานที่จะต้องทำเป็นประจำทุกปี และหากพบข้อบกพร่องหรือแนวโน้มที่จะเกิดข้อบกพร่อง จะต้องดำเนินการปฏิบัติการแก้ไขและปฏิบัติการป้องกันทันที

(4) การทบทวน (ACT) องค์กรดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องที่พบ เพื่อปรับปรุงสมรรถนะขององค์กรด้านพลังงาน ซึ่งส่งผลให้ระบบมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยองค์กรจะต้องดำเนินการทบทวนโดยฝ่ายบริหารทุก ๆ ปี เพื่อให้มั่นใจได้ว่าการจัดการพลังงานยังคงอยู่ และมีการปรับปรุงและพัฒนาได้อย่างต่อเนื่อง

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงาน

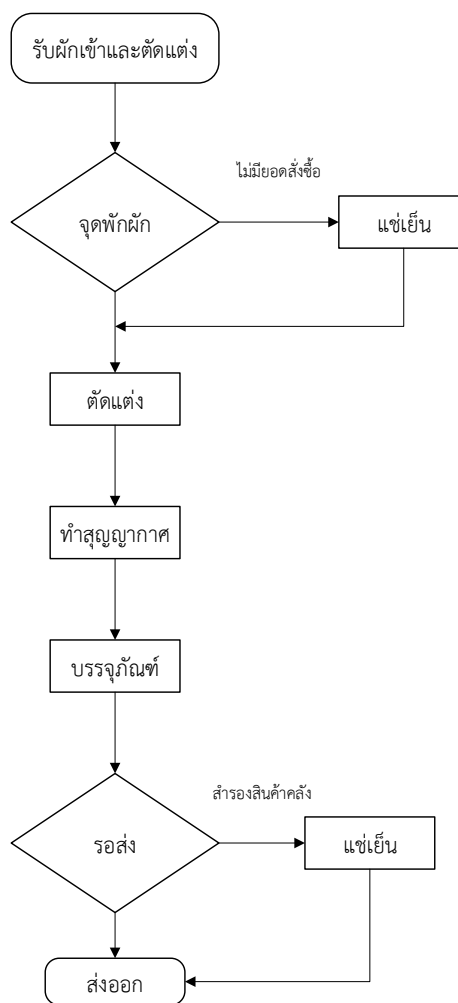
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานที่ใช้กับตัวแปรที่มีผลต่อการใช้พลังงานเครื่องมือที่จะนำมาวิเคราะห์หาพฤติกรรมการใช้พลังงานนั้น จะใช้เทคนิคการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ (Statistical Process Control หรือ SPC) ซึ่งการประยุกต์ใช้เทคนิค SPC กับการจัดการพลังงานหรือการอนุรักษ์พลังงาน จะสามารถแสดงได้ในรูปแบบภูมิการกระจายตัว [5] เพื่อให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงาน และการผลิตอย่างชัดเจน ซึ่งการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงานสามารถทำได้โดยใช้ข้อมูลการใช้พลังงานในอดีตที่ผ่านมา เช่น ปริมาณการผลิตสินค้า ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์และประเมินประสิทธิภาพและการวางแผนการใช้พลังงานต่อไปในอนาคต โดยเก็บข้อมูลในรูปแบบรายเดือนรวมทั้งสิ้น 24 เดือน

การตรวจติดตามการใช้พลังงานในช่วงเวลาที่สนใจ โดยแผนภาพ CUSUM เพื่อใช้คาดการณ์การใช้พลังงานในอนาคต จากนั้นหาค่าความแตกต่างของปริมาณพลังงานที่ใช้จริงกับปริมาณพลังงานที่คาดการณ์ไว้ (Different) และสร้างกราฟผลต่างสะสมเพื่อดูแนวโน้มการใช้พลังงานว่า มีการประหยัดหรือสิ้นเปลืองกว่าที่คาดการณ์ไว้ ค่าผลต่างที่เป็นค่าลบ

แสดงให้เห็นถึงการใช้พลังงานต่ำกว่าที่คาดการณ์ไว้ล่วงหน้า นั่นคือถือว่ามีประสิทธิภาพพลังงาน ในอีกด้านหนึ่งผลต่างที่มีค่าเป็นบวกก็จะแสดงผลว่ามีการใช้พลังงานสิ้นเปลืองเกินกว่าที่คาดการณ์ไว้ [6]

3.3 กระบวนการคัดสรรจุดผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง

ลำดับ ขั้นตอน ในกระบวนการคัดสรรจุดผลิตภายในอาคารผลิตผล ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง มีทั้งสิ้น 7 ขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ขั้นตอนการคัดสรรของผัก

WORK IN PROECSS (WI) คือ ผังการทำงานหรือกระบวนการผลิต ซึ่งการศึกษากระบวนการทำงานและสังเกตพฤติกรรมการทำงานจะมีผลต่อการวิเคราะห์และการหาข้อมูลเชิงลึกของอาคารผลิตผลที่

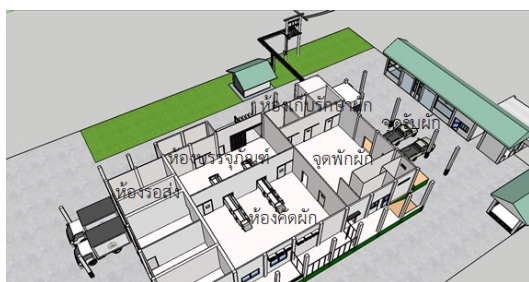
สัมพันธ์ต่อการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละกระบวนการซึ่งสามารถอธิบายหลักการปฏิบัติออกเป็น 4 หัวข้อหลัก ดังนี้

1) เมื่อรับผักเข้ามาในจุดรับเข้าและตัดแต่ง จะทำการตัดแต่งเบื้องต้นแล้วนำไปเข้าเก็บยังจุดพักผัก เพื่อรอส่งไปตัดแต่งโดยละเอียด ในกรณีที่ผักเหี่ยวจากยอดใบสั่งซื้อในวันนั้น จะนำไปแช่เย็นไว้ก่อน

2) ผักที่ถูกเก็บไว้ในจุดพักผัก จะถูกนำเข้ามาสู่จุดตัดแต่ง เมื่อดำเนินการตัดแต่งโดยละเอียดเรียบร้อยแล้ว จึงนำไปบรรจุภัณฑ์ที่ห้องบรรจุภัณฑ์

3) เมื่อบรรจุภัณฑ์เรียบร้อยแล้วจึงนำไปผ่านระบบเย็นเร็วแบบสูญญากาศเพื่อรักษาและคงสภาพความสด ใหม่ของสินค้าเอาไว้

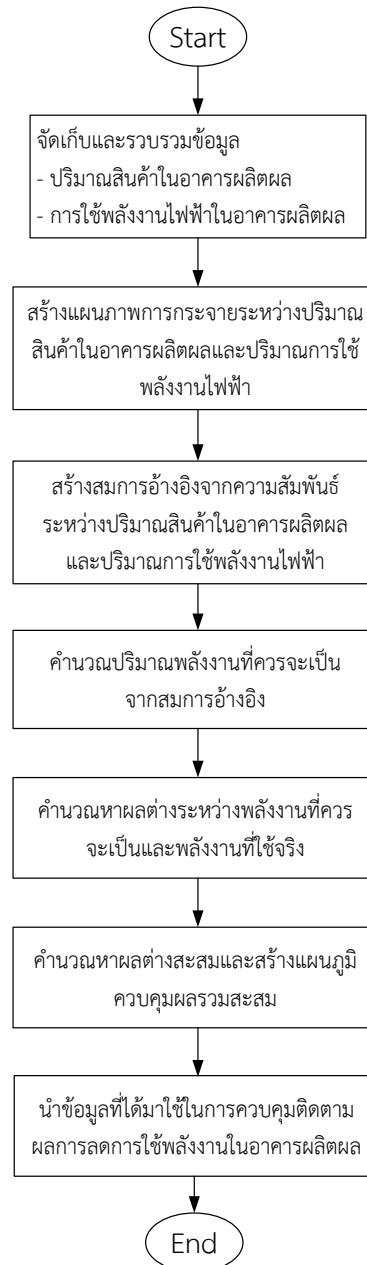
4) เมื่อผลิตภัณฑ์ผ่านระบบสูญญากาศแล้วจึงนำไปเก็บรักษาไว้ยังจุดรอส่ง ในกรณีส่งไม่ทันในวันทำการตัดบรรจุ จะนำไปแช่เย็นเก็บรักษาไว้เพื่อรอส่ง ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 แผนผังแสดงกระบวนการตัดบรรจุ

4.วิธีการวิจัย

การตรวจติดตามเพื่อควบคุมและวิเคราะห์ผลการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับงานวิจัยนี้ มีวิธีการวิจัยรวมทั้งสิ้น 7 ขั้นตอนหลัก ดังแสดงในรูปที่ 3



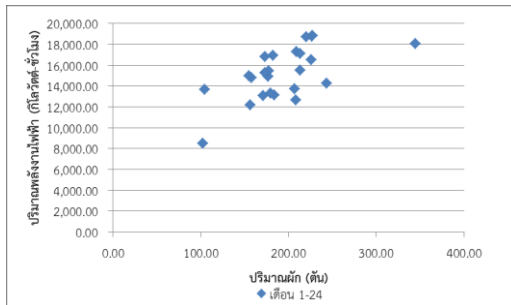
รูปที่ 2 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและปริมาณการผลิต

ขั้นตอนที่ 1 รวบรวมข้อมูลปริมาณผลผลิตและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละเดือน ซึ่งมีผลการเก็บข้อมูลปริมาณผลผลิตและปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารผลิตผล ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง ดังตารางที่ 1

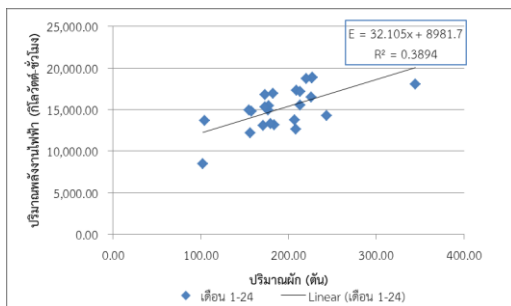
ตารางที่ 1 ข้อมูลปริมาณการผลิต และปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในรอบ 24 เดือนต่อเนื่อง ของโรงงานควบคุมแห่งหนึ่ง

	เดือน	ปริมาณผลรวม (ตัน)	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์- ชั่วโมง)
ปี 2559	1	183.8265	13,102.06
	2	243.272	14,276.89
	3	179.692	13,312.43
	4	182.713	16,950.70
	5	104.46	13,664.27
	6	171.4965	13,057.24
	7	176.8007	14,932.54
	8	177.48	15,445.70
	9	157.91	14,799.03
	10	101.991	8,464.20
	11	155.009	14,941.91
	12	156.3455	12,160.53
ปี 2560	13	207.311	13,744.05
	14	208.2555	12,624.85
	15	213.0155	15,480.04
	16	344.8077	18,071.29
	17	227.2928	18,856.32
	18	209.2351	17,282.85
	19	226.6913	18,747.02
	20	220.2405	18,735.39
	21	173.5436	16,778.48
	22	213.1503	17,130.29
	23	173.0538	15,270.12
	24	225.9681	16,493.26

ขั้นตอนที่ 2 สร้างเป็นแผนภาพการกระจายระหว่างปริมาณการผลิตและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังรูปที่ 3 ซึ่งแผนภาพดังกล่าวบ่งชี้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่จากจุดตัดบนแกน x และ y โดยมีนัยสำคัญ



รูปที่ 3 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและปริมาณผลิต



รูปที่ 4 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและปริมาณผลิตและสมการความสัมพันธ์

ขั้นตอนที่ 3 จากแผนภาพในรูปที่ 3 สามารถหาความสัมพันธ์ในรูปแบบของสมการเส้นตรงซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นสมการอ้างอิงได้ โดยสมการเส้นตรงนี้จะมีรูปแบบทั่วไปสามารถแสดงได้ดังสมการที่ (1)

$$E = mx + c \quad (1)$$

โดยที่

E คือ ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)

m คือ ความชันของเส้นตรง

x คือ ปริมาณผลิตในอาคารผลิตผล (ตัน)

c คือ ค่าคงที่และจุดตัดแกน y (พลังงานที่ใช้ในส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกับปริมาณสินค้า)

ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ จะมีค่าระหว่าง 0-1 บ่งชี้ถึงการกระจายตัวของข้อมูล ถ้า R^2 มีค่าเข้าใกล้ 1 สมการเส้นตรงที่ได้ จะนำไปใช้ในการควบคุมการตั้งค่าเป้าหมายและประเมินผลลัพธ์ได้แม่นยำมากขึ้น โดยที่ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการผลิตและปริมาณการใช้พลังงานแสดงดังรูปที่ 4

จากแผนภาพการกระจาย ในรูปที่ 4 จะสามารถสร้างสมการอ้างอิงได้ดังนี้

$$E = 32.105x + 8,981.7 \quad (2)$$

โดยที่

m (ค่าสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปร x) คือ พลังงานที่ต้องใช้เมื่อทำการผลิตหนึ่งหน่วย (Productive dependent Energy Consumption: PEC) ซึ่งสำหรับสมการนี้ ค่าสัมประสิทธิ์มีค่า 32.105 แสดงว่าพลังงานไฟฟ้าที่ต้องใช้เมื่อทำการผลิตหนึ่งหน่วย เท่ากับ 32.105 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

c (ส่วนค่าคงที่) หมายถึง ปริมาณพลังงานที่ใช้ในส่วนที่ไม่ขึ้นกับปริมาณการผลิต (Unproductive Energy Consumption: UEC) ซึ่งอาจหมายถึงพลังงานที่จำเป็นต้องใช้ เช่น แสงสว่าง ระบบทำความเย็นในคลังสินค้า และพลังงานที่สูญเสียไปโดยไม่มีความจำเป็น เช่น การเสื่อมสภาพของผนังห้องเย็น การเดินเครื่องจักรเปล่า ฯลฯ ซึ่งสำหรับสมการนี้ ค่าคงที่เท่ากับ 8,981.7 หมายถึงค่าพลังงานในส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตมีค่าคงที่ 8,981.7 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

จากสมการที่ (2) แสดงให้เห็นว่า ค่าพลังงานที่ต้องใช้เมื่อมีปริมาณสินค้า 1 ตัน เท่ากับ 32.105 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และค่าพลังงานที่ใช้ในส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกันกับปริมาณสินค้า เท่ากับ 8,981.7 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และจากการหาความสัมพันธ์เชิงเส้นจะได้ค่า R^2 เท่ากับ 0.3894 แสดงให้เห็นว่าข้อมูลมีการกระจายตัวอยู่นอกเส้นแนวโน้มมาก ทำให้เห็นว่าภายในเวลา 24 เดือนที่ผ่านมาได้มีการเปลี่ยนแปลงและแปรปรวนของการใช้พลังงานค่อนข้างมาก

ขั้นตอนที่ 4 การคำนวณหาปริมาณพลังงานที่ควรจะเป็น เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางที่ 1 พบว่าปริมาณผักเฉลี่ยทั้ง 24 เดือน มีค่าเท่ากับ 193.065 ตัน เมื่อนำมาแทนค่าในสมการที่ (2) จะได้พลังงานไฟฟ้าหรือค่า E เท่ากับ 15,180.054 กิโลวัตต์-ชั่วโมง เปรียบเทียบกับ UEC แล้ว UEC หรือพลังงานที่ใช้ในส่วนที่ไม่ขึ้นกับปริมาณการผลิต คิดเป็นร้อยละ 59.17 ของการใช้พลังงานทั้งหมด

ขั้นตอนที่ 5 การคำนวณผลต่างของพลังงานไฟฟ้าที่ควรจะเป็นกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงสามารถนำสมการที่ 2 มาเป็นเป็นสมการฐานอ้างอิงในการคำนวณโดยมีตัวแปรสำคัญ ได้แก่

D_i คือ ผลต่างระหว่างพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงกับพลังงานที่คำนวณได้ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)

S_i คือ ค่าผลต่างสะสม (CUSUM) ของแต่ละเดือน (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) และ มีสมการที่ใช้ในการคำนวณ ดังนี้

$$D_i = E_u - E_i \quad (3)$$

$$S_i = \sum_i^j D_i \quad (4)$$

โดยที่

E_u คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในเดือนที่ i (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)

E_i คือ พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากสมการเส้นตรงที่ใช้เป็นฐานอ้างอิงในเดือนที่ i (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)

i คือ เดือนที่ต้องการวิเคราะห์การใช้พลังงาน ($i = 1, 2, \dots, j$)

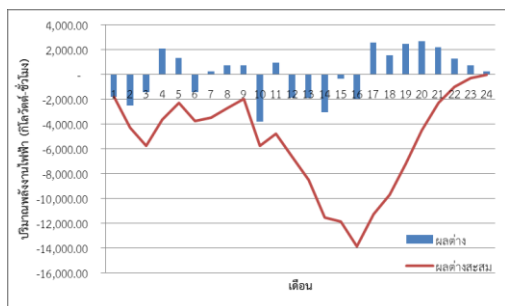
ซึ่งจากสมการที่ (3) และ (4) สามารถคำนวณผลจากการคำนวณผลต่างของพลังงานไฟฟ้าที่ควรจะเป็นกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ผลต่าง และผลต่างสะสมจากข้อมูล 24 เดือน

เดือน	ปริมาณผัก รวม (ตัน)	E_u (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	E_i (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	D_i (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	S_i (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)
1	183.8265	13,102.06	14,883.44978	-1,781.389783	-1,781.389783
2	243.2720	14,276.89	16,791.94756	-2,515.057560	-4,296.447343
3	179.6920	13,312.43	14,750.71166	-1,438.281660	-5,734.729003
4	182.7130	16,950.70	14,847.70087	2,102.999135	-3,631.729868
5	104.4600	13,664.27	12,335.38830	1,328.881700	-2,302.848168
6	171.4965	13,057.24	14,487.59513	-1,430.355133	-3,733.203300
7	176.8007	14,932.54	14,657.88647	274.6535265	-3,458.549774
8	177.4800	15,445.70	14,679.69540	766.0046000	-2,692.545174
9	157.9100	14,799.03	14,051.40055	747.6294500	-1,944.915724
10	101.9910	8,464.20	12,256.12106	-3,791.921055	-5,736.836779

11	155.0090	14,941.91	13,958.26395	983.646055	-4,753.190724
12	156.3455	12,160.53	14,001.17228	-1,840.642278	-6,593.833001
13	207.3110	13,744.05	15,637.41966	-1,893.369655	-8,487.202656
14	208.2555	12,624.85	15,667.74283	-3,042.892828	-11,530.09548
15	213.0155	15,480.04	15,820.56263	-340.5226275	-11,870.61811
16	344.8077	18,071.29	20,051.75121	-1,980.461209	-13,851.07932
17	227.2928	18,856.32	16,278.93534	2,577.384656	-11,273.69466
18	209.2351	17,282.85	15,699.19289	1,583.657115	-9,690.037549
19	226.6913	18,747.02	16,259.62419	2,487.395814	-7,202.641736
20	220.2405	18,735.39	16,052.52125	2,682.868748	-4,519.772988
21	173.5436	16,778.48	14,553.31728	2,225.162722	-2,294.610266
22	213.1503	17,130.29	15,824.89038	1,305.399619	-989.2106475
23	173.0538	15,270.12	14,537.59225	732.5277510	-256.6828965
24	225.9681	16,493.26	16,236.40585	256.8541495	0.1712530

ขั้นตอนที่ 6 นำข้อมูลทั้งหมดในตารางที่ 2 ไปสร้างเป็นแผนภูมิเชิงเส้น ในรูปแบบของแผนภูมิควบคุมผลต่างสะสม (CUSUM control chart) โดยให้แกน x เป็นเดือน 1-24 แกน y เป็นแกนของพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แผนภูมิควบคุมผลต่างสะสมของข้อมูลในช่วงเวลาต่อเนื่องกัน 24 เดือน

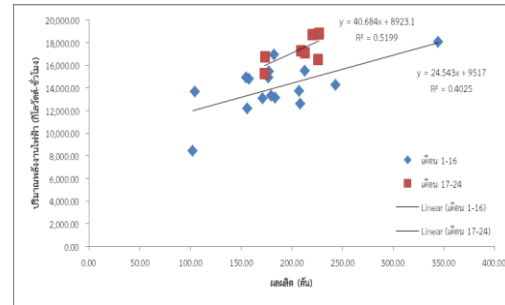
ขั้นตอนที่ 7 นำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการควบคุมติดตามการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารผลิตผล และสังเกต

พฤติกรรมในการดำเนินกิจกรรมในการควบคุมและประหยัด

5. ผลการวิจัย

การติดตามและวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้พลังงาน ไฟฟ้า จากการลงพื้นที่ที่ทดลองดำเนินกิจกรรมเพื่อควบคุมและประหยัด ข้อมูลจากแผนภูมิควบคุมผลต่างสะสมในรูปที่ 5 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ในช่วงเดือนที่ 1-16 ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปในเชิงของการลดการใช้พลังงานซึ่งสามารถประเมินได้จากความชันของกราฟควบคุมผลต่างสะสมที่อยู่ในแดนลบ ลักษณะของรูปกราฟมีการแปรปรวนอยู่ตลอดเวลา แต่ยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในแดนลบบ่งชี้ถึงถึงพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าส่วนที่เกินค่าฐานอ้างอิงมีน้อยกว่าในส่วนที่ต่ำ และแสดงว่ามีประสิทธิภาพในการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า แต่ตั้งแต่เดือนที่ 17-24 ลักษณะรูปกราฟยังอยู่ในแดนลบแต่มีทิศทางลู่เข้าสู่ด้านบวกซึ่งแสดงให้เห็นว่าพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงดังกล่าวเกินกว่าค่าฐานอ้างอิง แสดงให้เห็นถึงการขาดประสิทธิภาพในการใช้พลังงานไฟฟ้า

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น ในระหว่างช่วงเดือน 1 ถึง 16 พบว่ามีความผิดปกติเกิดขึ้นในเดือนที่ 4 5 7 8 9 และ 11 เนื่องจากเดือนดังกล่าวเป็นช่วงที่ดำเนินการทดลองดำเนินการกิจกรรมควบคุมและประหยัดไฟฟ้า แต่มีปริมาณการใช้ไฟฟ้ามากขึ้นอย่างผิดปกติ จึงได้ใช้การวิเคราะห์แบบเปรียบเทียบพฤติกรรม (activity based) เพื่อให้เห็นถึงผลกระทบในการดำเนินการกิจกรรมควบคุมและประหยัดที่แท้จริง โดยการสร้างแผนภาพการกระจายและแผนภูมิเชิงเส้นขึ้นใหม่ และแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ช่วง คือ 1) ช่วงเดือนที่ 1-16 ที่อาคารผลิตผลการตัดบรรจุภัณฑ์ตามแผนหลัก ควบคุม ควบคู่ไปกับการลงพื้นที่ดำเนินการกิจกรรมตรวจติดตาม ควบคุม และลดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยคณะวิจัย และ 2) ช่วงเดือนที่ 17-24 อาคารผลิตผลการปรับเปลี่ยนแผนการตัดบรรจุภัณฑ์และกิจกรรมตรวจติดตาม ควบคุม และลดการใช้พลังงานไฟฟ้าดำเนินการโดยกลุ่มบุคลากรของอาคารผลิตผลรวมทั้งสิ้น 8 เดือน เพื่อให้เห็นประสิทธิภาพและผลกระทบในการดำเนินการกิจกรรมควบคุมและประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่แท้จริง คณะผู้วิจัยจึงเลือกข้อมูลในช่วงที่ 2 มาใช้ในการคำนวณสมการฐานอ้างอิง โดยสามารถสร้างแผนภาพการกระจายและสมการเส้นฐานอ้างอิงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 แผนภูมิการกระจายระหว่างปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้และปริมาณผลผลิต โดยแยกข้อมูลเป็นเดือนที่ 1-16 และเดือนที่ 17-24

จากข้อมูลในรูปที่ 6 สมบัติการตัดสินใจ $R^2 = 0.5199$ สามารถเขียนสมการความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ดังสมการที่ (5)

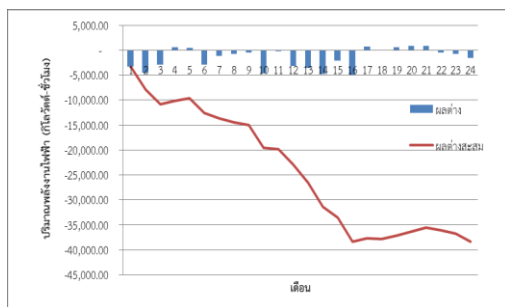
$$E = 40.684x + 8,923.1 \quad (5)$$

เมื่อนำข้อมูลปริมาณการตัดผักทั้ง 24 เดือน ไปแทนค่าในสมการข้างต้น จะสามารถสรุปข้อมูลและตัวแปรอ้างอิงที่เกี่ยวข้องได้ดังตารางที่ 3 และสามารถสร้างเป็นแผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมได้ดังรูปที่ 7

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ผลต่าง และผลต่างสะสมแบบฐานกิจกรรม (activity based)

เดือน	ปริมาณผัก รวม (ตัน)	E_u (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	E_i (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	D_i (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)	S_i (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)
1	183.83	13,102.06	16,401.90	-3,299.84	-3,299.84
2	243.27	14,276.89	18,820.38	-4,543.49	-7,843.33
3	179.69	13,312.43	16,233.69	-2,921.26	-10,764.58
4	182.71	16,950.70	16,356.60	594.10	-10,170.48
5	104.46	13,664.27	13,172.95	491.32	-9,679.16
6	171.50	13,057.24	15,900.26	-2,843.02	-12,522.18
7	176.80	14,932.54	16,116.06	-1,183.52	-13,705.70
8	177.48	15,445.70	16,143.70	-698.00	-14,403.70
9	157.91	14,799.03	15,347.51	-548.48	-14,952.18

10	101.99	8,464.20	13,072.50	-4,608.30	-19,560.48
11	155.01	14,941.91	15,229.49	-287.58	-19,848.06
12	156.35	12,160.53	15,283.86	-3,123.33	-22,971.39
13	207.31	13,744.05	17,357.34	-3,613.29	-26,584.68
14	208.26	12,624.85	17,395.77	-4,770.92	-31,355.60
15	213.02	15,480.04	17,589.42	-2,109.38	-33,464.98
16	344.81	18,071.29	22,951.26	-4,879.97	-38,344.95
17	227.29	18,856.32	18,170.28	686.04	-37,658.91
18	209.24	17,282.85	17,435.62	-152.77	-37,811.68
19	226.69	18,747.02	18,145.81	601.21	-37,210.47
20	220.24	18,735.39	17,883.36	852.03	-36,358.44
21	173.54	16,778.48	15,983.55	794.93	-35,563.51
22	213.15	17,130.29	17,594.91	-464.62	-36,028.13
23	173.05	15,270.12	15,963.62	-693.50	-36,721.63
24	225.97	16,493.26	18,116.39	-1,623.13	-38,344.75



รูปที่ 7 แผนภูมิควบคุมสะสมที่ใช้ฐานกิจกรรมเป็นเส้นฐานอ้างอิง (activity based)

ข้อมูล S_i จากตารางที่ 3 จะแสดงให้เห็นถึงผลประหยัดพลังงานไฟฟ้าสะสม ตั้งแต่เริ่มทำกิจกรรมประหยัดควบคุมและลดการใช้ไฟฟ้า ตั้งแต่เดือนที่ 1-24 มีค่าเท่ากับ 38,344.75 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งสามารถคำนวณเป็นร้อยละของผลการประหยัดที่บ่งชี้ถึงประสิทธิภาพเมื่อเทียบกับปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ได้จากสมการที่ 6

$$\%Saving = \frac{S_{years}}{E_{years}} \times 100 \quad (6)$$

โดยที่

$\%Saving$ คือ ร้อยละผลประหยัดพลังงานไฟฟ้า

S_{years} คือ ผลต่างพลังงานไฟฟ้าสะสมรายปี (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)

E_{years} คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้รายปี (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)

ซึ่งจากข้อมูลจากตารางที่ 3 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้ง 24 เดือนในการดำเนินกิจกรรมตัดบรรจุผักของอาคารผลิตผล (E_{years}) มีค่าเท่ากับ 364,321.46 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และค่าผลต่างพลังงานไฟฟ้าสะสมรายปี (S_{years}) มีค่าเท่ากับ 38,344.75 กิโลวัตต์-ชั่วโมง เมื่อนำข้อมูลที่ได้ข้างต้นแทนค่าในสมการที่ 6 จะได้ผลสรุปว่า อาคารผลิตผล ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวงมีร้อยละผลการประหยัดไฟฟ้าระหว่างปี 2559-2560 ที่ได้ติดตามและดำเนินกิจกรรมเพื่อผลักดัน

ให้เกิดนโยบายด้านการควบคุมและลดการใช้พลังงาน มีค่าเท่ากับ 10.525

6. อภิปรายผลการวิจัย

การติดตามและวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้พลังงาน ไฟฟ้า ในกระบวนการคั้ดผักของอาคารผลิตผลของ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง ข้อมูลที่มีความจำเป็นสำหรับการตรวจติดตามพลังงาน คือ ข้อมูลด้านปริมาณการผลิต และข้อมูลด้านการใช้พลังงาน ซึ่งข้อมูลดังกล่าวได้มาจากการลงพื้นที่ดำเนินกิจกรรมของคณะวิจัยและจากผู้ปฏิบัติงานในอาคารผลิตผล โดยข้อมูลด้านพลังงานนั้นต้องมีสัมพันธ์กับลักษณะการผลิตเพื่อความแม่นยำในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพและหาแนวทางเพื่อลดการใช้พลังงาน ข้อมูลที่ได้สามารถแบ่งพิจารณาออกเป็น 2 ช่วง ตามแผนการผลิตและลักษณะการดำเนินกิจกรรมเพื่อควบคุมและลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ช่วงแรก คือ ช่วงที่อาคารผลิตผลมีการผลิตตามแผนและมีการดำเนินกิจกรรมต่อเนื่องโดยคณะผู้วิจัย และช่วงที่ 2 คือ ช่วงที่อาคารผลิตผลรับแผนการผลิตนอกแผน เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์เบื้องต้นของปริมาณการผลิตและการใช้พลังงานโดยใช้รูปแบบการวิเคราะห์เชิงเส้นอย่างง่ายโดยใช้ข้อมูลรวมทั้ง 24 เดือนพบว่า ค่า R^2 ที่ได้มีค่าอยู่ในช่วง 0.4-0.6 เนื่องจากข้อมูลมีความแปรปรวนและมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงที่น้อยซึ่งเกิดจากหลายสาเหตุ ได้แก่ เป็นช่วงแรกที่ดำเนินกิจกรรมด้านประหยัดพลังงานซึ่งจะสามารถสังเกตได้ในช่วงเดือนที่ 4 และ 5 และมีความผิดปกติในกระบวนการคั้ดบรรจุผักหรือมีพฤติกรรมที่ละเลยในเดือนที่ 17 19 20 และ 21 ซึ่งส่งผลกระทบให้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้เพิ่มขึ้นและมีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่ด้อยลง

การศึกษาประสิทธิภาพในการใช้พลังงานไฟฟ้าในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาจากข้อมูลปริมาณผลผลิตซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการใช้พลังงาน ซึ่งยังมีปัจจัยอื่นๆที่อาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงาน เช่น การกำหนดเป้าหมายและดำเนินนโยบายในการอนุรักษ์พลังงาน ฤดูกาลการผลิต ลักษณะของกระบวนการผลิต

ที่แตกต่างกัน เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต การใช้ไฟฟ้าจากระบบสำรองไฟฟ้า ฯลฯ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิเชฐ ประเสนะ และ สมพงษ์ พุทธิวิสุทธิศักดิ์ ปี 2557 เรื่อง “การพัฒนากระบวนการจัดการพลังงานสู่มาตรฐานสากล ISO 50001:2011 สำหรับโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์”และบุญญารัตน์ แสงปิยะ, จันทนา จันทโร และ ไชยะ แซ่มซ้อย ปี 2554 เรื่อง “ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในโรงงานควบคุม” และ ดังนั้นจึงเป็นประโยชน์สำหรับคณะวิจัยและผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อต่อยอดในการศึกษาเชิงลึกในอนาคตต่อไป

7. สรุป

จากผลการศึกษาเพื่อติดตามและวิเคราะห์ผลการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการคั้ดผักซึ่งคณะวิจัยได้ลงพื้นที่ดำเนินกิจกรรมสร้างความรู้ความเข้าใจ และวางแนวทางในการปฏิบัติเพื่อควบคุมและลดการใช้พลังงาน โดยนำเอาข้อมูลผลผลิตทางการเกษตรและปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้มาร่วมวิเคราะห์ โดยใช้เครื่องมือทางสถิติ คือ แผนภูมิการกระจาย และแผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมเพื่อตรวจติดตามพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งผลการวิจัยที่ได้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของวิธีการดังกล่าวที่สามารถนำมาควบคุมเพื่อลดการใช้พลังงานโดยงานวิจัยนี้มีค่ามีร้อยละของผลการประหยัดไฟฟ้าเท่ากับ 10.525 และยังสามารถบ่งชี้ถึงจุดวิกฤต ปัญหาและความผิดปกติที่เกิดขึ้นในช่วงที่ดำเนินกิจกรรม ดังนั้นจำเป็นต้องมีการติดตาม ปรับปรุงแก้ไข ทบทวน ในการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเพื่อควบคุมและเพิ่มประสิทธิภาพในการอนุรักษ์พลังงาน หากไม่ทำการทบทวนและติดตามผลอาจส่งผลกระทบให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นการตรวจติดตามร่วมกับการผลักดันให้เกิดนโยบายและมาตรการเพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้าอย่างจริงจังจะช่วยให้เกิดรูปแบบในการดำเนินนโยบายด้านการอนุรักษ์พลังงาน และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในประหยัดพลังงานได้อย่างเป็นรูปธรรม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณส่วนสนับสนุนการดำเนินงานมูลนิธิโครงการหลวง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการวิจัยและ ขอขอบคุณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง เจ้าหน้าที่ และผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และข้อมูลที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย รวมถึงการประสานร่วมกันทำให้งานวิจัยในครั้งนี้บรรลุตามเป้าหมายและวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

ศูนย์พยากรณ์และสารสนเทศพลังงาน (สนพ.). (2560) .

สถานการณ์พลังงานปี 2560 และแนวโน้มปี 2561

[ออนไลน์] ได้จาก :

http://www.eppo.go.th/images/Information_service/public_relations/forecast/Energy2016-Forcast2017.pdf

เบญจวรรณ นิรมิตวสุ. (2554) . การประยุกต์ใช้เครื่องมือทางสถิติเพื่อการตรวจติดตามผลการอนุรักษ์พลังงาน . วารสารวิจัยพลังงาน ปีที่ 8 : 35-44

บุญญรัตน์ แสงปิยะ. (2554) . ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในโรงงานควบคุม . วารสารวิจัยพลังงาน ปีที่ 8 : 20-34

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2559) . คู่มือปฏิบัติงาน การพัฒนาระบบการจัดการพลังงานในระดับสากล (ISO 50001) สำหรับโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม. บริษัทเอนเนอร์ยี ควอลิตี้ เซอร์วิสจำกัด

บุพิเชฐ ปะเสนะ. (2557) . การพัฒนาระบบการจัดการพลังงานสู่มาตรฐานสากล ISO 50001:2011 สำหรับโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์. วารสารวิจัยพลังงาน ปีที่ 11 : 1-14

พัชรมาศ นุ่มดี. (2554) . การศึกษาประสิทธิภาพและตรวจติดตามการใช้พลังงานของโรงงานควบคุม. วารสารวิจัยพลังงาน ปีที่ 8 : 1-10

การศึกษาความรู้ พฤติกรรม และทัศนคติ การดัดเครื่องดัดแอลกอฮอล์ ของนักศึกษา สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตเพชรบูรณ์

วิไลลักษณ์ ตรีเมฆ^{1*} จักรกฤษณ์ อยู่คุ้ม² สุภรณ์ จำปา³ สรสิทธิ์ ฤทธิ์รอด⁴

ดร.จรินทร์ สารทอง⁵อุไรวรรณ สิงห์ทอง⁶

*โครงการเครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาภาคเหนือตอนล่าง ร่วมป้องกันและแก้ไขปัญหาแอลกอฮอล์และทุนสนับสนุนจาก
สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตเพชรบูรณ์

30 หมู่ที่ 11 ถนนสระบุรี-หล่มสัก ตำบลสะเดียง อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000¹⁻⁵

อาจารย์คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด 113 ตำบลเกาะแก้ว อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด 45120⁶

รับบทความ กรกฎาคม 2561 ตอรับบทความ พฤศจิกายน 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 15 พฤษภาคม 2563

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

บทคัดย่อ

การศึกษาเรื่อง “การศึกษาความรู้ พฤติกรรม และทัศนคติ การดัดเครื่องดัดแอลกอฮอล์ของนักศึกษาสถาบัน
การพลศึกษา วิทยาเขตเพชรบูรณ์” มีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อศึกษาพฤติกรรม ความรู้ ทัศนคติการดัดเครื่องดัด
แอลกอฮอล์ของนักศึกษาสถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตเพชรบูรณ์ เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา (Descriptive research)
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาเป็นแบบสอบถาม ประชากร คือ นักศึกษาสถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตเพชรบูรณ์ ชั้นปีที่
1-3 จำนวน 223 คน

นักศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ดัดเครื่องดัดแอลกอฮอล์ในช่วงปีที่ผ่านมา มีจำนวนทั้งสิ้น 178 คน คิดเป็นร้อยละ
79.82 ในด้านของความรู้และพฤติกรรมเกี่ยวกับการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ มี
ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกฎหมาย สถานะที่ดื่ม ผลของการดื่มอยู่ในระดับสูง

คำสำคัญ : ความรู้, พฤติกรรม, ทัศนคติ, เครื่องดัดแอลกอฮอล์

Studying Knowledge, Behaviors and Attitude for Alcohol Drinking of Students at Institute of Physical Education Phetchabun

**Wilayluk Treemek^{1*} Jukkit Autum² Supornnee Jampa³ Sorasit Ritrot⁴
Dr.Jarin Santong⁵ Uraiwan Singthong⁶**

Receive: July 2018 Accepted: November 2018 Published online: 15 May 2020

© 2018 Rajanmangala University of Techonoly Lanna. All right reserved.

Abstract

“Studying Knowledge, Behaviors and Attitude for Alcohol Drinking of Students at Institute of Physical Education Phetchabun”, with the purpose to study the knowledge, attitude, behavior, drinking alcohol of students at the Institute of Physical Education Phetchabun. A descriptive study (Descriptive research) were used in the study is a survey of the Institute of Physical Education Phetchabun by questionnaire layers 1-3 of 223

Students who were drinking alcohol during the past years. A total of 178 people, representing 79.82 percent in terms of knowledge and behaviors regarding alcohol consumption. Most respondents understand the law. Drinking places, the result of drinking is at a high level.

Keywords : knowledge, behaviors, attitudes and Alcohol Drinking

1. บทนำ

ปัญหาและผลกระทบที่เป็นภัยคุกคามชีวิตและสุขภาพจากการดื่มสุรา นับวันยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้น การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ไม่ใช่เรื่องของผู้ใหญ่เพียงอย่างเดียว แต่นักศึกษาที่เป็นวัยรุ่นตอนปลายและเยาวชน ก็หันมานิยมดื่มแอลกอฮอล์จนเป็นเรื่องปกติในสังคม และนับวันอายุของคน que เริ่มดื่มแอลกอฮอล์ครั้งแรกก็ลดลงเรื่อย ๆ จนเป็นเรื่องที่น่าตกใจ ซึ่งทำให้เกิดปัญหาตามมาหลายด้าน ไม่เพียงแต่ปัญหาการทะเลาะวิวาท อุบัติเหตุทางร่างกายผลของการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์เข้าสู่ร่างกายในปริมาณแอลกอฮอล์ที่ยังไม่มากจะมีผลขัดขวางการทำงานของระบบประสาทส่วนกลาง มีผลให้ระบบประสาททำงานได้ไม่ดี สติสัมปชัญญะลดน้อยลง และเมื่อดื่มมากขึ้นปริมาณแอลกอฮอล์ที่เพิ่มมากขึ้น จะไปยับยั้งการทำงานของระบบประสาทส่วนกลาง เป็นผลให้การทำงานของระบบประสาทเสียสภาพไปจนทำให้เริ่มมีอาการมึนเมาไม่สามารถทรงตัวได้ ความจำเลอะเลือนขาดความรับผิดชอบชั่วดี ขาดสมาธิ อีกด้วย

สำนักงานสถิติแห่งชาติได้ทำการสำรวจการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของประชากร พ.ศ. 2554 พบว่าโดยเฉลี่ยประชากรผู้ใหญ่ไทยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.8 ต่อปี คนไทยที่อายุ 15 ปีขึ้นไปเป็น นักดื่มในปัจจุบัน (Current drinker) หรือผู้ที่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ใน 12 เดือนที่ผ่านมาคิดเป็นร้อยละ 31.5 ของประชากรผู้ใหญ่ อายุเฉลี่ยที่เริ่มดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ คือ 20.4 ปี ประชากรชายที่อายุ 15 ปีขึ้นไป เริ่มดื่มที่อายุเฉลี่ย 19.4 ปี สำหรับประชากรหญิงเริ่มดื่มเฉลี่ยที่อายุ 24.5 ปี โดยในเพศหญิงมีทิศทางการดื่มที่เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 9.8 ในปี 2544 เป็นร้อยละ 10.9 ในปี 2554 ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นร้อยละ 11.2 หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.1 ต่อปี โดยสาเหตุที่ทำให้สัดส่วนการดื่มแอลกอฮอล์ของประชาชนเพิ่มขึ้น ปัจจัยหลักมาจากการรับสื่อโฆษณาทำให้อยากลอง สิ่งแวดล้อมในครอบครัว จากเพื่อนและการเข้าถึงการบริโภคได้ง่ายขึ้น เพราะในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา ร้านขายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เพิ่มขึ้นกว่า 1.2 แสนร้าน ส่งผลให้ผู้บริโภคสามารถหาซื้อเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ผลสำรวจพฤติกรรม

การดื่มสุราของคนไทยในปี 2554 พบว่า ร้อยละ 37 มีปัญหาความรุนแรงและความสัมพันธ์ในครอบครัว คดีที่มีการกระทำผิดรวมกับการดื่มสุราอันดับ 1 คือ การทำร้ายร่างกาย ร้อยละ 56 รองลงมาคือ ความผิดเกี่ยวกับเพศ ร้อยละ 46 และเกี่ยวกับอาวุธ วัตถุประสงค์ร้อยละ 41 เป็นสาเหตุการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรสูงสุด 3 ลำดับแรกคือ อุบัติเหตุจราจร เอดส์ และตับแข็ง (ทักษพล ธรรมรังสี, 2556)

นอกจากนี้ การดื่มเป็นประจำเป็นเวลานาน ๆ ทำให้เกิดปัญหาได้มากมายหลายแบบ ปัญหาหนึ่งที่รุนแรงคือ การติดสุรา การดื่มไปเรื่อย ๆ จะเกิดการสะสมของแอลกอฮอล์ทำให้เกิดผลเสียขึ้น เช่น ตับจะถูกทำลายเมื่อดื่มจัด แต่กว่าจะรู้สึกตัวก็ต้องใช้เวลาเป็นเดือนๆ หรือเป็นปีๆ นอกจากนี้การดื่มแอลกอฮอล์ก็ยิ่งก่อให้เกิดความเสียหายทั้ง ในเรื่องของอาชีพ การงาน เศรษฐกิจ และสังคม อาจทำให้เกิดปัญหาภายในครอบครัว และนำไปสู่ปัญหาสังคมในที่สุด

ผลกระทบที่เกิดจากการดื่มแอลกอฮอล์ เช่น การดื่มมากเกินไปในสถานการณ์หนึ่งอาจทำให้มีผลทางลบตามมาอีกมาก เช่น อาการเมาค้าง หรืออาการไม่สบายกายบางอย่าง แต่อาการเหล่านี้อาจส่งผลเสียร้ายแรงต่อหน้าที่ความรับผิดชอบต่อความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น หรืออาจเกิดผลทางลบอย่างรุนแรงที่ตามมาจากการดื่มแอลกอฮอล์ ได้แก่ การได้รับการบาดเจ็บสาหัสจากอุบัติเหตุ ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือดระดับสูง จะทำให้หย่อนความสามารถในการควบคุมการเคลื่อนไหวของตนเอง ทำให้การคิด การตัดสินใจไม่ดี และง่วงซึม ซึ่งทำให้มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดอุบัติเหตุ หรือเกิดปัญหาร้ายแรงอื่น ๆ ที่มักเกิดอย่างกะทันหันส่งผลกระทบร้ายแรง

จากผลกระทบที่เกิดขึ้นดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษา “ความรู้ พฤติกรรมและทัศนคติการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ของนักศึกษาสถาบันการพลศึกษาวิทยาเขตเพชรบูรณ์” เพื่อทำให้ทราบถึงสาเหตุที่แท้จริง และเป็นแนวทางในการรณรงค์ประชาสัมพันธ์ เพื่อลดและป้องกันไม่ให้นักศึกษาซึ่งเป็นอนาคตของชาติ ต้องสูญเสียหรือมัวเมาไปกับสิ่งเสพติดที่ทำให้เกิดเป็นปัญหาสังคมตามมา และยั้งรวมถึงการป้องกัน

ซึ่งความเสียหายทั้งกับตัวบุคคล ครอบครัว และประเทศชาติต่อไปในภายภาคหน้าอีกด้วย

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษา ความรู้ พฤติกรรมและทัศนคติ การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของนักศึกษาสถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตเพชรบูรณ์

3. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาความรู้ พฤติกรรม และทัศนคติ การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของนักศึกษา สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตเพชรบูรณ์ เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา (Descriptive research) เก็บข้อมูลเชิงปริมาณ จากแบบสอบถาม ใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) วิเคราะห์ข้อมูล ผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (SPSS) ด้วยการใช้ค่าเฉลี่ย (F) ค่าร้อยละ (%) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviations) และนำเสนอข้อมูลในรูปตารางประกอบคำบรรยายและการแปลผลจากค่าระดับคะแนนเฉลี่ย

4. วิธีการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

แบบสอบถาม (Questionnaire) โดยคณะผู้วิจัยได้นำแบบสำรวจนี้เป็นการศึกษาความรู้ พฤติกรรม และทัศนคติ การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของนักศึกษา สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตเพชรบูรณ์ จากคำถามมาจากการวิจัยของ ปวีณา วงษ์ชะอุ่ม (2557) จากการวิจัยเรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทัศนคติและพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของนิสิตภาคปกติ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี” และสุทธิพงษ์ กรานเขียว (2558) จากการวิจัยเรื่อง “พฤติกรรมการดื่มสุราของนิสิตภาคพิเศษมหาวิทยาลัยบูรพา”

แบบสอบถามฉบับนี้ แบ่งเป็น 5 ตอน ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
2. ความรู้เกี่ยวกับการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

3. พฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

4. ทัศนคติเกี่ยวกับการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

5. ข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ศึกษาเอกสาร บทความทางวิชาการ งานวิจัยและหนังสือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

2. เก็บข้อมูลภาคสนาม จากแบบสอบถาม

3. วิเคราะห์ข้อมูล

4. เรียบเรียงข้อมูลตามที่ได้วิเคราะห์เพื่อเป็นผลการวิจัย ตรวจสอบข้อมูลจากที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญ

5. นำเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางและพรรณนาวิเคราะห์ (Descriptive analysis)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ ชั้นปีที่ 1-3 จากการลงทะเบียนในภาคเรียนปีที่ 2 ปีการศึกษา 2560 (ข้อมูล ณ วันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2561)

5. ผลการวิจัย

จากการศึกษาความรู้ พฤติกรรม และทัศนคติ การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของนักศึกษา สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตเพชรบูรณ์ ประชากรในการศึกษาครั้งนี้ คือ สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตเพชรบูรณ์ ชั้นปีที่ 1-3 จำนวน 223 คน คิดเป็นร้อยละ 50 จากจำนวนประชากรทั้งหมดของผู้ตอบแบบสอบถามงานวิจัย 446 คน

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 1.1 ลักษณะของข้อมูลทั่วไป

ลักษณะทางประชากร	f	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	170	76.23
หญิง	53	23.77
2. อายุ		
18 ปี	12	5.38
19 ปี	64	28.70
20 ปี	85	38.12
21 ปี	43	19.28
22 ปี	5	2.24
23 ปี	7	3.14
24 ปี	7	3.14
3. ชั้นปี		
ชั้นปีที่ 1	96	43.05
ชั้นปีที่ 2	74	33.18
ชั้นปีที่ 3	53	23.77
4. เกรดเฉลี่ยสะสม		
ต่ำกว่า 2.00	18	8.07
2.01 - 2.50	54	24.22
2.51 – 3.00	81	36.32
3.01 – 3.50	47	21.08
3.51 – เป็นต้นไป	23	10.31
5. สังกัดสาขาวิชา		
พลศึกษา	132	59.19
วิทยาศาสตร์การกีฬาและ		
สุขภาพ	50	22.42
การบริหารจัดการกีฬา	27	12.11
สื่อสารการกีฬา	14	6.28
6. รายได้ต่อเดือน		
0-5,000 บาท	177	79.37
5,001-10,000 บาท	23	10.31
10,001-15,000 บาท	4	1.79
อื่น ๆ	19	8.52
7. ปัจจุบันพักอาศัยอยู่ที่ใด		
หอพักในมหาวิทยาลัย	88	39.46
หอพักนอกมหาวิทยาลัย	76	34.08
คอนโดมิเนียม	5	2.24
บ้านตัวเอง	33	14.80
บ้านญาติ	4	1.79
บ้านเช่า	17	7.62
8. ปัจจุบันท่านพักอยู่กับใคร		
คนเดียว	60	26.91

ลักษณะทางประชากร	f	ร้อยละ
แฟน	10	4.48
พ่อ-แม่	32	14.35
เพื่อน	103	46.19
ญาติพี่น้อง	14	6.28
อื่น ๆ	4	1.79

ตาราง 1.2 ความรู้เกี่ยวกับการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

ความรู้	จำนวน(ร้อยละ)	
	ใช่	ไม่ใช่
1.ปัจจุบันประเทศไทยใช้พระราชบัญญัติควบคุมเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ พ.ศ. 2551	90.58	9.42
2.ห้ามขายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ให้แก่ผู้ที่มีอายุไม่ครบ 18 ปีบริบูรณ์	94.62	5.38
3.การดื่มสุร่าทำให้เกิดสาเหตุความบกพร่องทางระบบประสาท	97.31	2.69
4.วันสำคัญทางศาสนา เช่น วันมาฆบูชา วันวิสาขบูชา วันอาสาฬหบูชา วันเข้าพรรษา ประเทศไทยกำหนดให้งดขายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์	88.34	11.66
5.ร่างกายสามารถดูดซึมเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ได้รวดเร็วกว่าสารอาหาร	79.37	20.63
6.ปัจจุบันมีกฎหมายควบคุมเครื่องดื่มแอลกอฮอล์	82.06	17.94
7.วัด สถานศึกษา หอพัก สถานที่ราชการ สามารถเป็นที่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ได้	29.15	70.85
8.ดื่มสุราผิดศีลข้อ 5	90.58	9.42
9.การดื่มสุร่าทำให้ความสามารถในการขับขี่ยานพาหนะลดลง	89.69	10.31
10.มีระดับแอลกอฮอล์ในกระแสเลือดต่ำกว่า 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์สามารถขับรถได้ตามกฎหมาย	77.58	22.42
11.การดื่มสุร่าเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคมะเร็งที่อวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย	77.13	22.87
12.ดื่มเหล้า ทำให้เศรษฐกิจของชาติแย่ลง	61.43	38.57
13.การดื่มเหล้ามีผลทำให้เกิดโรคหัวใจ	77.58	22.42
14.เครื่องดื่มแอลกอฮอล์สามารถขายผ่านเครื่องขายอัตโนมัติได้	48.88	51.12

ความรู้	จำนวน(ร้อยละ)	
	N = 223	
	ใช่	ไม่ใช่
15.สถานีนามัยของรัฐ เป็นสถานที่ที่ไม่สามารถให้ขายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ได้	89.69	10.31

จากตาราง 1.2 ความรู้เกี่ยวกับการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ พบว่า ปัจจุบันประเทศไทยใช้พระราชบัญญัติควบคุมเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ พ.ศ. 2551 ร้อยละ 90.58 ห้ามขายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ให้แก่ผู้มีอายุไม่ครบ 18 ปีบริบูรณ์ ร้อยละ 94.62 การดื่มสุราก็ทำให้เกิดสาเหตุความบกพร่องทางระบบประสาท ร้อยละ 97.31 ดื่มสุราผิดศีลข้อ 5 ร้อยละ 90.58 การดื่มสุราก็ทำให้ความสามารถในการขับขี่ยานพาหนะลดลงและสถานีนามัยของรัฐ เป็นสถานที่ที่ไม่สามารถให้ขายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ได้ ร้อยละ 89.69

ตาราง 1.3 พฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

พฤติกรรม	f	ร้อยละ
1. ในช่วงปีที่ผ่านมาท่านเคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์หรือไม่		
เคย	178	79.82
ไม่เคย	45	20.18
2. ในช่วงปีที่ผ่านมาท่านดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์บ่อยแค่ไหน		
เดือนละครั้งหรือน้อยกว่า	127	56.95
2-4 ครั้งต่อเดือน	67	30.04
2-3 ครั้งต่อสัปดาห์	16	7.17
4 ครั้งต่อสัปดาห์หรือมากกว่า	13	5.83
3. ในช่วงปีที่ผ่านมาท่านดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์เฉลี่ยประมาณเท่าไรต่อครั้ง		
- เบียร์ 1-2 กระป๋องหรือเหล้าไม่เกิน 1-2 เป๊ก	134	60.09
- เบียร์มากกว่า 2-3 กระป๋องหรือเหล้ามากกว่า 2-3 เป๊ก	26	11.66
- เบียร์มากกว่า 3-4 กระป๋องหรือเหล้ามากกว่า 3-4 เป๊ก	21	9.42
	10	4.48

พฤติกรรม	f	ร้อยละ
- เบียร์มากกว่า 4-6 กระป๋องหรือเหล้ามากกว่า 4-6 เป๊ก	32	14.35
- เบียร์มากกว่า 6 กระป๋องหรือเหล้ามากกว่า 6 เป๊ก		
4. ในช่วงปีที่ผ่านมาท่านดื่มเบียร์ในคราวเดียวกันมากกว่า 6 กระป๋องหรือเหล้ามากกว่า 6 เป๊กหรือไวน์มากกว่า 6 แก้วหรือสบายไม่เกินหกขวด (กรณีผู้ชาย) หรือดื่มเบียร์มากกว่า 4 กระป๋องหรือเหล้ามากกว่า 4 เป๊กหรือไวน์มากกว่า 4 แก้วหรือสบายไม่เกิน 4 ขวด (กรณีผู้หญิง) บ่อยแค่ไหน	89	39.91
ไม่เคยเลย	43	19.28
น้อยกว่าเดือนละครั้ง	49	21.97
เดือนละครั้ง	34	15.25
สัปดาห์ละครั้ง	8	3.59
วันละครั้งหรือเกือบทุกวัน		
5. ในช่วงปีที่ผ่านมา มีบ่อยครั้งแค่ไหน ที่ท่านพบว่าเมื่อได้เริ่มต้นดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์แล้วจะไม่สามารถหยุดดื่มได้เลย		
ไม่เคยเลย	138	61.88
น้อยกว่าเดือนละครั้ง	24	10.76
เดือนละครั้ง	28	12.56
สัปดาห์ละครั้ง	23	10.31
ทุกวันหรือเกือบทุกวัน	10	4.48
6. ในช่วงปีที่ผ่านมา มีบ่อยครั้งแค่ไหน ที่การดื่มของท่านเป็นสาเหตุทำให้ไม่สามารถทำสิ่งต่างๆ ตามปกติอย่างที่เคยทำได้มาก่อน		
ไม่เคยเลย	151	67.71
น้อยกว่าเดือนละครั้ง	26	11.66
เดือนละครั้ง	30	13.45
สัปดาห์ละครั้ง	11	4.93
ทุกวันหรือเกือบทุกวัน	5	2.24
7. ในช่วงปีที่ผ่านมา มีบ่อยครั้งแค่ไหน ที่ท่านต้องการจะดื่มในตอนเช้าเพื่อใหารู้สึกดีขึ้นหลังจากที่ได้ดื่มมาก่อนหน้านี้	182	81.61
ไม่เคยเลย	14	6.28
น้อยกว่าเดือนละครั้ง	16	7.17
เดือนละครั้ง	8	3.59
สัปดาห์ละครั้ง	3	1.35

พฤติกรรม	f	ร้อยละ
ทุกวันหรือเกือบทุกวัน		
8. ในช่วงปีที่ผ่านมา มีบ่อยครั้งแค่ไหนที่ท่านรู้สึกผิดหรือเกิดความรู้สึกเสียใจหลังจากการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์	143	64.13
ไม่เคยเลย	32	14.35
น้อยกว่า	31	13.90
เดือนละครั้ง	7	3.14
เดือนละครั้ง	10	4.48
สัปดาห์ละครั้ง		
ทุกวันหรือเกือบทุกวัน		
9. ในช่วงปีที่ผ่านมา มีบ่อยครั้งแค่ไหนที่ท่านดื่มของท่านทำให้ท่านไม่สามารถจดจำได้ว่าเกิดอะไรขึ้นบ้างในคืนที่ท่าน		
ไม่เคยเลย	159	71.30
น้อยกว่าเดือนละครั้ง	35	15.70
เดือนละครั้ง	22	9.87
สัปดาห์ละครั้ง	3	1.35
ทุกวันหรือเกือบทุกวัน	4	1.79
10. ในช่วงปีที่ผ่านมา ท่านหรือใครบางคนได้รับบาดเจ็บจากการดื่มของท่านหรือไม่		
ไม่เคยเลย	186	83.41
เคย แต่ไม่ใช่เมื่อปีที่แล้ว	24	10.76
เคย ในช่วง 1 ปีที่ผ่านมา	13	5.83
11. ในช่วงปีที่ผ่านมา เคยมีแพทย์หรือบุคลากรทางการแพทย์ เพื่อนหรือญาติ แสดงความเป็นห่วงใน การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของท่านหรือไม่	160	71.75
ไม่เคยเลย	30	13.45
เคย แต่ไม่ใช่เมื่อปีที่แล้ว	33	14.80
เคย ในช่วง 1 ปีที่ผ่านมา		

จากตาราง 1.3 พฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ พบว่า ในช่วงปีที่ผ่านมาท่านเคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ร้อยละ 79.82 ในช่วงปีที่ผ่านมาท่านดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์เดือนละครั้งหรือน้อยกว่า ร้อยละ 56.95 ในช่วงปีที่ผ่านมาท่านดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์เฉลี่ยประมาณเบียร์ 1-2 กระป๋องหรือเหล้าไม่เกิน 1-2 เป๊ก ร้อยละ 60.09

ตาราง 1.4 ทศนคติเกี่ยวกับการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

ทัศนคติ	f	ร้อยละ
1. การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ชีวิตและทรัพย์สิน	142	63.68
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	62	27.80
เห็นด้วย	12	5.83
ไม่แน่ใจ	2	0.90
ไม่เห็นด้วย	4	1.79
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง		
2. การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ทำให้สดชื่นกระปรี้กระเปร่า กระฉับกระเฉง ร่างกายตื่นตัวขึ้น		
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	25	11.21
เห็นด้วย	42	18.83
ไม่แน่ใจ	77	34.53
ไม่เห็นด้วย	37	16.59
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	42	18.83
3. คนที่มีสุขภาพแข็งแรง เมื่อดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์จะไม่ส่งผลต่อสุขภาพ		
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	30	13.45
เห็นด้วย	42	18.83
ไม่แน่ใจ	59	26.46
ไม่เห็นด้วย	55	24.66
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	37	16.59
4. การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ปริมาณมาก ๆ ทำให้เลือดไหลเวียนในร่างกายดีขึ้น		
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	30	13.45
เห็นด้วย	43	19.28
ไม่แน่ใจ	91	40.81
ไม่เห็นด้วย	29	13.00
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	30	13.45
5. การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ไม่ได้ช่วยแก้ปัญหาชีวิตแต่อย่างใด		
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	52	23.32
เห็นด้วย	34	15.25
ไม่แน่ใจ	36	16.14
ไม่เห็นด้วย	43	19.28
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	58	26.01
6. งานเลี้ยงต่าง ๆ ต้องมีเครื่องดื่มแอลกอฮอล์เพื่อให้งานสนุกสนาน		
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	41	18.39

ทัศนคติ	f	ร้อยละ
เห็นด้วย	83	37.22
ไม่แน่ใจ	73	32.74
ไม่เห็นด้วย	21	9.42
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5	2.24
7. การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ช่วยคลายความเครียดจากการเรียนหรือการทำงาน		
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	30	13.45
เห็นด้วย	75	33.63
ไม่แน่ใจ	81	36.32
ไม่เห็นด้วย	24	10.76
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	13	5.83
8. การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ทำให้เข้ากับเพื่อนได้เป็นอย่างดี		
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	35	15.70
เห็นด้วย	81	36.32
ไม่แน่ใจ	74	33.18
ไม่เห็นด้วย	24	10.76
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	9	4.04
9. การซื้อเครื่องดื่มแอลกอฮอล์เป็นการสิ้นเปลือง		
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	111	49.78
เห็นด้วย	62	27.80
ไม่แน่ใจ	32	14.35
ไม่เห็นด้วย	9	4.04
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	9	4.04
10. การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์เป็นสิทธิส่วนบุคคล		
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	6	2.69
เห็นด้วย	7	3.14
ไม่แน่ใจ	32	14.35
ไม่เห็นด้วย	92	41.26
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	86	38.57

ตาราง 1.4 ทัศนคติเกี่ยวกับการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ พบว่า การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ชีวิตและทรัพย์สิน ร้อยละ 63.68 การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ไม่ได้ช่วยแก้ปัญหาชีวิตแต่อย่างใด ร้อยละ 23.32 และการซื้อเครื่องดื่มแอลกอฮอล์เป็นการสิ้นเปลือง 49.78

6. อภิปรายผลการวิจัย

นักศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในช่วงปีที่ผ่านมา มีจำนวนทั้งสิ้น 178 คน คิดเป็นร้อยละ 79.82 สอดคล้องกับงานวิจัยของ อัญชลี เหมชะญาติและศรีวรรณ ยอดนิล (2555) จากการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ที่มีประสบการณ์การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ร้อยละ 50.2 และ ยังมีพฤติกรรมการดื่มอยู่ในปัจจุบันร้อยละ 47.3 เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าผลการศึกษารังนี้้อัตราการดื่มสูงกว่าการทุกการศึกษาที่ผ่านมา แสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของวัยรุ่นไทย ที่ยังคงมีอัตราการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่ยังคงสูงขึ้นเรื่อย ๆ ทักษพล ธรรมรังสี (2556: 2) กล่าวถึง สถานการณ์การบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์และผลกระทบในประเทศไทย ปี2556 การสำรวจพฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในปี 2554 พบว่า คนไทยที่อายุ 15 ปีขึ้นไปเป็นนักดื่มในปัจจุบัน (Current drinker) หรือผู้ที่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ใน 12 เดือน ที่ผ่านมามีจำนวน 16,992,017 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 31.5 ของประชากรผู้ใหญ่ พร้อมทั้งผลของความชุกของนักดื่มมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยที่ประมาณครึ่งหนึ่งของประชากรผู้ใหญ่ชายดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ใน 12 เดือนที่ผ่านมา ในขณะที่ประชากรผู้ใหญ่หญิงที่ดื่มมีประมาณร้อยละ 11 ซึ่งเปรียบเทียบอย่างหยาบได้ว่า ประชากรผู้ใหญ่ชายมีความชุกการดื่มสูงกว่าประชากรผู้ใหญ่หญิงประมาณ 5 เท่า สอดคล้องกับงานวิจัยฉบับนี้ที่ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ เป็นเพศชายกว่าร้อยละ 76.23 ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

ในด้านของความรู้และพฤติกรรมเกี่ยวกับการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกฎหมาย สถานที่ดื่ม ผลของการดื่มอยู่ในระดับสูง ดังข้อคำถามวิจัย การดื่มสุราทำให้เกิดสาเหตุความบกพร่องทางระบบประสาท ผู้ตอบแบบสอบถาม ตอบข้อคำถามได้ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 97.31 อีกทั้งข้อคำถาม ห้ามขาย

เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ให้แก่ผู้ที่มีอายุไม่ครบ 18 ปี บริบูรณ์ ตอบข้อคำถามได้ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 94.62 ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถาม มีความเข้าใจในระดับสูง แม้จะมีความรู้เรื่องเครื่องดื่มแอลกอฮอล์อยู่มาก อีกทั้งมีการรณรงค์ออกกฎบังคับของภาครัฐแล้วก็ตาม แต่ก็ยังไม่สามารถลดปัญหาการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ได้ อุดมศักดิ์ แซ่โจ้ว (2560: ออนไลน์) นักวิชาการศูนย์วิจัยปัญหาสุรา กล่าวว่าจากการสำรวจของสำนักงานสถิติแห่งชาติปีล่าสุด พบว่า ประชากรไทยกว่า 18 ล้านคน ดื่มสุรา และในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา กว่าร้อยละ 40 เป็นนักดื่มประจำ โดยกลุ่มอายุ 15-19 ปี มีแนวโน้มดื่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2550 จนถึงปัจจุบัน

ที่น่าห่วงคือ กลุ่มนักดื่มร้อยละ 43.2 มีพฤติกรรมดื่มหนัก (ดื่มจนเมาหัวร่น้ำ) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 48.3) ซึ่งเป็นอัตราที่สูงกว่าเพศหญิงถึง 2 เท่า (ร้อยละ 23.8 ในเพศหญิง) แต่แนวโน้มของเยาวชนหญิงที่ตอบว่ามีพฤติกรรมดื่มหนักในช่วง 30 วันที่ผ่านมากลับมีอัตราสูงขึ้น (ร้อยละ 3.3 ในปี 2550 และร้อยละ 6.8 ในปี 2559)

หลักฐานทางวิชาการทั้งในและต่างประเทศชี้ว่าสถานที่ตั้งและความหนาแน่นของร้านขายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เยาวชนดื่ม องค์การอนามัยโลกได้เสนอนโยบายที่มีประสิทธิผลและมีผลการวิจัยรองรับว่าปกป้องเยาวชนได้ คือ การควบคุมการเข้าถึงเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ซึ่งเป็นวิธีการจำกัดขอบเขตทั้งด้านเวลา สถานที่ และลักษณะของผู้ดื่มเพื่อชะลอการเข้าถึงให้ช้าลง จะช่วยลดการดื่ม และลดผลกระทบต่อสังคม

ศรีรัช ลอยสมุทร (2560: ออนไลน์) สำหรับการเปลี่ยนแปลงของร้านเหล้ารอบสถานศึกษา พบว่า ปี 2559 เป็นปีที่เห็นผลจากการบังคับใช้คำสั่ง คสช. 22/2558 และมาตรการที่เกี่ยวข้องมากที่สุด สื่อมวลชนให้ความสำคัญกับประเด็นร้านเหล้ารอบมหาวิทยาลัยมากที่สุด โดยพบว่า จำนวนและความชุกของร้านเหล้ารอบสถาบันการศึกษาลดลงในภาพรวมร้อยละ 40 ร้านเหล้าขยับออกจากสถาบันการศึกษาเกิน 300 เมตร ร้านปรับเปลี่ยนการบริการรวมทั้งปฏิบัติตาม

กฎหมายในด้านการเปิดปิดตามเวลา การควบคุมเสียงดนตรีและการไม่ให้เด็กอายุต่ำกว่า 18 ปี เข้าใช้บริการ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้

จากการวิจัยครั้งนี้ ปรากฏนักศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในช่วงปีที่ผ่านมา มีจำนวนทั้งสิ้น 178 คน คิดเป็นร้อยละ 79.82 ของผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงมาก ทางสถาบันอาจต้องรณรงค์หรือปรับทัศนคติการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ใหม่ พร้อมทั้งปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ให้นักศึกษาได้ทราบถึงโทษที่ชัดเจนยิ่งขึ้น อีกทั้งอาจสร้างแรงจูงใจให้รางวัล หากนักศึกษาสามารถ ลด ละ เลิก เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ได้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การวิจัยในครั้งนี้เป็นงานวิจัยที่ศึกษาในภาพรวม เพื่อที่จะได้ทราบถึงความรู้ พฤติกรรมและทัศนคติ ของนักศึกษาในภาพรวมเท่านั้น การวิจัยในครั้งต่อไปอาจจะมุ่งเน้นถึงการเปรียบเทียบพฤติกรรม การดื่มสุราในแต่ละชั้นปี หรือศึกษาขนาดและผลกระทบจากการดื่มแอลกอฮอล์ที่มีต่อครอบครัว สังคม ประเทศชาติ หรือเน้นที่กฎและข้อบังคับของมหาวิทยาลัยมีผลต่อนักศึกษาหรือไม่ ในครั้งต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณแหล่งทุนสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน จากสถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตเพชรบูรณ์ ประจำปี 2561 และโครงการเครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาภาคเหนือตอนล่าง ร่วมป้องกันและแก้ไขปัญหาแอลกอฮอล์ ศูนย์ประสานงานเครือข่ายองค์กรงดเหล้าภาคเหนือตอนล่าง เป็นภาคีองค์กรร่วมกับสำนักงานเครือข่ายองค์กรงดเหล้า (สคล.) ภายใต้การสนับสนุนของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.)

เอกสารอ้างอิง

กรวรรณ บุษบง. (2557). พฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่ม แอลกอฮอล์ของนิสิตสาขาศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน. ปรินญาศึกษาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชา สุขศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กานต์นรินทร์ จรามร. (2558). การพัฒนารูปแบบการดำเนินงานโดยชุมชนมีส่วนร่วมเพื่อลดพฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์. นนทบุรี: สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข.

โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว. (2546). สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่ม 27 โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดย พระราชประสงค์ ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว "พิษภัยของแอลกอฮอล์" .เล่มที่ ๒๗. พิมพ์ครั้งที่ 4, กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์.

ทักษพล ธรรมรังสี. (2556). สถานการณ์การบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ และผลกระทบในประเทศไทย ปี 2556. กรุงเทพฯ: ศูนย์วิจัยปัญหาสุรา สำนักงานพัฒนานโยบายสุขภาพระหว่างประเทศ กระทรวงสาธารณสุข.

ปวีณา วงษ์ชอุ่ม (2557). ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทัศนคติ และพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของนิสิต ภาคปกติมหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี. ปรินญา รัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารทั่วไป, วิทยาลัยการบริหารรัฐกิจ, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ศรีรัช ลอยสมุทร. (2560: ออนไลน์). คม ชัด ลึก. นักศึกษา" ขาดจริง" กว่า 72% เมินคำสังคสช. ต่อมต่อ. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 มกราคม 2561. สืบค้นจาก<http://www.komchadluek.net/news/edu-health/293698>.

สุทธิพงษ์ กรานเขียว. (2558). พฤติกรรมการดื่มสุราของนิสิตภาคพิเศษมหาวิทยาลัยบูรพา.

มหาวิทยาลัยบูรพา ปรินญา รัฐประศาสนศาสตร มหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารทั่วไป, วิทยาลัยการบริหารรัฐกิจ, มหาวิทยาลัยบูรพา.

อัญชลี เหมชะญาติและศรีวรรณ ยอดนิล. (2555).

ปัจจัย ที่มีความสัมพันธ์ต่อการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี. วารสารการศึกษาและ พัฒนาสังคม.

(8)1, 115- 128.

อุดมศักดิ์ แซ่โง้ว พลเทพ วิจิตรคุณากร และสาวิตรี อึ้งนางค์กรชัย (2559). ข้อเท็จจริงและตัวเลข: เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในประเทศไทย. สงขลา: ศูนย์วิจัยปัญหาสุรา.

อุดมศักดิ์ แซ่โง้ว. (ออนไลน์). คม ชัด ลึก. นักศึกษา" ขาดจริง" กว่า 72% เมินคำสังคสช. ต่อมต่อ. สืบค้นเมื่อ วันที่ 20 มกราคม 2561. สืบค้นจาก <http://www.komchadluek.net/news/edu-health/293698>.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด

กนกพงษ์ ศรีเที่ยง^{1*} สุริยงค์ ประชาเขียว² และ สรายุธ บุญช่วย³

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย

99 หมู่ 10 ตำบลทรายขาว อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย 57120

รับบทความ กรกฎาคม 2561 ตอรับบทความ พฤศจิกายน 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 15 พฤษภาคม 2563

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

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเหมาะสมของการนำเปลือกสับปะรด ผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งด้วยวิธีอัดเย็น โดยใช้น้ำแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนในชุมชน โดยทำการศึกษาความเหมาะสมทางเทคนิค ซึ่งประกอบด้วย การวิเคราะห์สมบัติด้านเชื้อเพลิงของแท่งเชื้อเพลิงตามมาตรฐาน ASTM ผลการศึกษาพบว่าค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งชีวมวลที่ได้มีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 3,216-3,454 แคลอรี/กรัม มีค่าความชื้น สารระเหย ปริมาณเถ้า และคาร์บอนคงตัวของแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลที่ได้อยู่ในช่วงร้อยละ 16.50-20.20, 57.20-64.40, 3.88-5.62 และ 9.45-15.84 ตามลำดับ อัตราส่วนผสมที่ให้คุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงดีที่สุด คือ เปลือกสับปะรดบด 5 กิโลกรัม ต่อแป้งมันสำปะหลัง 3 ลิตร เป็นต้นไป

คำสำคัญ : พลังงานทดแทน, เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง, เปลือกสับปะรด

Development Products of Biomass Briquettes Production from Pineapple Peel.

Kanokpong Srithiang^{1*} Suriyong Prachakiew² and Sarayut Boonchaui³

¹ Faculty of Science, Rajamangala University of Technology Lana Chiangrai Campus, Chiangrai 57120, Thailand.

Receive: July 2018 Accepted: November 2018 Published online: 15 May 2020

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

Abstract

The objective of this research is to study the technical and economic feasibility of biomass briquette production from pineapple peel in order to use as alternative energy in communities. The biomass briquette in this research was produced by cold-press technique mixing with tapioca starch at different ratios. The fuel properties of briquette were analyzed according to ASTM standards. The studied results showed that the heating value of the briquette is in the range between 3,216-3,454 cal/g. The moisture, volatile, ash, and fixed carbon content are 16.50-20.20, 57.20-64.40, 3.88-5.62 and 9.45-15.84 %, respectively. The ratio with the best fuel property is pineapple peel 5 kg. : tapioca flour water 3 liter.

Keywords: renewable energy, briquette, pineapple peel

1. บทนำ

ในปัจจุบันทุกประเทศทั่วโลกล้วนให้ความสำคัญเกี่ยวกับเรื่องของพลังงาน เนื่องจากทรัพยากรด้านพลังงานมีปริมาณที่ลดลงและปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งประเทศไทยได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับเรื่องพลังงานเป็นอันดับต้น ๆ เช่นเดียวกัน พบว่าประเทศไทยมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานคาดการณ์ว่าในปี พ.ศ. 2561 ประเทศไทยจะมีการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งสิ้น 84,752 ktoe โดยในปีนี้จะประกอบด้วยการใช้พลังงานจากพลังงานทดแทนดั้งเดิม ได้แก่ พืชไม้และแกลบ เป็นต้น [1] การใช้เชื้อเพลิงประเภทพืชไม้และแกลบล้วนเป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมตามมา เช่น ปัญหาหมอกควันโดยเฉพาะจังหวัดในภาคเหนือซึ่งเป็นปัญหาต่อเนื่องในระยะ 10 ปีที่ผ่านมา หรือแม้กระทั่งปัญหาสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้ทรัพยากรป่าไม้ลดลงพบว่าปี 2559 พื้นที่ป่าไม้ประเทศไทยโดยกรมป่าไม้ระบุว่าประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 31.58 ของพื้นที่ทั่วประเทศ หรือเท่ากับ 102,174,805.09 ไร่ (163,479.69 ตารางกิโลเมตร) ลดลงจาก ปี พ.ศ. 2558 ร้อยละ 0.02 หรือ 65,000 ไร่ โดยประมาณ [4] ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องหาแหล่งพลังงานอย่างอื่นมาใช้ทดแทนเพื่อลดปัญหาดังกล่าว แหล่งพลังงานทดแทนที่หาได้ง่ายและมีศักยภาพสูงในประเทศไทย คือ พลังงานชีวมวลจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร การนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นพลังงานชีวมวลสามารถช่วยลดการใช้เชื้อเพลิงพืชไม้ได้และยังช่วยแก้ปัญหาการกำจัดของเสียและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้ในเวลาเดียวกัน

พบว่าเปลือกสับปะรดเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรชนิดหนึ่งที่มีปริมาณมากในประเทศไทย โดยดูจากผลผลิตสับปะรดในประเทศไทยปี 2560 มีจำนวน 2,174,561 ล้านตัน เฉพาะในจังหวัดเชียงรายมีการเพาะปลูกสับปะรดประมาณ 20,350 ไร่ โดยพื้นที่อำเภอพาน มีการเพาะปลูกสับปะรดมากกว่า 5,000 ไร่ หรือมีผลผลิตจากสับปะรดประมาณ 65,120 ตัน [3] ซึ่งส่งผล

ให้ผลผลิตสับปะรดในปีที่ผ่านมาปริมาณที่มากเกินไปความต้องการของตลาด ส่งผลให้สับปะรดราคาถูกลงอย่างมากจนส่งผลต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน จนหลายหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนได้พยายามเข้ามาช่วยเหลือ โดยเฉพาะการจัดตั้งกลุ่มเพื่อแปรรูปผลผลิตสับปะรดเพื่อช่วยเหลือเกษตรกรที่ประสบปัญหา

โดยชาวสวนสับปะรดบ้านอิงดอย หมู่ที่ 7 ตำบลแม่เย็น อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย ได้รวมกลุ่มกันและตั้งกลุ่มวิสาหกิจชุมชนชื่อว่า “ศูนย์เรียนรู้สับปะรด” ตำบลแม่เย็น อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย โดยได้นำเอาสับปะรดที่ปลูกมาแปรรูปทำสับปะรดกวน น้ำสับปะรดและขนมอีกหลากหลายชนิด เช่น ขนมเปียะไส้สับปะรดคุกกี้ไส้สับปะรด ออกจำหน่ายแทนการจำหน่ายสับปะรดสด ทั้งนี้เพื่อเป็นการสร้างได้และเพิ่มมูลค่าของผลผลิต แต่พบว่าในทุกวันมีการนำเอาสับปะรดสดเข้ามาในกลุ่มเพื่อแปรรูปเป็นจำนวนมาก ก่อให้เกิดปัญหามาซึ่งเกิดจากเศษเปลือกสับปะรด โดยมีเศษเปลือกสับปะรดเหลือทิ้งประมาณ 30 % ของผลสับปะรดทั้งหมด [9] ซึ่งเปลือกสับปะรดเหล่านี้หากปล่อยทิ้งไว้จะเกิดการเน่าเสียส่งกลิ่นรบกวนไปยังบริเวณรอบ ๆ ชุมชน ถึงแม้ทางกลุ่มจะมีวิธีการกำจัดไม่ว่าจะนำไปทำเป็นปุ๋ยหมัก หรือแม้กระทั่งนำไปเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ แต่เนื่องด้วยปริมาณเปลือกสับปะรดที่มีอยู่จำนวนมากทำให้ปัญหาเหล่านี้ยังคงรอการแก้ไขจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยนี้จึงเห็นความสำคัญในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น โดยทางศูนย์เรียนรู้สับปะรด ตำบลแม่เย็น อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย มีความเห็นที่ตรงกันโดยเฉพาะประธานกลุ่ม นางสาวจรรยาภรณ์ นรรัตน์ ประธานศูนย์เรียนรู้สับปะรด ต้องการให้แก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นพร้อมทั้งต้องการสร้างศูนย์เรียนรู้สับปะรด ให้เป็นที่รู้จักแพร่หลายมากกว่านี้รวมทั้งพร้อมเป็นแหล่งเรียนรู้ของของกลุ่มอื่น ๆ ที่มีความสนใจด้วย ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จะนำเปลือกสับปะรดมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานความร้อนทดแทนการใช้พืชและถ่านไม้และเป็นการกำจัดวัสดุเหลือทิ้งทาง

การเกษตรพร้อมทั้งช่วยแก้ปัญหาหมากหวะทาง
สิ่งแวดล้อมในชุมชน

2.วัตถุประสงค์

1. ศึกษาและพัฒนาเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจาก
เปลือกสับปะรด
2. ทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานเชื้อเพลิงชีว
มวลอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด

3. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ผลพลอย
ได้ที่สำคัญนอกเหนือจากผลผลิตทางการเกษตรก็คือ
เศษวัสดุจากการเกษตร เช่น เปลือกสับปะรด ฟางข้าว
แกลบ กากอ้อย ชังข้าวโพด และทะลายปาล์ม เป็นต้น
ซึ่งปริมาณชีวมวลจากเศษเหลือใช้ทางการเกษตรที่ผลิต
ในประเทศจะขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตทางการเกษตร
ของประเทศ ดังตารางที่ 1 ซึ่งแสดงข้อมูลพื้นที่การ
เพาะปลูกและผลผลิตทางการเกษตรที่ได้ในปี พ.ศ. 2560
จะเห็นว่าผลผลิตทางการเกษตรในปี 2560
ของพืชหลักทั้ง 6 ชนิด มีปริมาณมากถึง 30.50 ล้านตัน
ซึ่งทำให้ผลพลอยได้คือปริมาณชีวมวลจากเศษเหลือใช้
ทางการเกษตรก็มีปริมาณมากตามเช่นเดียวกัน
โดยเฉพาะสับปะรดที่มีผลผลิตรวมกันมากถึง 2.18 ล้าน
ตัน สัดส่วนองค์ประกอบของสับปะรดทั้งต้นคิดเป็น
น้ำหนักผล 37.35 เปอร์เซ็นต์ ใบ 38.78 เปอร์เซ็นต์ จุก
7.77 เปอร์เซ็นต์ ส่วนของต้น ก้านผลและหน่อเท่ากับ
12.86 3.08 และ 0.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำ
สับปะรดทั้งผลผ่านกระบวนการบรรจุกระป๋องส่วนของผล
สับปะรดที่ถูกตัดออกได้แก่หัว ท้าย แขน และเปลือกติด
เนื้อ จะมีองค์ประกอบของปริมาณผลพลอยได้และเศษ
เหลือ ซึ่งคิดเป็นอัตราส่วนต่อผลสับปะรด ดังนี้ เปลือก
และตา 29-34 % แขน 3.5-4.5 % จุกและก้าน 26-
35 % [6] เมื่อเทียบสัดส่วนเปลือกและตาสับปะรดมี
ประมาณ 30% ของสับปะรดทั้งหมด ประเทศไทยผลิต
สับปะรดในปี พ.ศ. 2560 ประมาณ 2.18 ล้านตัน เท่ากับ

ว่าจะมีเศษเหลือจากเปลือกและตาสับปะรดที่สามารถ
นำมาเป็นชีวมวลมากถึง 654,000 กิโลกรัม

เศษเหลือของสับปะรดทั่วไปเรียกว่าเปลือกหรือ
กากสับปะรด ประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ มีเปลือก
ด้านข้าง ส่วนหัว ส่วนล่าง ใต้ (แกนกลาง) และเศษเนื้อ
อาจจะมีสัดส่วนหนึ่งส่วนหนึ่งแตกต่างกันไป ซึ่งจะทำ
ให้ส่วนประกอบทางเคมีของเศษเหลือของสับปะรดรวมมี
ค่าแตกต่างกัน ส่วนประกอบทางเคมีแยกวิเคราะห์ตาม
ส่วนต่างๆ ของผลสับปะรด (% โดยวัตถุแห้ง) ดังแสดงใน
ตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ข้อมูลพื้นที่การเพาะปลูกและผลผลิตทางการ
เกษตรที่ได้ในปี พ.ศ. 2560 [8]

ชนิด	พื้นที่เพาะปลูก (ล้านไร่)	ผลผลิต (ล้านตัน)
สับปะรด	0.53	2.18
ข้าว	58.96	24.07
อ้อย	9.90	92.99
ข้าวโพด	6.57	4.70
ปาล์ม	5.50	13.51
มันสำปะหลัง	8.92	30.50
รวม	90.30	167.95

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบทางเคมีแยกวิเคราะห์ตามส่วน
ต่างๆ ของผลสับปะรด (% โดยวัตถุแห้ง) [2]

ส่วนประกอบ	เปลือก	ส่วน หัว	ส่วนล่าง	แกน ด้านข้าง
ความชื้น	85.8	84.9	85.9	88.6
โปรตีน	4.4	4.1	5.4	3.2
ไขมัน	1.5	1.2	1.4	1.3
เยื่อใย	8.1	11.6	13.4	8.9
เถ้า	4.9	5.4	7.6	3.8

จากตารางที่ 2 ส่วนต่างๆของเศษเหลือ
สับปะรดมีความชื้นอยู่ในช่วง 84.5-88.6 % ซึ่งมีความชื้น
ที่สูงมากดังนั้นในการนำเปลือกสับปะรดมาทำเป็นถ่าน
ชีวมวลจำเป็นจะต้องทำการตากแดดให้แห้งและให้ค่า
ความชื้นไม่ควรเกิน 50 % (2)

ประเภทของแท่งเชื้อเพลิง

แท่งเชื้อเพลิงที่มีการผลิตขึ้นในปัจจุบัน มี 2 ประเภท คือ

1. ถ่านอัดแท่ง หมายถึงการนำชีวมวลมาเผาจนเป็นถ่านแล้วมาอัดเป็นแท่งหรืออาจนำแท่งเชื้อเพลิงที่อัดเป็นแท่งแล้วมาเผาให้เป็นแท่งถ่าน

2. แท่งเชื้อเพลิงเขียวเป็นการนำชีวมวล มาอัดแท่งแล้วนำไปใช้งานได้โดยตรงไม่ต้องมีขั้นตอนการเผาเหมือนเช่นถ่านอัดแท่งตัวอย่าง ของแท่งเชื้อเพลิงเขียวแบบต่างๆ แสดงดังรูปที่ 1



(ก)

(ข)

รูปที่ 1 (ก) ถ่านอัดแท่ง (ข) แท่งเชื้อเพลิงเขียว

การศึกษาคุณสมบัติและขั้นตอนการเลือกวัสดุเหลือใช้ที่สามารถนำมาแปรรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิง [3]

1. ศึกษาวัสดุเหลือใช้เมื่อนำมาผ่านกระบวนการอัดแท่งแล้วนอกจากจะต้องมีค่า ความร้อนสูงแล้วยังต้องมีองค์ประกอบที่เป็นส่วนที่เผาไหม้ได้ (Combustible Substance) โดยเฉพาะ คาร์บอนคงตัวในปริมาณสูงแต่มีองค์ประกอบที่ เผาไหม้ไม่ได้หรือเถ้าและความชื้นในปริมาณที่ต่ำซึ่งได้แสดงเกณฑ์ตามคู่มือกรมโรงงานอุตสาหกรรมไว้ ดังนี้

- ค่าความร้อนไม่ควรต่ำกว่า 3,000 กิโลแคลอรี/วัน
- คาร์บอนคงตัว ไม่ควรต่ำกว่า 15%
- เถ้า (Ash) ไม่ควรต่ำกว่า 20%
- กำมะถันรวม (Total Sulfur) 2%

2. การนำวัสดุเหลือใช้มาผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิงควรทำการศึกษาลักษณะคุณสมบัติของวัสดุ เหลือใช้โดยเลือก

รูปแบบตามลักษณะของวัสดุ เช่น ถ้าวัสดุเหลือใช้ร้อนไม่จับเป็นก้อนก็ควรเติมตัว ประสาน เช่น แป้งมันหรือกากน้ำตาลในอัตราส่วน ที่เหมาะสมเพื่อให้จับตัวได้ดีหรือถ้าวัสดุเหลือใช้ มีค่าความร้อนต่ำอาจจะนำวัสดุอื่นที่มีค่าความร้อน สูงกว่ามาผสม (Blending) กับของเสียก่อน เพื่อให้ได้แท่งเชื้อเพลิงที่มีค่าความร้อนสูงเพิ่มขึ้นตามต้องการ เมื่อได้ส่วนผสมในอัตราส่วน ต่างๆ แล้วจึงนำชีวมวลและวัสดุผสมต่างๆ มาทำการผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิงดังต่อไปนี้

- ชั่งส่วนผสมตามสูตรต่างๆ ที่กำหนด
- ผสมส่วนผสมให้เข้ากัน
- นำส่วนผสมเข้าเครื่องอัดแท่ง
- ตากแห้งแท่งเชื้อเพลิง

3. หาสรรณะการใช้งานของแท่งเชื้อเพลิง โดยนำแท่งเชื้อเพลิงที่ได้ในอัตราส่วน ผสมต่างๆ นำไปวิเคราะห์ด้านเชื้อเพลิงตามการศึกษาเกณฑ์คุณสมบัติของแท่งเชื้อเพลิงโดยการหา ค่าความร้อน ปริมาณสารที่ระเหยได้ ปริมาณเถ้าและปริมาณความชื้น ปริมาณคาร์บอนคงตัว เป็นต้น

- ปริมาณความชื้น (Moisture Content) คือ อัตราส่วนระหว่างปริมาณความชื้นต่อปริมาณเนื้อเชื้อเพลิงอัดแท่งอบแห้งความชื้นมีผลทำให้ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งลดลง และทำให้เชื้อเพลิงอัดแท่งแตกร่วนได้ง่าย

- ปริมาณเถ้า (Ash Content) คือ ส่วนของสารอนินทรีย์ที่เหลือจากการสันดาปภายในเตาเผาที่อุณหภูมิ 750 °C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วยซิลิกาแคลเซียมออกไซด์

- สารที่ระเหยได้ (Volatile Matters) ปริมาณสารระเหยที่ได้ คือ ส่วนของเนื้อเชื้อเพลิงอัดแท่งแห้งที่ระเหยได้ ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีคาร์บอน ออกซิเจน และไฮโดรเจน

- คาร์บอนคงตัว (Fixed Carbon) คือ มวลคาร์บอนที่เหลือในเชื้อเพลิงอัดแท่ง หลังจากเอาสารระเหยออกไปแล้วที่อุณหภูมิ 950 °C

- ค่าความร้อน (Calorific Value or Heating Value) ค่าความร้อนของการสันดาปขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์บอนในเชื้อเพลิงอัดแท่ง เชื้อเพลิงที่มีคุณภาพสูงมีปริมาณคาร์บอนที่เสถียรเป็นองค์ประกอบอยู่สูง แต่มีสารที่ระเหยได้ในปริมาณต่ำ ดังนั้นถ่านอัดแท่งที่มีค่าความชื้นสูงมีผลทำให้ค่าความร้อนต่ำ ถ่านอัดแท่งที่มีค่าความร้อนสูงถือว่าเป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพดี

กรรมวิธีการอัดแท่งเชื้อเพลิง

จำแนกตามกระบวนการขึ้นรูปได้เป็น 2 ลักษณะ คือ กระบวนการอัดร้อน และอัดเย็น

- กระบวนการอัดร้อน (Hot Press Process)

เป็นการอัดวัสดุโดยให้ความร้อนตลอดเวลาที่ทำการอัด โดยใช้อุณหภูมิประมาณ 350 องศาเซลเซียสเหมาะสมกับวัสดุที่เมื่อได้รับความร้อนจะเกิดสารเคมีอินทรีย์ที่ช่วยยึดเนื้อวัสดุเข้าหากันจึงทำให้สามารถยึดเกาะขึ้นรูปเป็นแท่งได้โดยที่ไม่ ต้องใช้ตัวประสานสามารถนำมาทำเชื้อเพลิงอัดแท่งด้วยกระบวนการอัดร้อนคือวัสดุเศษเหลือทางการเกษตร (แกลบ ชี้เลื่อย ฟางข้าว เปลือกผลไม้ เปลือกผลไม้ ชังข้าวโพด ชานอ้อย ฯลฯ) วัชพืช บกและน้ำและผลผลิตทางการเกษตร โดยเฉพาะพืชที่มีแป้งและน้ำตาล (ข้าวโพด มันสำปะหลัง อ้อย ข้าวฟ่าง ฯลฯ)

- กระบวนการอัดเย็น (Cold Press Process)

เหมาะสำหรับวัสดุที่ไม่มีคุณสมบัติในการจับตัวด้วยความร้อน มี 2 วิธี คือ

1. การอัดเย็นชนิดเติมตัวประสานเป็นการอัดเย็นที่มีใช้กันอยู่ทั่วไปเนื่องจากเครื่องมือและวิธีการที่ง่าย และใช้พลังงานต่ำวัสดุผสมกับตัวประสานโดยทั่วไปจะเป็นแป้งมันสำปะหลังหากวัสดุใดมีขนาดใหญ่ เช่น กะลามะพร้าว เปลือกผลไม้ขนาดใหญ่ ต้องมี เครื่องบดให้ละเอียดก่อนแล้วจึงนำมาผสมกับแป้งมัน และน้ำในอัตราส่วนตามที่ต้องการการอัดเย็น ด้วยแรงอัดสูง

2. การอัดเย็นระบบใหม่ที่ไม่ต้องใช้ตัวประสาน แต่จะใช้แรงดันในการอัดสูงกว่าปกติอย่างมากเพื่อให้โมเลกุลของวัสดุเกิดการอัดตัวแน่นจนจับตัวเป็นก้อนได้ ซึ่งการอัดเย็นประเภทนี้จะใช้มอเตอร์ที่มีกำลังค่อนข้างสูง

และยังใช้พลังงานไฟฟ้ามากแต่จะมีขั้นตอนในการอัดเพียงขั้นตอนเดียวเพราะ ไม่ต้องผสมตัวประสาน และไม่มีความจำเป็น ที่จะต้องบดวัสดุก่อนเข้าอัดหากวัสดุไม่ได้มีขนาดใหญ่จนเกินไปนัก

4.วิธีการวิจัย

ในงานวิจัยครั้งนี้จึงได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ ศึกษาและวิเคราะห์วัตถุดิบที่ใช้ในการอัดแท่งเชื้อเพลิงโดยวัดค่าความร้อน (heating value) ของวัตถุดิบศึกษาการอัดแท่งเชื้อเพลิงโดยใช้อัตราส่วนผสมเปลือกสับประดบดตากแห้งต่อน้ำแป้งมันสำปะหลัง และการวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงของแท่งเชื้อเพลิงดังต่อไปนี้

4.1 การศึกษาวิเคราะห์วัตถุดิบที่ใช้ในการอัดแท่งเชื้อเพลิง

การอัดแท่งเชื้อเพลิงในงานวิจัยนี้ใช้วิธีอัดเย็นโดยใช้ตัวประสานเป็นน้ำแป้งมันสำปะหลัง เนื่องจากน้ำแป้งมันสำปะหลังสามารถขึ้นรูปได้ดีและมีค่าความร้อนที่ค่อนข้างสูงและทำการวัดค่าความร้อน (heating value) ของวัตถุดิบทั้งสองตามมาตรฐาน ASTM D3286

4.2 การอัดแท่งเชื้อเพลิง

ขั้นตอนการอัดแท่งเชื้อเพลิงโดยใช้อัตราส่วนผสมเปลือกสับประดบดตากแห้งต่อน้ำแป้งมันสำปะหลัง โดยมีขั้นตอนดำเนินการ ดังนี้

4.2.1 นำเปลือกสับประดที่ได้อาจกลุ่มศูนย์เรียนรู้สับประด ตำบลแม่เย็น โดยรวบรวมแล้วนำมาตากให้แห้ง โดยใช้เวลา 7-10 วัน

4.2.2 นำเปลือกสับประดที่ได้ไปย่อยโดยใช้เครื่องย่อยขนาด 5 แรงม้า จากนั้นทำการย่อยให้มีขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร เก็บบรรจุลงในภาชนะให้มิดชิด ป้องกันความชื้นที่จะเกิดขึ้น

4.2.3 เตรียมตัวประสานน้ำแป้งมันสำปะหลัง โดยเตรียมแป้งมันสำปะหลังและน้ำในสัดส่วน แป้งมันสำปะหลัง 50 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร มาให้ความร้อนจนมีลักษณะข้นเหนียวจากนั้นนำไปผสมกับเปลือกสับประดที่ผ่านการบดในขั้นตอนแรก โดยมีอัตราส่วนระหว่าง

เปลือกสับประรดบดตากแห้งต่อน้ำแป้งมันสำปะหลัง แสดงในตารางที่ 3

4.2.4 ขึ้นรูปเชื้อเพลิงอัดแท่งเป็นตามแบบมาตรฐาน ASTM E 75 โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร ความยาว 30 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นขนาดที่เป็นมาตรฐานและตรงความต้องการของตลาด จากนั้นนำเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งที่ได้ไปผึ่งแดดเพื่อลดความชื้นและทำให้เชื้อเพลิงประสานกัน โดยวางบนแผ่นตะแกรงแล้วนำไปตากแดดเป็นเวลา 7-10 เพื่อทำการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

4.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิง

ในการอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลตามอัตราส่วนในแต่ละชนิด อาจทำให้คุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงแตกต่างกันได้ จึงจำเป็นต้องนำเชื้อเพลิงชีวมวลมาวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิง ดังต่อไปนี้

- ค่าความร้อน (heating value) ทำการวิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM D3286
- ปริมาณความชื้น (moisture content) ทำการวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D3173
- ปริมาณเถ้า (ash content) ทำการวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D3174
- ปริมาณสารระเหย (volatile matter) ทำการวิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM D3175
- คาร์บอนคงตัว (fixed carbon) ทำการวิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM D3176

ตารางที่ 3 อัตราส่วนระหว่างเปลือกสับประรดบดตากแห้งต่อน้ำแป้งมันสำปะหลัง

ตัวอย่าง	เปลือกสับประรดบด (กิโลกรัม)	น้ำแป้งมันสำปะหลัง (ลิตร)
1	5	1
2	5	2
3	5	3
4	5	4
5	5	5

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการวิเคราะห์วัตถุดิบที่ใช้ในการอัดแท่งเชื้อเพลิง

ทำการวัดค่าความร้อน (heating value) ของแป้งมันสำปะหลังและเปลือกสับประรด โดยทำการวัดค่าความร้อนของวัตถุดิบทั้งสองตามมาตรฐาน ASTM D3286 ได้ผลการทดลอง แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าความร้อนของวัตถุดิบสำหรับเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง

ตัวอย่าง	วัตถุดิบ	ค่าความร้อน cal/g)
1	เปลือกสับประรดบด	3,122
2	แป้งมันสำปะหลัง	3,346

เปลือกสับประรดบดและแป้งมันสำปะหลัง ถือว่ามี ค่าความร้อนที่ผ่านมาตรฐานสำหรับผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลได้ โดยแป้งมันสำปะหลังจะมีค่าความร้อนที่สูงกว่าเปลือกสับประรดบด เนื่องจากเปลือกสับประรดมีความชื้นที่สูงกว่าเนื่องจากปัจจัยความชื้นของสภาพภูมิอากาศในช่วงเวลาทำการทดลอง

5.2 ผลการอัดแท่งเชื้อเพลิง

เชื้อเพลิงชีวมวลสามารถอัดขึ้นรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิง ได้ทุกอัตราส่วนผสมที่แสดงในตารางที่ 3 จากการตรวจสอบด้วยสายตา (visual inspection) พบว่าที่อัตราส่วนของเปลือกสับประรดบดต่อแป้งมันสำปะหลัง 5:1 และ 5:2 สามารถขึ้นรูปได้แต่ไม่มีความแน่นและเหนียวเมื่อนำแท่งเชื้อเพลิงที่ได้ไปตากให้แห้ง จะเกิดรอยเปราะและแยกออกจากกันบางส่วน ดังแสดงในรูปที่ 2



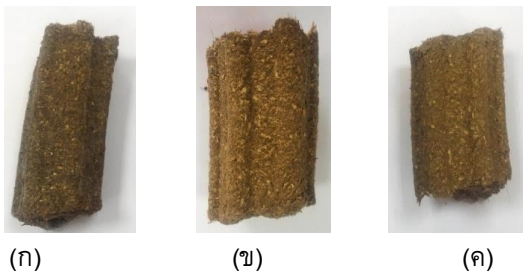
(ก)



(ข)

รูปที่ 2 (ก) อัตราส่วน 5:1 (ข) อัตราส่วน 5:2

พบว่าที่อัตราส่วนของเปลือกสับปะรดต่อ น้ำมันสำปะหลังที่ 5:3 5:4 และ 5:5 แท่งเชื้อเพลิงที่ได้ มีความแน่น ความเหนียวและสามารถคงรูปอยู่ได้ เมื่อ ทดลองบีบด้วยมือไม่กะเทาะออกจากกัน โดยความ เหนียวจะเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนน้ำมันสำปะหลัง เพิ่มขึ้น แต่เมื่อนำไปผึ่งแดดแล้ว แท่งเชื้อเพลิงที่ได้จะมี ลักษณะใกล้เคียงกันทุกอัตราส่วน ดังแสดงในรูปที่ 3

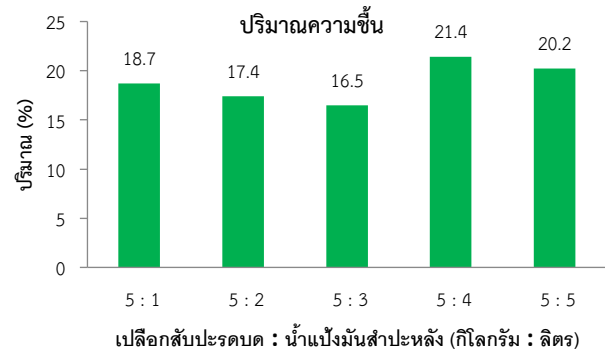


รูปที่ 3 (ก) อัตราส่วน 5:3 (ข) อัตราส่วน 5:4
(ค) อัตราส่วน 5:5

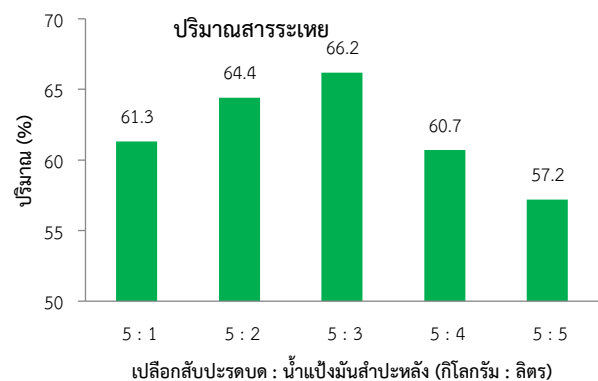
3.3 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติด้านเชื้อเพลิง ของแท่งเชื้อเพลิง

ผลการวิเคราะห์สมบัติด้านเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิง ชีวมวลอัดแท่งจากเปลือกสับปะรดแสดงอยู่ในรูปที่ 4-7 ค่าความชื้น ปริมาณสารระเหย ปริมาณเถ้า และ คาร์บอนคงตัวของแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลที่อัตราส่วนของ เปลือกสับปะรด : น้ำมันสำปะหลัง อัตราส่วน 5:1, 5:2, 5:3, 5:4 และ 5:5 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 16.50-20.20, 57.20-64.40, 3.88-5.62 และ 9.45-15.84 % ตามลำดับ โดยอัตราส่วนผสมที่มีค่าคาร์บอนคงตัวสูงที่สุด คือ อัตราส่วนเปลือกสับปะรด 5 กิโลกรัม : น้ำมันสำปะหลัง 3 ลิตร มีปริมาณคาร์บอนคงตัวเท่ากับ 15.50 % และมีปริมาณสารระเหยได้เท่ากับ 66.2 % โดยพบว่า ค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงที่ได้มีค่าอยู่ในช่วง 3,216-3,454 cal/g โดยค่าความร้อนที่ได้มีปริมาณที่ใกล้เคียง กันทุก ๆ อัตราส่วนเนื่องจากหลังจากตากแห้ง เชื้อเพลิงที่ได้เป็นเวลาประมาณ 7-10 เมื่อเชื้อเพลิงแห้ง สนิทจะเหลือปริมาณน้ำมันสำปะหลัง เมื่อเทียบ

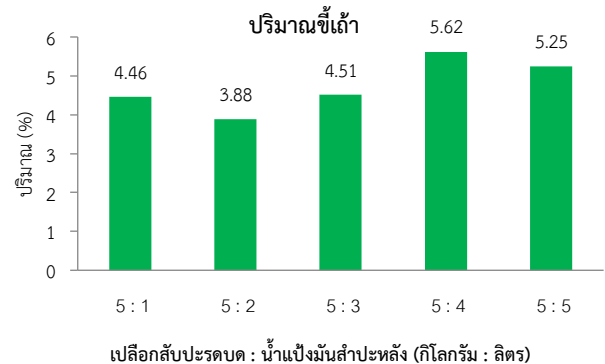
อัตราส่วนเปลือกสับปะรด 5 กิโลกรัม : น้ำมันสำปะหลัง 1 ลิตร จะเหลือเนื้อน้ำมันสำปะหลังเพียง 1% เท่านั้น แสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำมันสำปะหลังไม่มีผล ต่อค่าความร้อนของเชื้อเพลิง โดยค่าความร้อนทั้งหมดที่ ได้มาจากเปลือกสับปะรด แสดงในรูปที่ 8



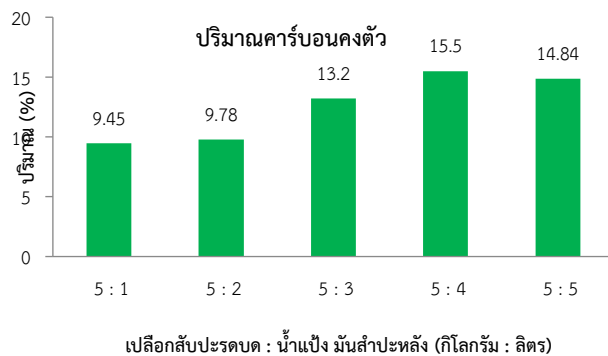
รูปที่ 4 แสดงปริมาณความชื้นที่อัตราส่วนต่าง ๆ



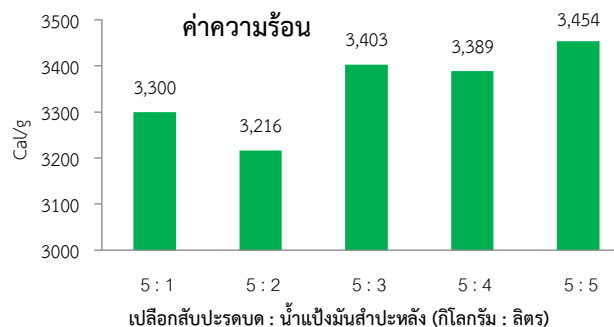
รูปที่ 5 แสดงปริมาณสารระเหยที่อัตราส่วนต่าง ๆ



รูปที่ 6 แสดงปริมาณเถ้าที่อัตราส่วนต่าง ๆ



รูปที่ 7 แสดงปริมาณคาร์บอนคงตัวที่อัตราส่วนต่าง ๆ



รูปที่ 8 แสดงปริมาณคาร์บอนคงตัวที่อัตราส่วนต่าง ๆ

6. อภิปรายผลการวิจัย

ในงานวิจัยครั้งนี้เชื้อเพลิงที่ได้เป็นเชื้อเพลิงเขียวโดยไม่ผ่านกระบวนการเผาให้เป็นถ่านเสียก่อน ดังนั้นเมื่อทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิง กับเชื้อเพลิงเขียวจากวัตถุดิบประเภทอื่น ๆ เช่น เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากทางมะพร้าว พบว่ามีค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงเท่ากับ 2,865-4,185 cal/g [5] เปลือกมุ้งคุดมีค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงเท่ากับ 4,280 cal/g [10] เปลือกทุเรียนมีค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงเท่ากับ 3,901 cal/g [12] แกลบมีค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงเท่ากับ 3,440 cal/g [11] เป็นต้น โดยเมื่อทำการเปรียบเทียบค่าความร้อนของเชื้อเพลิงจากเปลือกสับประตบดที่ได้จากงานวิจัยครั้งนี้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3,352.4 cal/g ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับแกลบแต่มีค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงที่ต่ำกว่า เชื้อเพลิงจาก

ทางมะพร้าว เชื้อเพลิงจากเปลือกมุ้งคุดและเชื้อเพลิงจากเปลือกทุเรียน พบว่าแท่งเชื้อเพลิงจากเปลือกสับประตบดมีปริมาณความชื้นเท่ากับ 18.84 % ซึ่งสูงกว่า ปริมาณความชื้นของแท่งเชื้อเพลิงเขียวในงานวิจัยอื่น เช่น ค่าความชื้นของเปลือกมุ้งคุด และเปลือกทุเรียน เท่ากับ 5.65 และ 6.68 ตามลำดับ[12] แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางความร้อนด้านอื่น ๆ พบว่าแท่งเชื้อเพลิงจากเปลือกสับประตบดมีปริมาณสารระเหยและปริมาณเถ้าเท่ากับ 60.48 และ 4.74 % ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าค่าของแท่งเชื้อเพลิงเขียวในงานวิจัยอื่น เช่น ปริมาณสารระเหยและปริมาณเถ้า ของเปลือกมุ้งคุด เท่ากับ 86.55 และ 5.03 % ตามลำดับ และมีคาร์บอนคงตัว เท่ากับ 12.75 % ซึ่งสูงกว่าค่าของแท่งเชื้อเพลิงเขียวในงานวิจัยอื่น จากผลการเปรียบเทียบ เมื่อพิจารณาค่าความร้อน พบว่าเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากเปลือกสับประตบดมีค่าความร้อนอยู่ในระดับที่ สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้เมื่อเปรียบเทียบกับแกลบ เมื่อพิจารณา องค์ประกอบของเชื้อเพลิงพบว่าเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากเปลือกสับประตบดมีปริมาณสารระเหย ปริมาณ เถ้า และคาร์บอนคงตัวดีและเป็นไปตามมาตรฐาน แต่มีปริมาณความชื้นที่ได้ค่อนข้างจะด้อยจากวัตถุดิบชนิดอื่นที่นำมาเปรียบเทียบกัน เนื่องมาจากว่าสับประตบดมีน้ำองค์ประกอบที่ค่อนข้างสูง ทำให้เศษเหลือสับประตบดมีความชื้นอยู่ในช่วง 84.5-88.6 % ซึ่งมีความชื้นที่สูงมาก ดังนั้นในการนำเปลือกสับประตบดมาทำเป็นถ่านชีวมวล จำเป็นจะต้องทำการตากแดดให้แห้งและให้ค่าความชื้นไม่ควรเกิน 50 % [2]

7. สรุป

ผลการศึกษาการนำเปลือกสับประตบดผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งด้วยวิธีอัดเย็นโดยใช้น้ำแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน พบว่าสามารถขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิงในทุกอัตราส่วนได้แต่ในอัตราส่วนที่ 1 และ 2 ไม่เหมาะสมที่จะนำมาเป็นเชื้อเพลิงเนื่องจากเปราะและแตกหักง่าย ซึ่งสามารถอัดขึ้นรูปได้ดีเมื่ออัตราส่วนผสมของเปลือกสับประตบดต่อน้ำแป้งมันสำปะหลังตั้งแต่

อัตราส่วนที่ 3 ขึ้นไป เชื้อเพลิงที่ได้มีค่าความร้อนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3,216-3,454 cal/g ซึ่งเพียงพอต่อการใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนได้ เหมาะสำหรับผู้สนใจหรือ วิศวกร ชุมชน “ศูนย์เรียนรู้สับปะรด” ตำบลแม่เย็น อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย อย่างไรก็ตามต้องหาวิธีการลดความชื้นของเปลือกสับปะรดลงให้มากกว่าเดิมเพื่อให้ถ่านเชื้อเพลิงเขียวที่ได้มีประสิทธิภาพสูงสุด รวมทั้งหาสถานที่ให้เหมาะสมในการตากเปลือกสับปะรดเพื่อไม่ให้กลิ่นและแมลงรบกวนต่อชุมชนรอบข้าง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ รวมทั้งคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย ที่อำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ และสถานที่ ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี รวมถึงแหล่งทุนวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ OTOP จากโจทย์คูปองวิทยาศาสตร์เพื่องาน OTOP และ OTOP จากพื้นที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2561). ผล การดำเนินงานด้านพลังงานทดแทน. เดือน ม.ค. - มิ.ย. 2561.
- [2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2546). พลังงานทดแทน. กระทรวงพลังงาน
- [3] กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2555). คู่มือแนวทาง และเกณฑ์คุณสมบัติของเสียเพื่อการแปรรูป เป็นแท่งเชื้อเพลิงและบล็อกประสาน. หน้า 21-25.
- [4] ข้อมูลสารสนเทศ กรมป่าไม้. (2559). [ออนไลน์] ได้จาก
:http://forestinfo.forest.go.th/55/Content.aspx?id=10325

- [5] ธนาพล ตันติสัตยกุล, สุริยา พงษ์เกษม, ปรีชญวิณ ภูญา, ภาณุวัฒน์ ไถ่บ้านกวย, (2558) พลังงาน ทดแทนชุมชนจากเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง จากทางมะพร้าว. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 23(3): 418-429.
- [6] มาลี วราหกิจ. (2521). การใช้ประโยชน์ของเศษ เหลือจากขบวนการแปรรูปสับปะรด. ข่าวสาร เกษตรศาสตร์ 23(6) : 44
- [7] วรพงษ์ สุริยจันทร์ทอง และวิภา ตั้งนิพนธ์. (2528). ส่วนประกอบทางเคมีของวัสดุเหลือใช้จาก อย่างจากโรงงานอาหารกระป๋องสำหรับใช้เป็นอาหารสัตว์. เอกสารเผยแพร่อัดสำเนา 13 หน้า.
- [8] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2560). สถิติ การเกษตรของประเทศไทย. สำนักงาน เศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์ กรุงเทพมหานคร. หน้า 66.
- [9] สมณ โพร็จจันทร์. (2558). การใช้ผลพลอยได้จาก สับปะรด เป็นอาหารโคเนื้อ-โคนม. [ออนไลน์] ได้จาก
http://expert.dld.go.th/attachments/article/166/pine_ap.pdf.
- [10] สังเวย เสวกวิหारी. (2555). ศักยภาพด้าน พลังงานของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือก มังคุด. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระ นคร.
- [11] สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2556) รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย. กระทรวงพลังงาน, 335 น.
- [12] อัจฉรา อัครจุฑิกลชัย, ชลันดา เสมสายัณห์, นัฐพร ประภักดี, ณัฐริดา เปี่ยมสุวรรณศิริ และนิภา วรณ ชูชาติ. (2554) การนำเปลือกทุเรียนและ เปลือกมังคุดมาใช้ประโยชน์ในรูปเชื้อเพลิง อัดแท่ง. น. 162-168, การประชุมวิชาการของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49, กรุงเทพฯ.

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 ตำบลปทุมโพธิ์ อ.คลองหลวง จ. สิงห์หน้ 50220

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

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