

วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ Thaksin University Journal

ปีที่ 18 ฉบับที่ 1
Vol.18 No.1

มกราคม – มิถุนายน 2558
January-June 2015



บทความวิจัย (Research Articles)

1. การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเหลือทิ้งซังและเปลือกข้าวโพดด้วยเทคนิคการอัดรีดขึ้นรูป โดยใช้ตัวประสาน
แป้งมันผสมปูนขาว
กิตติกร สาสุจิตต์ Kittikorn Sasujit, วราพงศ์ แสนพินิจ Warapong Sanpinit,
ณัฐพงษ์ วงศ์รินทร์ Nattapong Wongrin, ณัฐวุฒิ ดุษฎี Natthawud Dussadee.....5
2. ประสิทธิภาพการใช้น้ำหมักชีวภาพและเอเอ็มบอลในการบำบัดน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด
กานตกานท์ เทพนรงค์ Kantakan Thepnarong, สมหมาย เขียววาริสังจะ Sommai Chiayvareesajja,
ดวงพร คั่นโชติ Duangporn Kantachote.....15
3. การพัฒนาออนไลน์ด้านการปรับตัวด้านสุขภาพตามการเปลี่ยนแปลงทางสภาพอากาศ
มัลลิกา เกลี้ยงเกล้า Mallika Kliangkhlao, เดือนเพ็ญ กษกรจารุพงศ์ Duenpen Kochakornjarupong,
วิสิทธิ์ บุญชุม Visit Boonchoom.....23
4. การพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้า โดยวิธีดัชนีชี้แนวโน้มและวิธีโครงข่ายประสาทเทียม
ชื่นใจ สุกปาน Chuenjai Sukpan, จิตติมา ชอบเอียด Chittima Chopaiad, สิทธิเดช ชูด้วง Sittidet Chooduang.....32
5. การยับยั้งการทำงานของฮีแมกกลูตินินของไข้หวัดใหญ่ H1N1 ด้วยสารแอนโดรกราโฟไลด์และอนุพันธ์
พนิตา กังซุ่น Panita Kongsune, ซ้ำซีเยห์ มะลี Sumseeyah Malee, ปาตีเมาะ ดอเลาะ Patimoh Doloh.....41
6. สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตพอลิไฮดรอกซีบิวทีเรตจากอัลคาลิเจนส ยูโทรฟัส และการประยุกต์ใช้
ศศิธร สอนนำ Sasithorn Sonnam, เทวัญ หยุ่นยู Tewan Yunu, นิษา ไพจิตร Nisa Paichid,
กนกพร สังข์รักษ์ Kanokphorn Sangkharak.....49
7. การพัฒนารูปแบบเสริมสร้างพลังอำนาจชุมชนในการคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง
ในพื้นที่ ตำบลเสม็ด อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์
กัญญารัตน์ คุณหงษ์ Kanyarat Khoonhong, จิระศักดิ์ เจริญพันธ์ Cheerasak Charoenpan,
นิรุวรรณ เทรินโบล์ Niruwan Turnbull.....57
8. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการทำวิจัยของบุคลากรสาธารณสุข ในเครือข่ายหน่วยบริการสุขภาพปทุมภูมิภมรา
จังหวัดพัทลุง
ภานุวัฒน์ พรหมสังคะ Bhanuwat Phromsunkkhaha, เรณู สะแหละ Raynue Salaea,
เรืองฤทธิ์ สุวรรณรัตน์ Ruengrit Suwannarat, ดวงพร ถวัลย์ชัยวัฒน์ Duangporn Thawanchaiwat,
บุญญพัฒน์ ไชยเมธ Bhunyabhadh Chaimay, สมเกียรติยศ วรเดช Somkiattiyos Woradet.....66

รูปแบบวารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ

ชื่อวารสาร	วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ (Thaksin University Journal)	
เจ้าของ	มหาวิทยาลัยทักษิณ	
ที่ปรึกษา	อธิการบดี (รศ.ดร.วิชัย ชำนิ)	(มหาวิทยาลัยทักษิณ)
	รองอธิการบดี (รศ.เกษม อัครวรรดิทนกุล)	(มหาวิทยาลัยทักษิณ)
	ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา (ผศ.ดร.พรพันธุ์ เขมคุณาศัย)	(มหาวิทยาลัยทักษิณ)
บรรณาธิการ	รศ.ดร.นิคม ชูศิริ	(มหาวิทยาลัยทักษิณ)
กองบรรณาธิการ	ศ.ดร.จรัญ จันทลักขณา	(มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)
	ศ.ดร.วิสุทธิ์ ไปไม้	(มหาวิทยาลัยมหิดล)
	ศ.ดร.สุทัศน์ ยกส้าน	(มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ)
	ศ.ดร.วัชรินทร์ รุกขไชยศิริกุล	(มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์)
	ศ.ดร.สุทนต์ เบญจกุล	(มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์)
	ศ.ดร.สุรินทร์ เศรษฐมานิต	(จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)
	ศ.ดร.สมจิตต์ สุพรรณทัศน์	(มหาวิทยาลัยมหาสารคาม)
	รศ.ดร.ครรชิต มัลลียงศ์	(สภากิจแห่งชาติ)
	รศ.ดร.หิรัญญา เพชรมั่ง	(มหาวิทยาลัยทักษิณ)
	ผศ.ดร.นกุล อินทระสังขา	(มหาวิทยาลัยทักษิณ)
	ผศ.ดร.กรวิภา ก้องกุล	(มหาวิทยาลัยทักษิณ)
	ผศ.ดร.บุญญพัฒน์ ไชยเมล์	(มหาวิทยาลัยทักษิณ)
	อ.ดร.ศิริรัตน์ สีนประจักษ์ผล	(มหาวิทยาลัยทักษิณ)
กองจัดการ	นางสาวอรกมล ไกรวงศ์	(มหาวิทยาลัยทักษิณ)
	นางสุมาลี จันทร์ผลึก	(มหาวิทยาลัยทักษิณ)
	นางสาวพิมพ์ผดุงดา มณีวงศ์	(มหาวิทยาลัยทักษิณ)
	นางสาวขวัญใจ นิมดวง	(มหาวิทยาลัยทักษิณ)
วัตถุประสงค์	1. เพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยและบทความของบุคลากรมหาวิทยาลัยทักษิณและหน่วยงานต่าง ๆ 2. เป็นสื่อประชาสัมพันธ์ข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย 3. เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย	
กำหนดการออก	ปีละ 2 ฉบับ (มกราคม – มิถุนายน และ กรกฎาคม – ธันวาคม)	
จำนวนพิมพ์	300 ฉบับ	
รูปแบบเล่ม	ขนาด B5 (8 หน้ายก) ประมาณ 10 ยก ปกอาร์ตมัน 210 แกรม พิมพ์ 2 สี เคลือบ UV เนื้อในใช้กระดาษปอนด์ 80 แกรม หรือ กระดาษนิวเอช 105 แกรม พิมพ์สีเดียว 9 ยก และสอดสี 1 ยก	
การเผยแพร่	จัดจำหน่ายและสมัครสมาชิก	
การบอกรับเป็นสมาชิก	มอบเป็นอนินันทนการแก่ห้องสมุดของหน่วยงานรัฐและเอกชน สถาบันการศึกษา ค่าสมาชิก ปีละ 200 บาท แจ้งชื่อที่อยู่พร้อมธนาคณัติหรือเช็คไปรษณีย์ส่งจ่าย	
การติดต่อ	บรรณาธิการวารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ ที่ทำการไปรษณีย์ป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง 93210 กองจัดการวารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง 93210 โทรศัพท์ 0-7460-9600 ต่อ 7250-9 โทรสาร 0-7467-3227 E-mail Address: research.tsu@gmail.com	
โรงพิมพ์	ดาวฟิล์ม วีดีโอ กราฟฟิค 325/4 ถ.สาครมงคล 2 ต.หาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110 โทรศัพท์/โทรสาร 0 7425 8243/ 081 6095695 E-mail : dowfilm2012@hotmail.com	

บรรณาธิการแถลง

วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณฉบับนี้ เป็นวารสารปีที่ 18 ฉบับที่ 1 (ประจำเดือนมกราคม – มิถุนายน 2558) มีเนื้อหาสาระที่น่าสนใจ ประกอบด้วยบทความวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจำนวน 8 เรื่อง คณะทำงานประจำกองบรรณาธิการขอขอบคุณเจ้าของบทความทุกท่านที่ได้กรุณาส่งบทความวิจัยมาลงตีพิมพ์ในวารสารฉบับนี้ ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิเป็นอย่างสูงที่เสียสละเวลาอันมีค่าอย่างยิ่งในการกลั่นกรองพิจารณาแก้ไขงานเขียนดังกล่าวเพื่อนำเสนออ่าน

สำหรับผู้สนใจที่จะเผยแพร่ผลงานทางวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผ่านวารสารมหาวิทยาลัยทักษิณไม่ว่าจะเป็นบุคคลภายในและบุคคลภายนอกมหาวิทยาลัยทักษิณ สามารถส่งบทความของท่านมายังกองบรรณาธิการ ทางกองบรรณาธิการยินดีจะเผยแพร่ผลงานของท่านเมื่อผ่านการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ ขอขอบคุณผู้อ่านทุกท่านที่ติดตามความเคลื่อนไหวทางวิชาการผ่านวารสารฉบับนี้ หากมีข้อคิดเห็น โปรดเสนอแนะ และชี้ข้อบกพร่องต่างๆ ของวารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ ทางกองบรรณาธิการขอน้อมรับไปปรับปรุงในการพิมพ์ครั้งต่อไป และขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

รองศาสตราจารย์ ดร.นิคม ชูศิริ
บรรณาธิการประจำฉบับ

1.	การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเหลือทิ้งซังและเปลือกข้าวโพดด้วยเทคนิคการอัดรีดขึ้นรูป โดยใช้ตัวประสาน แป้งมันผสมปูนขาว กิตติกร สาสุจิตต์ Kittikorn Sasujit, วราพงศ์ แสนพินิจ Warapong Sanpinit, ณัฐพงษ์ วงศ์รินทร์ Nattapong Wongrin, ณัฐวุฒิ ดุษฎี Natthawud Dussadee.....	5
2.	ประสิทธิภาพการใช้น้ำหมักชีวภาพและโอเอ็มบอลในการบำบัดน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด กานตกานท์ เทพณรงค์ Kantakan Thepnarong, สมหมาย เขียววารีสังจะ Sommai Chiayvareesajja, ดวงพร คันธโชติ Duangporn Kantachote.....	15
3.	การพัฒนาออนไลน์ด้านการปรับตัวด้านสุขภาพตามการเปลี่ยนแปลงทางสภาพอากาศ มัลลิกา เกลี้ยงเกล้า Mallika Kliangkhlao, เตือนเพ็ญ กษกรจารุงศ์ Duenpen Kochakornjarupong, วิสิทธิ์ บุญชุม Visit Boonchoom.....	23
4.	การพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้า โดยวิธีดัชนีชี้้นำและวิธีโครงข่ายประสาทเทียม ชื่นใจ สุกปาน Chuenjai Sukpan, จิตติมา ชอบเอียด Chittima Chopaiad, สิทธิเดช ชูด้วง Sittidet Chooduang.....	32
5.	การยับยั้งการทำงานของฮีแมกกลูตินินของไข้หวัดใหญ่ H1N1 ด้วยสารแอนโดรกราโฟไลต์และอนุพันธ์ พนิดา กังซุ่น Panita Kongsune, ช่าซียะห์ มะลี Sumseeyah Malee, ปาตีเมาะ ดอเลาะ Patimoh Doloh.....	41
6.	สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตพอลิไฮดรอกซีบีวทีเรตจากอัลคาลิเจนส ยูโทรฟัส และการประยุกต์ใช้ ศศิธร สอนนำ Sasithorn Sonnam, เทวัญ หนูหนู Tewan Yunu, นิษา ไพจิตร Nisa Paichid, กนกพร สังขรักษ์ Kanokphorn Sangkharak.....	49
7.	การพัฒนารูปแบบเสริมสร้างพลังอำนาจชุมชนในการคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง ในพื้นที่ ตำบลเสม็ด อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ กัญญารัตน์ คุณหงษ์ Kanyarat Khoonhong, จิระศักดิ์ เจริญพันธ์ Cheerasak Charoenpan, นิรุวรรณ เทรินโบล์ Niruwan Turnbull.....	57
8.	ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการทำวิจัยของบุคลากรสาธารณสุข ในเครือข่ายหน่วยบริการสุขภาพปฐมภูมิองคกร จังหวัดพิจิตร ภานุวัฒน์ พรหมสังคหะ Bhanuwat Phromsunkkhaha, เรณู สะแหละ Raynue Salaea, เรืองฤทธิ์ สุวรรณรัตน์ Ruengrit Suwannarat, ดวงพร ถวัลย์ชัยวัฒน์ Duangporn Thawanchaiwat, บุญญพัฒน์ ไชยมล Bhunyabhadh Chaimay, สมเกียรติยศ วรเดช Somkiattiyos Woradet.....	66

การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเหลือทิ้งซังและเปลือกข้าวโพด ด้วยเทคนิคการอัดรีดขึ้นรูปโดยใช้ตัวประสานแป้งมันผสมปูนขาว Study of Process Densification of Corn Cob and Corn Husk Briquettes by Cold Extrusion Technique Using Starch with Lime Mixed as Binder

กิตติกร สาสุจิตต์^{1*} วราพงศ์ แสนพินิจ² ณัฐพงษ์ วงศ์รินทร์² และณัฐวุฒิ ดุษฎี³
Kittikorn Sasujit^{1*}, Warapong Sanpinit², Nattapong Wongrin² and Natthawud Dussadee³

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษานำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรได้แก่ซังข้าวโพดและเปลือกข้าวโพด มาผ่านกระบวนการอัดรีดขึ้นรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิง ใช้ตัวประสานแป้งมันผสมปูนขาวในอัตราส่วน 2:1, 1:1 และ 1:2 ที่อัตราส่วนผสมวัสดุเหลือทิ้งร้อยละ 20, 30 และ 40 โดยน้ำหนัก อีกทั้งแปรเปลี่ยนอัตราส่วนผสมซึ่งต่อเปลือกข้าวโพด 20:80, 50:50 และ 80:20 โดยน้ำหนัก ผลการศึกษาพบว่าแท่งเชื้อเพลิงที่เหมาะสมคืออัตราส่วนผสมวัสดุเหลือทิ้ง 20:80 ตัวประสานเชื้อเพลิง 1:2 อัตราส่วนผสมร้อยละ 20 โดยน้ำหนักวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ให้ค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิง 12.77 เมกะจูลต่อกิโลกรัม และความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิง 940 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ประสิทธิภาพความร้อนเตาชีวมวล ร้อยละ 16.31 โดยมีเงินลงทุนเริ่มต้นของระบบ 203,000 บาท ค่าใช้จ่ายรายปี เท่ากับ 361,061 บาทต่อปี ให้ผลตอบแทนสุทธิ 58,984 บาทต่อปี และคืนทุนภายใน 3.44 ปี จะเห็นได้ว่าวัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพดมีศักยภาพสูงในการนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง

คำสำคัญ : เชื้อเพลิงอัดแท่ง วัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพด การอัดรีดขึ้นรูป

¹ อ., สาขาวิชาพลังงานทดแทน วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

² นักศึกษา, สาขาวิชาพลังงานทดแทน วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

³ ผศ., สาขาวิชาพลังงานทดแทน วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

* Corresponding author: e-mail: kittikorn@mju.ac.th Tel: 0-5387-5140 Fax: 0-5387-8333

Abstract

This research to study of production of corn residues are corn cob and corn husk by means of extrusion technique in cold compression which employed cassava paste mix lime for binder. With this research, it intended for raw material fraction of 80:20, 50:50 and 20:80. The binder mixed cassava paste with lime of 1:2, 1:1 and 2:1. It mixed with raw materials of 20, 30 and 40%wt. According to study, it was found the optimum of raw material fraction of 20:80, binder mixed of 1:2, raw material mixed of 20%wt. It was raw materials briquette density of 940 kg/m^3 , the heating value of 12.77 MJ/kg , biomass stove thermal efficiency of 16.31%. The economic evaluated briquette corn residue system have to fixed cost of 203,000 Baht, variable cost of 361,061 Baht per year, payback period of 3.44 years. So, the corn residues has highly potential for biomass conversion to biomass briquette.

Keywords : Fuel Briquettes, Corn-Cob Residues, Extrusion Technique

บทนำ

จากสถานการณ์ด้านการใช้พลังงานในเชิงพาณิชย์ในปัจจุบันมีแนวโน้มการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้นทุกปี เนื่องจากปัจจัยด้านการพัฒนาเศรษฐกิจ และความมั่นคงของประเทศ โดยเฉพาะในภาคธุรกิจ ภาคอุตสาหกรรม ที่มีการใช้พลังงานเป็นจำนวนมาก ทำให้ส่งผลต่อการใช้พลังงานในภาคครัวเรือนทำให้ค่าใช้จ่ายสูงขึ้น เพื่อให้เกิดการลดการใช้พลังงานในภาคครัวเรือน ควรสรรหาแหล่งพลังงานทดแทนอื่น ๆ อาทิเช่น พลังงานชีวมวล และพลังงานหมุนเวียนในรูปอื่น ๆ ซึ่งจะส่งผลดีในภาพรวมของประเทศเป็นอย่างมาก ปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานทดแทนใหม่ ๆ ที่มีความเหมาะสมสำหรับการประยุกต์ใช้ในภาคครัวเรือน อาทิเช่น เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง เตาแก๊สชีวมวล เตาเผาถ่าน เป็นต้น ซึ่งเทคโนโลยีต่าง ๆ เหล่านี้จะช่วยเป็นประโยชน์มากสำหรับการลดการใช้พลังงานในภาคครัวเรือน โดยนำเอาวัสดุเหลือทิ้งที่มีอยู่ในชุมชนมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ประเทศไทยพื้นที่ส่วนใหญ่จะทำการเกษตร อาทิเช่น ข้าว ข้าวโพด และไม้ผลต่าง ๆ เป็นต้น ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีการเพาะปลูกเป็นจำนวนมากโดยเฉพาะพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ได้แก่จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน โดยมีพื้นที่การเพาะปลูกข้าวโพดในปี 2556 จำนวน 7,541,447 ไร่ พื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวโพด มีจำนวน 7,161,929 ไร่ ให้ผลผลิตข้าวโพด จำนวน 5,062,828 ตันต่อปี [1] โดยผลผลิตที่ได้จะนำไปผ่านกระบวนการแปรรูปทำอาหาร และอาหารสัตว์เลี้ยง รวมไปถึงการส่งออกต่างประเทศ ทั้งนี้ในขั้นตอนการแปรรูป หรือในช่วงการเก็บเกี่ยวผลผลิตจะมีวัสดุเหลือทิ้ง ได้แก่ เปลือก และซังข้าวโพด ซึ่งไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่เกษตรกรจะปล่อยให้เน่าและเผาทิ้ง ซึ่งก่อให้เกิดควันจากการเผาไหม้ทำลายชั้นบรรยากาศของโลก และสุขภาพประชากรในชุมชนที่อาศัยในพื้นที่ ในส่วนของต้นข้าวโพดโดยส่วนใหญ่จะนำไปเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ เช่น วัว ควาย ช้าง เป็นต้น ดังนั้นหากมีการจัดการวัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพด ก็จะช่วยลดการเผาไหม้ของเกษตรกร จากการประเมินพบว่าประเทศไทยจะมีปริมาณซังข้าวโพดเหลือทิ้งจำนวน 1,019,654 ตันต่อปี เปลือกข้าวโพด จำนวน 304,782 ตันต่อปี โดยประเมินจากสัดส่วนชีวมวลซังข้าวโพด ร้อยละ 20.14 และเปลือกข้าวโพดร้อยละ 6.02 โดยน้ำหนักของต้นข้าวโพด [2] ทั้งนี้การจัดการวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรพบว่าสามารถนำมาผ่านการอัดรีดขึ้นรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิง ซึ่งทำให้ลดปริมาณการเก็บ จากการศึกษาการใช้เชื้อเพลิงเหลือทิ้งมาผ่านกระบวนการอัดรีดขึ้นรูป โดยใช้แบริ่ง

เป็นตัวประสานเชื้อเพลิงพบว่าให้ความหนาแน่นเชื้อเพลิงมากกว่า 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร [3] กรณีใช้วัสดุเหลือทิ้งจากขานอ้อยและขุยมะพร้าวใช้ตัวประสานแป้งมันพบว่าให้ความหนาแน่น 570-980 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร [4] ในส่วนของซังข้าวโพดพบว่าเมื่อใช้ตัวประสานแป้งมันพบว่าให้ความหนาแน่นเชื้อเพลิง 650 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร [5] โดยมีค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิง 15 – 20.89 เมกะจูลต่อกิโลกรัม [5-6] ในส่วนของการใช้ปูนขาวเป็นตัวประสานพบว่าทำให้เชื้อเพลิงแข็งและจับตัวกันได้ดี อีกทั้งต้นทุนต่ำกว่าแป้งมัน จากงานวิจัยการใช้ปูนขาวเป็นตัวประสานการอัดรีดขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิงขยะ พบว่ามีความหนาแน่นเชื้อเพลิง 1,042 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง 19.10 เมกะจูลต่อกิโลกรัม [7] ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษานำซังข้าวโพดและเปลือกข้าวโพดที่เหลือทิ้งมาใช้ประโยชน์ด้านพลังงานทดแทน โดยศึกษากระบวนการอัดรีดขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิง ผลของอัตราส่วนผสมตัวประสานแป้งมันผสมปูนขาวที่มีต่อความหนาแน่น และค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิง พร้อมทั้งศึกษาการใช้ประโยชน์ในรูปของความร้อนที่ได้จากการทดสอบการเผื่อของน้ำ ซึ่งผลการศึกษานี้ นอกจากจะเป็นการนำเอาวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์ในรูปของการผลิตแท่งเชื้อเพลิง ยังเป็นการลดการเผาไหม้ตามกองวัสดุเหลือทิ้งบนแปลงเกษตรกรรม ขณะเดียวกันแท่งเชื้อเพลิงที่ได้นำมาเป็นเชื้อเพลิงใช้กับเทคโนโลยีพลังงานทดแทนในครัวเรือน ลดการใช้พลังงานทั้งแก๊สหุงต้มในภาคครัวเรือนอีกทางหนึ่งด้วย

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

ซังและเปลือกข้าวโพดที่ใช้ในการอัดรีดขึ้นรูปจะทำการสับผ่านเครื่องสับย่อยโดยมีขนาดอยู่ในช่วง 3 – 5 เซนติเมตร โดยปรับลดความชื้นให้เหลือความชื้นชีวมวลต่ำกว่าร้อยละ 15 จากนั้นนำไปวิเคราะห์ทางองค์ประกอบทางเคมีแบบประมาณและแบบละเอียดตามมาตรฐาน ASTM D3172 –D3175 ASTM D3176-D3179 และ ASTM D5865 พบว่าปริมาณสารระเหยอินทรีย์ คาร์บอน ไฮโดรเจน มีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยอื่น [8-9] ทั้งนี้เมื่อพิจารณาค่าความร้อนพบว่าซังข้าวโพดที่ใช้ในการทดลองมีค่าสูงถึง 22.38 เมกะจูลต่อกิโลกรัม ดังตารางที่ 1-2

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางเคมีแบบประมาณของวัสดุเหลือทิ้งจากซังข้าวโพด

วัสดุเหลือทิ้ง ทางการเกษตร	องค์ประกอบทางเคมีแบบประมาณ (ร้อยละ)				ค่าความร้อน เชื้อเพลิง (MJ/kg)	อ้างอิง
	สารระเหย อินทรีย์	คาร์บอนคงที่	เถ้า	ความชื้น		
ซังข้าวโพด	80.80	5.55	3.05	10.60	22.38	งานวิจัยนี้
ซังข้าวโพด	80.10	18.54	1.36	2.86	18.77	[8]
เปลือกผสมซังข้าวโพด	75.96	13.23	4.75	6.06	18.01	[9]

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางเคมีแบบละเอียดของวัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพด

วัสดุเหลือทิ้ง ทางการเกษตร	องค์ประกอบทางเคมีแบบละเอียด (ร้อยละ)					อ้างอิง
	คาร์บอน	ไฮโดรเจน	ออกซิเจน	ไนโตรเจน	ซัลเฟอร์	
ซังข้าวโพด	42.28	6.43	40.26	1.20	<0.01	งานวิจัยนี้
ซังข้าวโพด	46.58	5.87	45.46	0.47	0.01	[8]
เปลือกผสมซังข้าวโพด	43.98	5.39	39.10	0.62	0.10	[9]

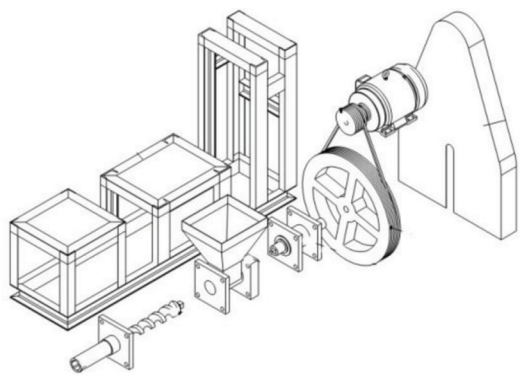
หมายเหตุ : NA = Not available

เครื่องผลิตแท่งเชื้อเพลิงแบบเกลียวอัดรีดขึ้นรูป

การผลิตแท่งเชื้อเพลิงใช้เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงแบบเกลียวอัดรีดขึ้นรูป จากรายงานการวิจัยพบว่าเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงชนิดนี้จะใช้พลังงานจำเพาะต่ำ เพราะไม่ต้องการความร้อนในระหว่างกระบวนการ แต่ทั้งนี้ต้องใช้ตัวประสานเชื้อเพลิงเพื่อยึดเกาะวัสดุเหลือทิ้งรูป [8] โดยงานวิจัยนี้ใช้เครื่องอัดรีดขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิงแบบเกลียวอัดรีดต้นกำลังมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 5 แรงม้า มีความเร็วรอบ 140 รอบต่อนาที แท่งเชื้อเพลิงที่ผ่านการอัดจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 5 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (รูตรงกลางแท่งเชื้อเพลิง) ขนาดเท่ากับ 1.5 เซนติเมตร ในส่วนของความยาวสามารถตัดได้ตามความต้องการ ดังแสดงในภาพที่ 1



ก) เครื่องเกลียวอัดรีดขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิง



ข) ชิ้นส่วนประกอบเครื่องเกลียวอัดรีดขึ้นรูป

ภาพที่ 1 เครื่องผลิตแท่งเชื้อเพลิงแบบเกลียวอัดรีดขึ้นรูป

วิธีการทดลอง

การศึกษาสัดส่วนผสมวัสดุเหลือทิ้งและตัวประสาน

การผลิตแท่งเชื้อเพลิงทำการศึกษาอัตราส่วนผสมขี้ข้าวโพด และเปลือกข้าวโพด 80 : 20, 50 : 50 และ 20 : 80 ผสมกับตัวประสานเชื้อเพลิงในอัตราส่วนร้อยละ 20, 30 และ 40 โดยน้ำหนักวัสดุเหลือทิ้ง ซึ่งตัวประสานเชื้อเพลิงจะมีอัตราส่วนผสมแป้งมันต่อปูนขาวเท่ากับ 1 : 2, 1 : 1 และ 2 : 1 รวมอัตราส่วนผสมที่ทำการศึกษา 27 เงื่อนไขการทดลอง และทำการทดลอง 3 ซ้ำการทดลอง รวมทั้งหมด 81 การทดลอง ดังแสดงเงื่อนไขการทดลองตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แผนการทดลองแสดงอัตราส่วนผสมวัสดุเหลือทิ้งและตัวประสานเชื้อเพลิง

อัตราส่วนผสมวัสดุเหลือทิ้ง		อัตราส่วนผสม ตัวประสานแป้งมัน : ปูนขาว	ปริมาณตัวประสานเชื้อเพลิงในตัวอย่าง
ขี้ข้าวโพด	เปลือกข้าวโพด	2 : 1 , 1 : 1 , 1 : 2	ร้อยละ 20, 30, 40 โดยน้ำหนัก
80	20		
50	50		
20	80		

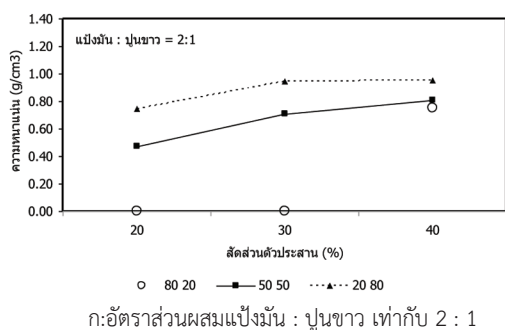
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการศึกษาการผลิตแท่งเชื้อเพลิงที่เหมาะสม

จากผลการศึกษา พบว่าความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณตัวประสานเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันอัตราส่วนผสมของเปลือกข้าวโพดที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความหนาแน่นมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน เมื่อพิจารณาผลของอัตราส่วนผสมตัวประสานเชื้อเพลิงแป้งมันต่อปูนขาว พบว่าอัตราส่วนผสมของปูนขาวที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ความหนาแน่นของเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น การขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิงง่าย และความแข็งตัวของแท่งเชื้อเพลิงสูง เนื่องจากการเกาะตัวของปูนขาว ดังภาพที่ 2 (ก-ค) ทั้งนี้แท่งเชื้อเพลิงที่เหมาะสมได้แก่เงื่อนไขของอัตราส่วนผสมตัวประสานแป้งมันต่อปูนขาวเท่ากับ 1 : 2 ที่ร้อยละ 20 โดยน้ำหนักของอัตราส่วนผสมขี้ต่อเปลือกข้าวโพด 20 : 80 โดยความหนาแน่นแท่งเชื้อเพลิง 940 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่าความร้อน 12.77 เมกะจูลต่อกิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง พบว่าคุณสมบัติของค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิงงานวิจัยนี้ยังมีค่าต่ำกว่าการใช้วัสดุเหลือทิ้งจากผักตบชวา เศษขี้ข้าวโพดผสมกระดาศ และขี้เลื่อย แต่เมื่อพิจารณาคุณสมบัติของค่าความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงพบว่ามีความใกล้เคียงและสูงกว่าบางงานวิจัยที่ใช้เครื่องอัดรีดขึ้นรูปแบบเดียวกัน ดังแสดงผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติดังตารางที่ 4

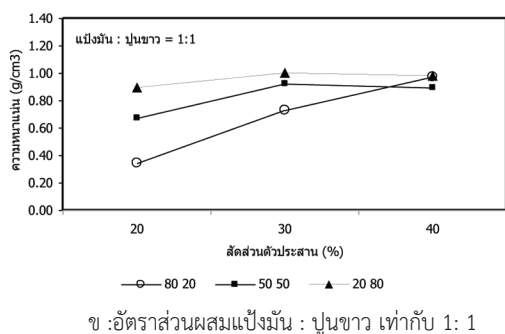
ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบผลการอัดรีดขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

วัสดุเหลือทิ้ง ทางการเกษตร	เครื่องอัดรีดขึ้นรูป แท่งเชื้อเพลิง	ความหนาแน่นเชื้อเพลิง (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	ค่าความร้อน (กิโลจูลต่อกิโลกรัม)	งานวิจัย อ้างอิง
ซังและเปลือกข้าวโพด	แบบเกลียวอัดรีดขึ้นรูป	940-1,000	12,770	งานวิจัยนี้
ซังและเปลือกข้าวโพด	แบบอัดทรงกระบอก	310-460	-	[10]
ซังและเปลือกข้าวโพด	แบบอัดทรงกระบอก	958-1,162	-	[11]
เศษซังข้าวโพด	แบบเกลียวอัดรีดขึ้นรูป	375-419	18,153	[12]
ขี้เลื่อย	แบบเกลียวอัดรีดขึ้นรูป	600	19,115	[3]
ผักตบชวา	แบบเกลียวอัดรีดขึ้นรูป	1,413	14,498	[13]



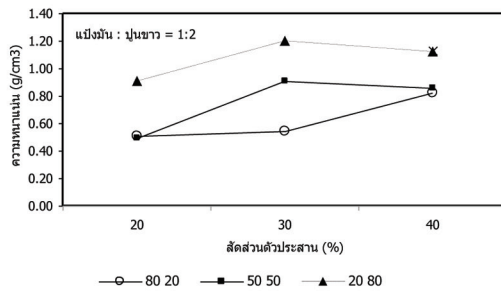
วัตถุดิบ 20:80

ตัวประสานร้อยละ 30 แป้งมัน : ปูนขาว = 2:1
ความหนาแน่น 940 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



วัตถุดิบ 20:80

ตัวประสานร้อยละ 30 แป้งมัน:ปูนขาว = 1:1
ความหนาแน่น 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



ค : อัตราส่วนผสมแบริ่งมัน : ปูนขาว เท่ากับ 1 : 2



วัตถุดิบ 20:80

ตัวประสานร้อยละ 20 แบริ่งมัน:ปูนขาว = 1:2
ความหนาแน่น 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนตัวประสาน และความหนาแน่น

ผลการวิเคราะห์สมบัติและการใช้พลังงานในการผลิตแท่งเชื้อเพลิง

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของแท่งเชื้อเพลิงแสดงได้ดังตารางที่ 5 พบว่าค่าองค์ประกอบของคาร์บอนคงตัวอยู่ในช่วงร้อยละ 3.01-3.75 สารระเหยอินทรีย์อยู่ในช่วงร้อยละ 42.21-74.92 ปริมาณเถ้าอยู่ในช่วงร้อยละ 10.80-12.15 ค่าความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 10.53-12.63 โดยน้ำหนัก ทั้งนี้แท่งเชื้อเพลิงมีความหนาแน่น 910-1,200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าความร้อนของแท่งเชื้อเพลิง 11.68-12.15 เมกะจูลต่อกิโลกรัม เมื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพความร้อนโดยใช้วิธีการต้มน้ำเดือด (WBT) โดยใช้เตาชีวมวล พบว่าสามารถให้ค่าความร้อนจากการเผาไหม้ 2,083 กิโลจูลและให้ประสิทธิภาพความร้อนของเตาชีวมวลเท่ากับร้อยละ 17.26 ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการผลิตแท่งเชื้อเพลิง และประสิทธิภาพความร้อนของเตาชีวมวล

รายละเอียด	ซังและเปลือก = 20 : 80 / แบริ่งมันต่อปูนขาว = 1:2		
	ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก	ร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก	ร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก
กำลังผลิตเชื้อเพลิงแท่งเชื้อเพลิง, กิโลกรัมต่อชั่วโมง	30	38	21
การขึ้นรูป / ลักษณะผิว	ดี / เรียบ	ดี / เรียบ	ดี / เรียบ
ความหนาแน่นแท่งเชื้อเพลิง, กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	940	1,200	1,000
พลังงานที่ใช้อัดรีดขึ้นรูป, กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อแท่งเชื้อเพลิง*	1.341	0.4484	2.064
ค่าความชื้น, ร้อยละ	10.53	12.63	12.20
สารระเหยได้, ร้อยละ	74.92	72.21	72.59
เถ้า, ร้อยละ	10.80	12.15	11.97
คาร์บอนคงตัว, ร้อยละ	3.75	3.01	3.24
ค่าความร้อน, เมกะจูลต่อกิโลกรัม	12.77	11.68	12.07

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบผลการอัดรีดขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร (ต่อ)

รายละเอียด	ซังและเปลือก =20 : 80 / แป้งมันต่อปูนขาว = 1:2		
	ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก	ร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก	ร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก
น้ำหนักเชื้อเพลิงทดสอบเตาชีวมวล, กิโลกรัม	1	1.3	1.2
ค่าความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงเตาชีวมวล, กิโลจูล	2,083	1,899	1,944
ค่าความร้อนจากเชื้อเพลิงป้อนเข้าเตาชีวมวล, กิโลจูล	12,770	15,184	14,484
ประสิทธิภาพความร้อนเตาชีวมวล, ร้อยละ	16.31	12.51	13.42

หมายเหตุ : * แท่งเชื้อเพลิงยาว 50 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร

ผลการประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์

การประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์จะทำการประเมินหาระยะเวลาคืนทุนของระบบผลิตแท่งเชื้อเพลิงโดยใช้เทคนิคการอัดรีดขึ้นรูป ซึ่งระบบประกอบไปด้วยต้นทุนคงที่ ต้นทุนแปรผันรายปี และผลตอบแทนการลงทุน ทั้งนี้ เงินทุนจะประกอบไปด้วย ต้นทุนคงที่ได้แก่เครื่องบดย่อยเชื้อเพลิงใช้เครื่องยนต์ดีเซล ขนาด 10 แรงม้า พร้อมชุดตัดบด วัสดุเหลือทิ้ง ราคา 123,000 บาท ชุดเครื่องอัดรีดขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิง ใช้กำลังมอเตอร์ไฟฟ้า 5 แรงม้า ราคา 80,000 บาท รวมเป็นต้นทุนคงที่ 203,000 บาท ในส่วนต้นทุนแปรผันรายปี ประกอบไปด้วยค่าน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องบดย่อย ในอัตรา 10 ลิตรต่อตันวัสดุเหลือทิ้ง ราคาน้ำมันดีเซล 33 บาทต่อลิตร รวม 19,800 บาทต่อปี ค่าไฟฟ้าเครื่องอัดรีดขึ้นรูป ใช้ไฟฟ้า 3.73 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตัน ค่าไฟฟ้า 3.50 บาทต่อกิโลวัตต์ไฟฟ้า รวมค่าใช้จ่ายไฟฟ้า 25,066 บาทต่อปี ตัวประสานแป้งมันราคา 25 บาทต่อกิโลกรัม ปูนขาวราคา 7 บาทต่อกิโลกรัม โดยมีอัตราการใช้ตัวประสานรวม 12,000 กิโลกรัมต่อปี รวมเป็นค่าใช้จ่าย 138,000 บาทต่อปี ค่าแรงงาน 2 คน ทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน ทำงาน 240 ชั่วโมงต่อปี ค่าจ้าง 350 บาทต่อวัน รวมเป็นเงิน 168,000 บาทต่อปี และค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรคิดที่ร้อยละ 5 ของเงินลงทุน เท่ากับ 10,150 บาทต่อปี รวมค่าใช้จ่ายรายปีเท่ากับ 361,061 บาทต่อปี ผลตอบแทนประเมินจากราคาขายแท่งเชื้อเพลิง เท่ากับ 7 บาทต่อกิโลกรัม ที่กำลังการผลิตแท่งเชื้อเพลิง 30 กิโลกรัมต่อชั่วโมง รวมกำลังการผลิตได้ประมาณ 60 ตันต่อปี ได้ผลตอบแทนจากการขายแท่งเชื้อเพลิง 420,000 บาทต่อปี ได้ผลตอบแทนสุทธิเท่ากับ 58,984 บาทต่อปี และคืนทุน ภายใน 3.44 ปี หรือทำการอัดรีดขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิงจากซังและเปลือกข้าวโพดจำนวน 206.4 ตัน

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรซึ่งและเปลือกข้าวโพดผ่านกระบวนการอัดรีดขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิงพบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมคืออัตราส่วนผสมซึ่งต่อเปลือกเท่ากับ 20:80 ใช้ตัวประสานแป้งมันผสมปูนขาวในอัตราส่วน 1:2 ในอัตราร้อยละ 20 โดยน้ำหนักวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร จะให้ค่าความร้อนแท่งเชื้อเพลิง และความหนาแน่นของเชื้อเพลิง 12.77 เมกะจูลต่อกิโลกรัม และ 940 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ขณะเดียวกันเมื่อนำมาทดสอบเผาไหม้โดยใช้เตาชีวมวล พบว่าให้ประสิทธิภาพความร้อนเท่ากับร้อยละ 16.31 เมื่อทำการประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์ของระบบพบว่า มีเงินลงทุนเริ่มต้น 203,000 บาท ค่าใช้จ่ายรายปี เท่ากับ 361,061 บาทต่อปี ให้ผลตอบแทนประเมินจากการขายแท่งเชื้อเพลิงเท่ากับ 420,000 บาทต่อปี มีผลตอบแทนสุทธิ 58,984 บาทต่อปี ทั้งนี้ระบบจะคืนทุนภายใน 3.44 ปี หรือทำผลผลิตแท่งเชื้อเพลิงจากซึ่งและเปลือกข้าวโพดจำนวน 206.4 ตัน

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ขอขอบคุณวิทยาลัยพลังงานทดแทน และศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ สำหรับเครื่องมือวัดและอุปกรณ์การทดลองในงานวิจัยนี้จนสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2556). สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2556. นนทบุรี : พิมพ์ที่ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด สาขา 4.
- [2] ณัฐวุฒิ ดุษฎี อภิชาติ สวนคำกอง ชูรัตน์ ธารารักษ์ และนิกราน หอมดวง. (2551). การศึกษาการใช้ชีวมวลในภาคเศรษฐกิจต่าง ๆ และชีวมวลที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ (ภาคเหนือ). รายงานฉบับสมบูรณ์. มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม (มฟส.).
- [3] ณัฐวุฒิ ดุษฎี. (2555). การจัดการวัสดุเหลือใช้จากโรงเลื่อยมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง. รายงานฉบับสมบูรณ์. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.).
- [4] ประลอง ดำรงไทย. (2549). “แท่งเชื้อเพลิงเขียวเพื่อทดแทนฟืนและถ่าน”, วนสาร. 57(1), 53-60.
- [5] Oleadeji, J. T. (2012). Comparative Study of Briquetting of Few Selected Agro-Residues Commonly Found in Nigeria. *The Pacific Journal of Science and Technology*. 13(2), 80-86.
- [6] เกรียงไกร วงศาโรจน์ ธนิต สวัสดิ์เสวี นริส ประทินทอง และประธาน วงศ์ศิริเวช. (2554). “การผลิตแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลจากสบู่ดำ”, วิศวกรรมสาร มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 35(1), 65-72.
- [7] ณัฐวุฒิ ดุษฎี ชูรัตน์ ธารารักษ์ นิกราน หอมดวง และกิตติกร สาสุจิตต์. (2554). ศักยภาพการผลิตไฟฟ้าโดยใช้แก๊สเชื้อเพลิงจากขยะ RDF-5 : กรณีศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้. รายงานฉบับสมบูรณ์. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.).
- [8] Bain, R.L. (2004). An Introduction to Biomass Thermochemical Conversion. DOE/NASLUGC Biomass and Solar Energy Workshops. August 3-4, 2004.
- [9] Jenkins, B.M. and Ebeling, J.M. (1985). Correlation of Physical and Chemical Properties of Terrestrial Biomass with Conversion. *Symposium Energy from Biomass and Waste IXIGT*. 371.

- [10] Thoreson, C.P., Webster, K.E., Darr, M.J. and Kapler, E.J. (2014). “Investigation of Process Variables in the Densification of Corn Stover Briquettes”, **Journal of Energies**, 7, 4019-4032.
- [11] Kaliyan, N. and Morey, R.V. (2009). “Densification Characteristics of Corn Stover and Switchgrass”, **American Society of Agricultural and Biological Engineer**. 52(3), 907-920
- [12] ขมิธดา ชื่นนิยม. (2553). การศึกษาการเพิ่มมูลค่าของเศษขังข้าวโพดโดยทำเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- [13] ณัฐวุฒิ ดุษฎี นิกราน หอมดวง กิตติกร สาสุจิตต์ และธีรศักดิ์ จรัสศรีวิษฐ์. (2554). การศึกษาศักยภาพการผลิตพลังงานจากเชื้อเพลิงผักตบชวาโดยใช้เทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชัน. รายงานฉบับสมบูรณ์. สำนักงานนโยบาย และแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน.

ประสิทธิภาพการใช้น้ำหมักชีวภาพและอีเอ็มบอลในการบำบัดน้ำทิ้ง
จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด
Efficiency of Fermented Organic Matter and Effective Microorganism
(EM) Ball for Treating Effluent from Freshwater Aquaculture

กานตกานท์ เทพณรงค์¹ สมหมาย เชื้อยวารีสังจะ^{2*} และดวงพร คันธโชติ³
Kantakan Thepnarong¹, Sommai Chiayvareesajja^{2*} and Duangporn Kantachote³

บทคัดย่อ

การบำบัดน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้งของกรมควบคุมมลพิษ โดยใช้น้ำทิ้งเทียม ซึ่งเตรียมจากการเติมอาหารกุ้ง 0.7 ก./ล. ลงในน้ำจืด ทำให้ค่าบีโอดีในน้ำเท่ากับ 26.31 มก./ล. ซึ่งใกล้เคียงกับน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดที่เกินค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง และได้วางแผนการทดลองแบบสุ่มทดลอง ประกอบด้วย 7 ชุดการทดลอง คือ ชุดควบคุม ชุดการทดลองใช้น้ำหมักชีวภาพ 4 สูตร (น้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด.6 สูตรของ คุณจรรยา ไกรเนตร สูตรของคุณอนุสรณ์ หวานณรงค์ และสูตรน้ำหมักชีวภาพเลี้ยงปลา) และ อีเอ็มบอล 2 สูตร (สูตรของคุณสมาน ยะธาตุ และลูกบอลดาสต้า) โดยวิธีการเตรียมและการใช้ ตามที่ผู้คิดค้นกำหนด เตรียมน้ำหมักชีวภาพเอง ทั้ง 4 สูตร รวมทั้งอีเอ็มบอลสูตรของคุณสมาน ยะธาตุ จากนั้นจึงศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำหมักชีวภาพและอีเอ็มบอล ในการบำบัดน้ำทิ้งเทียม โดยทำชุดการทดลองละ 5 ข้ำ ใส่ น้ำทิ้งเทียม 100 ลิตร ในตู้กระจกแต่ละใบ และเติมอากาศ 2.5 ล./นาที่ ตลอดการทดลองเป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่าน้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด.6 มีความเหมาะสมในการใช้บำบัดน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดมากที่สุด เพราะสามารถลดปริมาณสารแขวนลอย บีโอดี และฟอสฟอรัสรวมได้เร็วที่สุด อย่างไรก็ตาม คุณภาพน้ำในทุกชุดการทดลองผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของกรมควบคุมมลพิษในวันสุดท้ายของการทดลอง

คำสำคัญ : น้ำหมักชีวภาพ อีเอ็มบอล การบำบัดน้ำทิ้ง การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

¹ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา 90112

² รศ.ดร., ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา 90112

³ รศ.ดร., ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา 90112

* Corresponding author: e-mail: sommai.c@psu.ac.th

Abstract

To treat effluent from freshwater aquaculture for meeting the effluent standard of the Pollution Control Department, experiments were conducted using artificial wastewater prepared by adding shrimp pelleted feed 0.7 g/l in freshwater making the BOD (biochemical oxygen demand) value equaled 26.31 mg/l, which was close to the real effluent from an aquaculture farm, exceeding the effluent standard. Each experiment was carried out using a completely randomized design comprising 7 treatments with five replicates as follows: a control set, four treatments using fermented organic matter (FOM); FOM with a stimulating agent LD6, Khun Charoon Krainate's FOM, Khun Anusorn Whannarong's FOM and FOM for fish culture, and two treatments using effective microorganism (EM) balls; DASTA ball and Khun Saman Yatart's EM ball. Preparation and procedures used were based on the description of inventors. The four FOM and the EM ball originally created by Khun Saman Yatart were prepared on site. Afterwards, the experiments were carried out by adding a total of 100 liters artificial effluent in each glass aquarium and aeration was given at 2.5 l/min throughout the trial period of 30 days. It was found that FOM with the stimulating agent LD6 was the most effective set for treating the effluent as its fastest treatment to reduce suspended solids, BOD and total phosphorus in the effluent. However, all sets met the effluent standards of the Pollution Control Department at the end of the experiments.

Keywords : Fermented Organic Matter, EM Ball, Effluent Treatment, Freshwater Aquaculture

บทนำ

ปัจจุบันการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีการพัฒนาไปอย่างมากทั้งระบบการเลี้ยงและอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำ อย่างไรก็ตามสัตว์น้ำสามารถนำอาหารที่ได้รับไปใช้ได้เพียงบางส่วนเท่านั้น ส่วนที่เหลือจะละลายสู่แหล่งน้ำที่เลี้ยงซึ่งอาจเกิดปัญหาต่อคุณภาพน้ำ เช่น แอมโมเนียที่เพิ่มขึ้นจากการย่อยสลายโปรตีน โดยประมาณ 80-90% ของแอมโมเนียนั้นจะถูกขับออกมาทางเหงือกของสัตว์น้ำ [1] และเกิดจากการย่อยเศษอาหารที่เหลือโดยจุลินทรีย์ในน้ำ ซึ่งแอมโมเนียมีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ อาจทำให้สัตว์น้ำอ่อนแอลง หรือตายได้หากมีความเข้มข้นสูง [2] และของเสียจากกิจกรรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำยังสามารถส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหากมีการปล่อยน้ำนั้นลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ดังนั้นจึงมีการกำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดโดยกรมควบคุมมลพิษ คือ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 6.5-8.5 บีโอดีไม่เกิน 20 มก./ล. สารแขวนลอยไม่เกิน 80 มก./ล. แอมโมเนียไม่เกิน 1.1 มก.ไนโตรเจน/ล. ไนโตรเจนรวมไม่เกิน 4.0 มก.ไนโตรเจน/ล. และฟอสฟอรัสรวมไม่เกิน 0.5 มก.ฟอสฟอรัส/ล. [3] เพื่อป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

การแก้ปัญหาคุณภาพน้ำดังกล่าวทำได้หลายวิธี เช่น เปลี่ยนถ่ายน้ำ ใช้สารเคมีต่างๆ และการใช้วิธีทางชีวภาพ เช่น ใช้จุลินทรีย์ช่วยบำบัดของเสียที่ปนเปื้อนในน้ำทิ้งให้อยู่ในรูปที่ไม่เป็นพิษ หรือลดปริมาณของเสียลง มีการใช้จุลินทรีย์เพื่อบำบัดน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในประเทศไทยมากกว่า 12 ปีแล้ว [4] ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีขายในท้องตลาด ปัจจุบันมีการเผยแพร่การใช้น้ำหมักจุลินทรีย์ และอีเอ็มบอลหรือจุลินทรีย์ก้อนในการบำบัดน้ำทิ้ง

ทั้งในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และในแหล่งน้ำธรรมชาติโดยหน่วยงาน ร้านค้า และบุคคลต่างๆอย่างแพร่หลาย โดยที่เกษตรกรและผู้เลี้ยงไม่รู้ว่าผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์แต่ละชนิดสามารถกำจัด/ลดสารพิษในน้ำได้จริงหรือไม่ และสามารถลดสารพิษชนิดใดได้บ้าง จึงเป็นที่มาของการศึกษาหาประสิทธิภาพการใช้น้ำหมักชีวภาพและอีเอ็มบอลในการบำบัดน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เพื่อให้เกษตรกรสามารถนำผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ได้ผลดีและไม่สิ้นเปลืองงบประมาณในการบำบัดน้ำทิ้ง

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมน้ำหมักชีวภาพ

- น้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด.6 โดยนำเศษอาหารในครัวเรือน 40 กก. และน้ำตาล 10 กก. ผสมลงในถังหมัก จากนั้นจึงละลายสารเร่ง พด.6 จำนวน 1 ซอง (25 ก.) ในน้ำ 10 ลิตร แล้วเทลงในถังหมักคลุกเคล้าหรือคนให้ส่วนผสมเข้ากันปิดฝาแต่ไม่ต้องสนิท ใช้ระยะเวลาหมัก 20 วัน จึงได้น้ำหมักที่พร้อมใช้งาน [5]

- น้ำหมักชีวภาพสูตรคุณจรรยา ไกรเนตร โดยนำเปลือกสับปะรดสีเขียวที่มีคราบสีขาว ๆ ติดอยู่บริเวณตาสับปะรด 1 กก. มาสับเป็นชิ้นเล็กๆ ใส่เปลือกสับปะรดและกากน้ำตาล 1 ลิตรในถุงพลาสติก คลุกเคล้าให้เข้ากัน มัดปากถุงให้แน่น หมักทิ้งไว้ 14 วัน เมื่อครบกำหนดแกะถุงกรองเอาเฉพาะน้ำหมัก 1 ลิตร นำน้ำหมักที่ได้ผสมกับกากน้ำตาล 1 ลิตร เติมน้ำ 20 ลิตรผสมให้เข้ากันในถังหมัก แล้วปิดฝาให้สนิทจากนั้นนำไปวางไว้ในที่ร่ม หมักทิ้งไว้ประมาณ 7 วัน ก็สามารถนำไปใช้ได้ [6]

- น้ำหมักชีวภาพเลี้ยงปลา โดยหั่นมะละกอ ถั่วฝักยาว วุ้นสาหร่าย และผักทอง ทั้งเปลือกและเมล็ดอย่างละ 3 กก. ใส่ในถังหมักที่มีฝาปิด แล้วจึงผสมน้ำตาลทรายแดง 3 กก. คนให้เข้ากัน ปิดฝาให้แน่นหมักทิ้งไว้ 7 วัน จากนั้นเติมน้ำ 9 ลิตร ปิดฝาให้แน่นแล้วหมักต่ออีก 15 วัน จึงนำไปใช้ได้ [6]

- น้ำหมักชีวภาพสูตรคุณอนุสรณ์ หวานณรงค์ โดยนำสับปะรดทั้งลูกหรือเศษ ไม่ต้องปอกเปลือก 40 กก. มาต้มจนสุก ปล่อยให้เย็นแล้วสับให้ละเอียด แล้วนำส่วนสับปะรด กากน้ำตาล 10 ลิตร น้ำ 10 ลิตร มาผสมให้เข้ากัน ใส่ในถังหมักจากนั้นใส่สารเร่ง พด.2 จำนวน 1 ซอง (25 กรัม) คนให้เข้ากันหมักไว้ 7 วันแล้วนำไปใช้ได้ [7]

2. การเตรียมน้ำอีเอ็มบอล

- ลูกบอลดาสต้า เนื่องจากลูกบอลดาสต้าเป็นก้อนจุลินทรีย์ที่ผลิตโดยองค์การบริหารการพัฒนาพื้นที่พิเศษเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนเพื่อแจกจ่ายแก่เกษตรกร จึงไม่ต้องเตรียมเอง แต่ขอความอนุเคราะห์ก้อนจุลินทรีย์จากหน่วยงานที่ผลิต

- อีเอ็มบอลสูตรคุณสมาน ยะธาตุ โดยนำรำหยาบ 1 กก. ทรายร่อนละเอียด และหน้าดิน อย่างละ 2 กก. มาผสมกันในภาชนะให้เข้ากัน จากนั้นนำกากน้ำตาล 10 มล. และหัวเชื้อจุลินทรีย์ 2 ซ้อนโต๊ะผสมกัน แล้วราดลงไป ในภาชนะคลุกเคล้าให้เข้ากัน นำรำอ่อน 2 กก. ใส่ตามลงไป คลุกเคล้าให้ทั่ว จากนั้นปั้นเป็นก้อนกลมๆ แล้วนำไปผึ่งลมไว้ในที่ร่ม 2 วัน ก็จะมีสปอร์ราขาวขึ้น เมื่อได้ 1 สัปดาห์ก็จะหายไป นำไปใช้ได้ ถ้ารีบใช้เมื่อราขึ้นไม่ต้องรอให้แห้งก็นำไปใช้ได้ และใช้ให้หมดภายใน 1 ปีนับตั้งแต่วันที่ผลิต [6]

3. ศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำหมักชีวภาพและอีเอ็มบอลในการบำบัดน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) โดยทดลองในน้ำทิ้งเทียม ซึ่งเตรียมโดยผสมอาหารกุ้งขาวสำเร็จรูป ยี่ห้อ ซีพี 9703 สำหรับกุ้งขนาดเล็ก ปริมาณ 0.7 ก./ล. ลงในน้ำจืด ทำให้น้ำทิ้งมีค่าบีโอดีเริ่มต้นเฉลี่ย 26.31 มก./ล. ไกล่เคียงกับน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงกุ้งจริง [8] แล้วตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 3 วัน ก่อนนำมาใช้ในการทดลอง ซึ่งแบ่งเป็น 7 ชุดการทดลอง ชุดการทดลอง ละ 5 ข้ำ ทำการทดลองเป็นเวลา 30 วัน และใช้ปริมาณของผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ในแต่ละชุดการทดลองตามอัตราส่วนการใช้ที่ผู้คิดค้น หรือหน่วยงานที่ผลิตผลิตภัณฑ์กำหนด โดยมีชุดการทดลองดังนี้

- ชุดการทดลองที่ 1 ชุดควบคุม (ไม่ใส่ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์)
- ชุดการทดลองที่ 2 ใช้น้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด.6 100 มล./ลบ.ม. ใส่ทุก 10 วัน [5]
- ชุดการทดลองที่ 3 ใช้ลูกบอลดาสต้า 22.5 ก./ลบ.ม. ใส่ทุก 30 วัน [9]
- ชุดการทดลองที่ 4 ใช้น้ำหมักชีวภาพสูตรคุณจรรยา ไกรเนตร 3.125 มล./ลบ.ม. ใส่ทุก 15 วัน [6]
- ชุดการทดลองที่ 5 ใช้น้ำหมักชีวภาพเลี้ยงปลา 1.875 มล./ลบ.ม. ใส่ทุก 15 วัน [6]
- ชุดการทดลองที่ 6 ใช้น้ำหมักชีวภาพสูตรคุณอนุสรณ์ หวานณรงค์ 3.125 มล./ลบ.ม. ใส่ทุก 5 วัน [7]
- ชุดการทดลองที่ 7 ใช้อีเอ็มบอลสูตรคุณสมาน ยะธาตุ 200 ก./ลบ.ม. ใส่ทุก 15 วัน [6]

ทำความสะอาดตู้กระจกขนาด 45×60×45 ซม. แล้วเติมน้ำตัวอย่างให้ได้ปริมาตร 100 ลิตรต่อตู้เดิมอากาศในตู้ทดลองด้วยหัวทราย 1 หัวต่อตู้ และปรับปริมาณการเติมอากาศในอัตรา 2.5 ลิตรต่อนาที่ ในทุกชุดการทดลองตลอดเวลา ยกเว้นในเวลาเก็บตัวอย่างน้ำหยุดเติมอากาศเป็นเวลา 3 นาที ในระหว่างการทดลองมีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำหาปริมาณแอมโมเนียรวม ไนโตรที่ ไนเตรท และฟอสฟอรัสรวม ด้วยวิธีของ Strickland และ Parsons [10] วิเคราะห์ค่าออกซิเจนละลายน้ำ บีโอดี และสารแขวนลอยทั้งหมด ใช้วิธีของ APHA และคณะ [11] วัดค่า pH โดยใช้ pH meter (CyberScan 500) และวัดอุณหภูมิโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ ทุกพารามิเตอร์ทำการตรวจวัดทุก 3 วัน เป็นเวลา 30 วัน ยกเว้นบีโอดี ที่ทำการตรวจวัดในวันเริ่มต้น และทุก 7 วันของการทดลอง

วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของตัวแปร โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (One Way Analysis of Variances) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของตัวแปรโดยวิธี Duncan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีของน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเทียม

น้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเทียมทุกพารามิเตอร์เป็นค่าเฉลี่ย โดยมีอุณหภูมิ 27 °C pH 8.54 ปริมาณสารแขวนลอย 0.020 มก./ล. บีโอดี 26.31 มก./ล. ออกซิเจนละลายน้ำ 5.20 มก./ล. แอมโมเนียรวม 1.386 มก./ล. ไนโตรที่ 0.057 มก./ล. ไนเตรท 0.029 มก./ล. และฟอสฟอรัสรวม 1.306 มก./ล.

2. ประสิทธิภาพการใช้น้ำหมักชีวภาพ และอีเอ็มบอลในการบำบัดน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

อุณหภูมิของน้ำทดลองระยะเวลาทดลองในทุกชุดการทดลอง มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 26.0°C และสูงสุด 28.0°C โดยมีแนวโน้มของอุณหภูมิเพิ่มหรือลดในแต่ละครั้งที่ทำการตรวจวัดแบบเดียวกันทั้งหมด และต่างกันไม่เกิน 0.10°C ในแต่ละชุดการทดลอง

pH ในวันแรก เฉลี่ยมีค่าระหว่าง 7.80 (ชุดอีเอ็มบอลสูตรคุณสมาน ยะธาตุ) ถึง 8.07 (ชุดดาสต้าบอล) แล้วลดต่ำลงและคงที่เมื่อเวลาผ่านไป 6 วัน ในวันสุดท้ายของการทดลองมี pH เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 7.10 (ชุดน้ำหมักชีวภาพสูตรคุณอนุสรณ์ หวานณรงค์) ถึง 7.67 (ชุดควบคุม) โดยตลอดการทดลอง pH มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ยกเว้นวันที่ 18 (ภาพที่ 1ก) pH ของน้ำในทุกชุดการทดลองมีค่าต่ำลงเมื่อมีการเติมน้ำหมักชีวภาพหรืออีเอ็มบอล เนื่องจากน้ำหมักชีวภาพทั้ง 4 สูตรมีฤทธิ์เป็นกรด โดย pH อยู่ในช่วง 3.56 – 3.93 การเติมน้ำหมักชีวภาพหรืออีเอ็มบอลทำให้จำนวนจุลินทรีย์ในน้ำเพิ่มขึ้น และเกิดการปล่อยแอมโมเนียจากการย่อยโปรตีนจึงทำให้ pH สูงขึ้น หลังจากเติมน้ำหมักชีวภาพและอีเอ็มบอลแล้ว pH ค่อยสูงขึ้นในวันถัดไป ซึ่งตลอดการทดลองทุกชุดการทดลองมี pH อยู่ในช่วง 6.82 – 8.07 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด [3]

ปริมาณสารแขวนลอยในวันเริ่มต้นมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 391 (ชุดดาสต้าบอล) ถึง 421 มก./ล. (ชุดน้ำหมักชีวภาพสูตรคุณอนุสรณ์ หวานณรงค์) มีค่าสูงในวันเริ่มต้น เนื่องจากตะกอนยังไม่นอนก้น แล้วจึงค่อยลดลงอย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดการทดลอง ซึ่งชุดน้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด.6 และชุดดาสต้าบอล ลดลงได้เร็วกว่าชุดการทดลองอื่น ในวันสุดท้ายชุดน้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด.6 มีปริมาณสารแขวนลอยต่ำที่สุด (27 มก./ล.) และชุดน้ำหมักชีวภาพเลี้ยงปลา มีปริมาณสารแขวนลอยมากที่สุด (88 มก./ล.) โดยตลอดการทดลองปริมาณสารแขวนลอยในแต่ละชุดการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ยกเว้นวันที่ 3, 9 และ 15 (ภาพที่ 1ข) โดยใช้เวลา 24 วันจึงผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งของกรมควบคุมมลพิษ (ยกเว้นชุดน้ำหมักชีวภาพเลี้ยงปลาที่ไม่ผ่านมาตรฐานน้ำทิ้ง)

ทุกชุดการทดลองมีค่าบีโอดีเฉลี่ย 26.31 มก./ล. ในวันเริ่มต้น และเมื่อผ่านไป 7 วัน ชุดควบคุม ชุดน้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด. 6 ชุดน้ำหมักชีวภาพสูตรคุณจรรยา ไกรเนตร และชุดน้ำหมักชีวภาพเลี้ยงปลา สามารถลดค่าบีโอดีลงได้ต่ำกว่า 20 มก./ล. ตามมาตรฐานกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งชุดน้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด. 6 สามารถลดค่าบีโอดีได้แตกต่างจากทุกชุดการทดลองที่ไม่ผ่านมาตรฐานกรมควบคุมมลพิษ ($p < 0.05$) และเมื่อผ่านไป 21 วันทุกชุดการทดลองก็สามารถลดค่าบีโอดีได้ต่ำกว่า 20 มก./ล. (ภาพที่ 1ค) ถัดจากวันแรกที่มีการเติมน้ำหมักชีวภาพหรืออีเอ็มบอล ค่าบีโอดียังไม่ลดแต่กลับเพิ่มสูงขึ้น เพราะการเติมน้ำหมักชีวภาพและอีเอ็มบอลมีสารอินทรีย์จากวัตถุดิบที่ใช้ทำจึงเป็นการเพิ่มบีโอดีสู่น้ำและเชื้อจุลินทรีย์ยังไม่ทำงานทันทีหลังจากเติม จากนั้นเมื่อผ่านไป 7 วัน จึงเริ่มมีชุดการทดลองที่บำบัดค่าบีโอดีผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งของกรมควบคุมมลพิษ

ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในทุกชุดการทดลองมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดการทดลอง โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.73 ถึง 4.88 มก./ล. เป็นเพราะมีการให้อากาศตลอดเวลา และในระหว่างการทดลองปริมาณออกซิเจนละลายในแต่ละชุดการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ยกเว้นวันที่ 3, 18 และ 24 (ภาพที่ 1ง)

เมื่อผ่านไป 6 วัน ทุกชุดการทดลองสามารถบำบัดแอมโมเนียรวมได้มากกว่าชุดควบคุม ($p < 0.05$) แต่เมื่อผ่านไป 15 วัน ปริมาณแอมโมเนียรวมในน้ำชุดควบคุมเริ่มใกล้เคียงกับชุดการทดลองอื่นๆ เมื่อสิ้นสุดการทดลองปริมาณแอมโมเนียรวมมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด (0.133 มก.ไนโตรเจน/ล.) ในชุดน้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด.6 และสูงสุด (0.293 มก.ไนโตรเจน/ล.) ในชุดควบคุม และตลอดการทดลองปริมาณแอมโมเนียในแต่ละชุดการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) (ภาพที่ 1จ) ทุกชุดการทดลองรวมถึงชุดควบคุมสามารถบำบัดแอมโมเนียได้ เพราะในน้ำมีแบคทีเรียกลุ่มไนโตริฟิอิงอยู่แล้วตามธรรมชาติ เมื่อมีแหล่งของแอมโมเนียและมีการเติมออกซิเจน แบคทีเรียกลุ่มไนโตริฟิอิงก็สามารถเปลี่ยนแอมโมเนียโดยปฏิกิริยานิโตริฟิเคชันให้อยู่ในรูปของไนไตรท์ (NO_2^-) และไนเตรท (NO_3^-) ได้ [2]

ทุกชุดการทดลองสามารถบำบัดไนไตรท์ได้ โดยชุดน้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด.6 สามารถลดไนไตรท์ได้เร็วที่สุดในช่วง 9 วันแรก แต่ไม่แตกต่างกับชุดการทดลองอื่นๆ ($p > 0.05$) ยกเว้นชุดอีเอ็มบอลสูตรคุณสมาน ยะชาตุ ที่มีผลให้ไนไตรท์สูงขึ้นจากวันเริ่มต้น และสูงกว่าทุกชุดการทดลองตลอดระยะเวลาทดลอง (ภาพที่ 1ฉ) ปริมาณไนไตรท์ มีค่าลดลงเมื่อเวลาผ่านไปหลังจากตรวจวัดครั้งแรก สอดคล้องกับพรชัย รุ่งศรี [12] ซึ่งศึกษาประสิทธิภาพของแบคทีเรีย *Bacillus subtilis*, *B. cereus* และ *B. licheniformis* พบว่าการเติมแบคทีเรียสามารถลดระดับของแอมโมเนียและไนไตรท์ได้เมื่อการเลี้ยงผ่านไประยะหนึ่ง

ไนเตรทมีค่าเฉลี่ยในวันที่ 3 อยู่ในช่วง 0.033 ถึง 0.055 มก.ไนโตรเจน/ล. แล้วเพิ่มขึ้นและสูงสุดเมื่อผ่านไป 9-12 วัน ในวันที่ 12 ชุดน้ำหมักชีวภาพสูตรคุณอนุสรณ์ หวานณรงค์ มีไนเตรทเฉลี่ยสูงที่สุด 0.079 มก.ไนโตรเจน/ล. แล้วค่อยๆ ลดต่ำลงในทุกชุดการทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลองปริมาณไนเตรทเฉลี่ยในชุดน้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด.6 (0.008 มก.ไนโตรเจน/ล.) ต่ำกว่าชุดการทดลองอื่น ($p < 0.05$) (ภาพที่ 1ช) เนื่องจากไนโตริฟิอิงแบคทีเรียจะเปลี่ยนแอมโมเนียเป็นไนไตรท์ก่อนแล้วจึงเปลี่ยนไนไตรท์เป็นไนเตรท ส่วนการบำบัดไนเตรทอาศัยแบคทีเรียกลุ่มดีไนโตริฟิอิง

ในสภาวะขาดออกซิเจน หรือการใช้ไนโตรเจนของแพลงก์ตอนพืชและแบคทีเรียสังเคราะห์แสง [2] ซึ่งในการทดลองนี้ไม่ได้ทำการศึกษามีจุลินทรีย์กลุ่มดังกล่าวอยู่หรือไม่ แต่ทุกชุดการทดลองสามารถบำบัดไนโตรเจนได้ รวมทั้งชุดควบคุมที่มีจุลินทรีย์ตามธรรมชาติอยู่ด้วย แสดงว่าในน้ำธรรมชาติมีจุลินทรีย์กลุ่มนี้อยู่แล้ว

ทุกชุดการทดลองสามารถบำบัดฟอสฟอรัสรวมได้ แต่ใช้เวลาค่อนข้างนานคือ 24-27 วัน จึงสามารถบำบัดฟอสฟอรัสจนผ่านมาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษได้ (0.4 มก.ฟอสฟอรัส/ล.) โดยชุดน้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด.6 สามารถบำบัดฟอสฟอรัสได้เร็วที่สุด (21 วัน) ในการบำบัดให้ผ่านมาตรฐาน เหลือ 0.395 มก.ฟอสฟอรัส/ล. และแตกต่าง กับชุดการทดลองอื่น ($p < 0.05$) ยกเว้นชุดน้ำหมักชีวภาพสูตรคุณอนุสรณ์ หว่านณรงค์ (ภาพที่ 1ข) ซึ่งการลดลงของฟอสฟอรัสรวมนี้เกิดขึ้นได้จากการใช้ของจุลินทรีย์ สอดคล้องกับ เจนจิรา ศุภรพันธ์ และคณะ [13] และ จันทสิงห์ ดวงบ้านเช่า [14] พบว่า การใช้จุลินทรีย์ในการบำบัดน้ำเลี้ยงกุ้งสามารถลดปริมาณฟอสเฟตได้

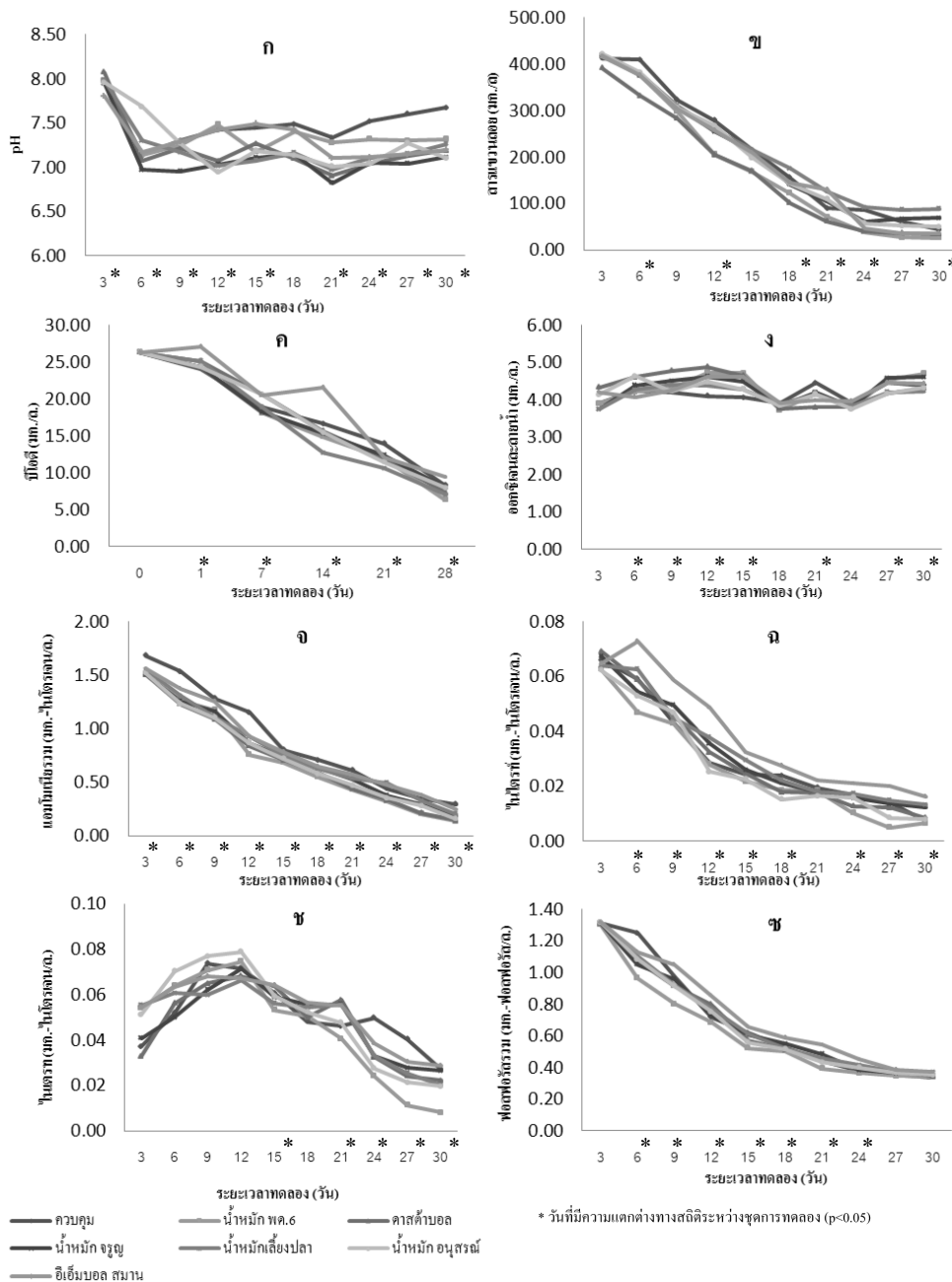
ชุดน้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด.6 และชุดน้ำหมักชีวภาพสูตรคุณอนุสรณ์ หว่านณรงค์ สามารถลดค่าบีโอดี แอมโมเนียรวม ไนโตรเจน ไนเตรตได้เร็วกว่าชุดการทดลองอื่นๆ เพราะชุดน้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด.6 ของกรมพัฒนาที่ดิน มีการใช้จุลินทรีย์ที่คัดสายพันธุ์มาแล้วประกอบด้วย *Bacillus sp.*, *Lactobacillus sp.* และ *Saccharomyces sp.* [5] และชุดน้ำหมักชีวภาพสูตรคุณอนุสรณ์ หว่านณรงค์ ที่บำบัดได้รองลงมาเพราะมีการใส่สารเร่ง พด.2 ที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์กลุ่มยีสต์ แลคติกแอซิดแบคทีเรีย แบคทีเรียย่อยไขมัน แบคทีเรียย่อยโปรตีน และแบคทีเรียละลายอินทรีย์ฟอสฟอรัส [5] และทั้ง 2 ชุดการทดลองมีการเติมน้ำหมักชีวภาพน้อยกว่าชุดการทดลองอื่นๆ โดยเติมน้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด.6 ทุก 10 วัน และเติมน้ำหมักชีวภาพสูตรคุณอนุสรณ์ หว่านณรงค์ ทุก 5 วัน และแม้จะไม่เติมผลิตภัณฑ์ใดเลยในชุดควบคุมก็สามารถบำบัดน้ำได้หากไม่มีการใช้สารฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำ เมื่อมีอาหารและเติมอากาศจุลินทรีย์ก็สามารถเจริญเพิ่มจำนวนได้ เพียงแต่บำบัดได้ช้ากว่าชุดการทดลองที่เติมผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ เพราะจำนวนจุลินทรีย์ในชุดควบคุมไม่เพียงพอต่อการบำบัดน้ำที่มีของเสียมาก ๆ หรือประสิทธิภาพไม่เท่าเทียมที่ผ่านการคัดเลือก

สรุปผลการวิจัย

การบำบัดน้ำทิ้งโดยใช้น้ำหมักชีวภาพและอีเอ็มบอล ในระยะเวลา 30 วัน ทุกชุดการทดลองสามารถบำบัดปริมาณสารแขวนลอย บีโอดี แอมโมเนียรวม ไนโตรเจน ไนเตรต และฟอสฟอรัสรวม ให้เป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้งของกรมควบคุมมลพิษได้ ยกเว้น ปริมาณสารแขวนลอยของชุดน้ำหมักชีวภาพเลี้ยงปลา โดยชุดน้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด. 6 และชุดน้ำหมักชีวภาพสูตรคุณอนุสรณ์ หว่านณรงค์ สามารถบำบัดน้ำทิ้งได้เร็วกว่าสูตรอื่นๆ แต่การใช้มีข้อควรระวังคือ เมื่อเติมน้ำหมักชีวภาพสารเร่ง พด.6 จะทำให้ pH ลดต่ำลงจนอาจเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ จึงไม่ควรใช้เกินปริมาณที่แนะนำ และควรมีการเติมอากาศในระหว่างการบำบัด ส่วนชุดควบคุมก็สามารถบำบัดน้ำได้เพียงแต่การบำบัดน้ำจะช้ากว่าชุดเติมผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย สัญญาเลขที่ NAT550128S เพื่อให้งานวิจัยสามารถดำเนินการไปจนสำเร็จลงด้วยดี และขอขอบคุณองค์การบริหารการพัฒนาพื้นที่พิเศษเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนที่ให้ความอนุเคราะห์ลูกบอลดาสต้าเพื่อใช้ในการวิจัย ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้



ภาพที่ 1 คุณภาพน้ำทิ้งเทียมที่บำบัดด้วยน้ำหมักชีวภาพหรืออีเอ็มบอลสูตรต่างๆ เป็นเวลา 30 วัน (ค่าเฉลี่ย, n=5)

เอกสารอ้างอิง

- [1] Wood, C.M. (1993). Ammonia and urea metabolism and excretion. In: Evans, D.H., editor. **The Physiology of Fishes**. Boca Raton : CRC Press. 379-425.
- [2] Boyd, C.E. (1990). **Water Quality in Ponds for Aquaculture**. Alabama : Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University.
- [3] กรมควบคุมมลพิษ. (2553). **มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด**. สืบค้นเมื่อ 10 มกราคม 2553, จาก <http://www.pcd.go.th>.
- [4] เกรียงศักดิ์ พูนสุข. (2544). **จุลินทรีย์กับการเพาะเลี้ยงกุ้ง**. สืบค้นเมื่อ 6 มกราคม 2554, จาก <http://www.nicaonline.com>.
- [5] กรมพัฒนาที่ดิน. (2554). **สารเร่ง พด.6**. สืบค้นเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2554, จาก <http://www.ddd.go.th>.
- [6] นิรนาม. (2554). **สูตรน้ำหมักชีวภาพ และจุลินทรีย์ก้อนของเกษตรกรที่ได้รับความนิยม**. สืบค้นเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2554, จาก <http://www.rakbankerd.com/agriculture/>.
- [7] สุปรีชา กลิ่นพูน. (2551). ปุ๋ยเปรี๊ยะ ๆ ใช้บำบัดน้ำในบ่อเลี้ยงปลา. **Aqua Biz**. 2, 18-20.
- [8] สิริ ทุกขวินาศ และชนินทร์ แสงรุ่งเรือง. (2541). การศึกษาวิจัยบำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนาด้วยระบบ Bio-filter. **ว.การประมง**. 51, 535-540.
- [9] องค์การบริหารการพัฒนาพื้นที่พิเศษเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน. (2554). **DASTA Ball (ลูกบอลดาสต้า)**. สืบค้นเมื่อ 1 กุมภาพันธ์ 2554, จาก <http://www.dasta.or.th>.
- [10] Strickland, J.D.H. and Parsons, T.R. (1972). **A Practical Handbook of Seawater Analysis**. 2nd edition. Ottawa: Fisheries Research Board of Canada.
- [11] APHA, AWWA and WPCF. (1998). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20th edition. Washington, D.C. : American Public Health Association.
- [12] พรชัย รุ่งศรี. (2545). **การใช้สารประกอบจุลินทรีย์ในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำและประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียสกุลวิบริโอ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- [13] เจนจิรา ศุภพันธ์ สุภัณฑิต นิมรัตน์ วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย และชุตีวรรณ เดชสกุลวัฒนา. (2548). **ประสิทธิภาพในการลดไนเตรท ไนไตรท์ แอมโมเนียและฟอสเฟตในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำระบบปิดโดยแบคทีเรียผสม**. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี.
- [14] จันทสิงห์ ดวงบ้านเช่า. (2544). **การใช้แบคทีเรียเพื่อจัดการคุณภาพน้ำและปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอนดินในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำระบบปิด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

การพัฒนาออนโทโลยีด้านการปรับตัวด้านสุขภาพ
ตามการเปลี่ยนแปลงทางสภาพอากาศ
An Ontology Development for Personal Health Adaptation Related
to Climate Change

มัลลิกา เกลียงเกล้า¹ เติ๋นเพ็ญ กชกรจารุงพงศ์^{2*} และวิสิทธิ์ บุญชุม²
Mallika Kiangkhlaio¹, Duenpen Kochakornjarupong^{2*} and Visit Boonchoom²

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงทางสภาพอากาศส่งผลโดยตรงต่อสุขภาพของมนุษย์ ดังนั้นในปัจจุบันมนุษย์จึงต้องการระบบสารสนเทศในการนำเสนอข้อมูลความรู้สำหรับนำไปใช้ในการปรับตัวตามการเปลี่ยนแปลงทางสภาพอากาศ เว็บบางแห่งมีความหมายคือ แนวคิดในการเพิ่มคำอธิบายข้อมูลเพื่ออธิบายความหมายของเนื้อหาในเอกสารใด ๆ และแสดงส่วนคำอธิบายพร้อมเนื้อหานั้นให้อยู่ในรูปแบบที่เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจและประมวลผลได้โดยอัตโนมัติ โดยการอธิบายความหมายของข้อมูลจำเป็นต้องอาศัยโครงสร้าง บทความนี้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาออนโทโลยีเรื่องการปรับตัวด้านสุขภาพตามการเปลี่ยนแปลงทางสภาพอากาศเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการกำหนดคำศัพท์และโครงสร้างแกข้อมูล โดยผู้เขียนนำเสนอการใช้กฎเชิงความหมายร่วมกับออนโทโลยีเพื่อใช้ในการอนุมานความรู้ตามโครงสร้างออนโทโลยีให้มีความครบถ้วนขึ้น โดยผลการทดสอบพบว่าออนโทโลยีและกฎเชิงความหมายสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการกำหนดโครงสร้างข้อมูลให้แก่องค์ความรู้ได้

คำสำคัญ : ออนโทโลยี กฎเชิงความหมาย การปรับตัวด้านสุขภาพตามการเปลี่ยนแปลงทางสภาพอากาศ

¹ อ., ² อ.ดร., สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

* Corresponding author: e-mail: kduenpen@googlemail.com

Abstract

The semantic web is the vision to express web content in machine-processable forms that software agents can improve searching from semantics or relations between data. In this paper we aim to design and build personal health adaptation related to climate change ontology. We support the use of ontology to explicitly specify knowledge vocabulary and semantic rule for knowledge inferencing. In ontology testing method we use SPARQL query, semantic data query language that able to retrieve and manipulate semantic data with ontology patterns. The result found that the personal health adaptation related to climate change ontology is able to answer all competency questions. So the result satisfy and expected that this ontology can apply to knowledge base system or others.

Keywords : Ontology, Semantic Rule, Personal Health Adaptation Related to Climate Change

บทนำ

องค์การอนามัยโลก [1] กล่าวว่า ประชากรได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลต่อสถานภาพด้านสุขภาพของประชากร ดังนั้นจึงต้องการระบบเฝ้าระวังสุขภาพที่มีประสิทธิภาพเพื่อสนับสนุนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงทางสภาพอากาศ [2] ปัจจุบันมีองค์กรต่าง ๆ พัฒนาระบบฐานข้อมูลด้านภัยพิบัติจำนวนมาก เช่น ศูนย์วิจัยด้านระบาดวิทยาจากภัยพิบัติ [3] ได้พัฒนาฐานข้อมูลด้านภัยพิบัติและผลกระทบต่อมนุษย์ หรือองค์กรสหประชาชาติ [4] ที่ได้พัฒนาฐานข้อมูลด้านกลยุทธ์การรับมือต่อภัยพิบัติจากการเปลี่ยนแปลงทางสภาพอากาศ เป็นต้น

ระบบฐานข้อมูลอาศัยโครงสร้างฐานข้อมูล (Database Schema) เป็นตัวกำหนดโครงสร้างของฐานข้อมูลในการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างรีเลชัน (Relation) ซึ่งหากข้อมูลในฐานข้อมูลมีการเชื่อมโยง (Join) ระหว่างรีเลชันจำนวนมากจะส่งผลให้เกิดความไม่คงเส้นคงวาระหว่างข้อมูลได้ โดยปัจจุบันมีการนำเสนอเว็บเชิงความหมาย (Semantic Web) [5] ซึ่งเป็นแนวคิดในการเพิ่มคำอธิบายข้อมูล (Metadata) เพื่ออธิบายความหมายของเนื้อหาในเอกสารใด ๆ และแสดงส่วนคำอธิบายพร้อมเนื้อหานั้นให้อยู่ในรูปแบบที่เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจและประมวลผลได้โดยอัตโนมัติหนึ่งในเครื่องมือสำหรับแนวคิดเว็บเชิงความหมายคือออนโทโลยี (Ontology)

Gruber [6] กล่าวว่า ออนโทโลยีเป็นการนำเสนอรูปแบบคำศัพท์ที่เป็นตัวแทนของความรู้หรือแนวความคิด ออนโทโลยีเป็นการกำหนดชุดข้อมูลในรูปแบบของคอนเซปต์ (Concepts) และความสัมพันธ์ (Relationships) ที่เป็นตัวแทนของข้อมูลและโครงสร้างข้อมูล โดยออนโทโลยีสนับสนุนความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลมากกว่าฐานข้อมูล เนื่องจากออนโทโลยีสามารถกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคอนเซปต์และคอนเซปต์ โดยออนโทโลยีจะให้ความสำคัญแก่ความหมายของข้อมูลที่น่าไปใช้สำหรับการแบ่งปันและการทำความเข้าใจร่วมกันระหว่างคนหรือซอฟต์แวร์ได้

ดังนั้น บทความนี้จะนำเสนอการออกแบบและพัฒนาออนโทโลยีเรื่องการปรับตัวด้านสุขภาพตามการเปลี่ยนแปลงทางสภาพอากาศจากการรวบรวมองค์ความรู้ และกำหนดความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกันในขอบเขตที่สนใจ โดยบทความนี้จะนำเสนอกฎเชิงความหมายเพื่อสร้างองค์ความรู้ให้เป็นเงื่อนไขในการอนุมานข้อมูลเพื่อกำหนดโครงสร้างและความสัมพันธ์แก่ข้อมูลให้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น โดยออนโทโลยีและกฎเชิงความหมายที่ได้พัฒนานี้สามารถนำไปใช้เป็นโครงสร้างแก่ข้อมูลสำหรับนำไปใช้ในระบบสารสนเทศด้านการจัดการความรู้ได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระบบฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ

ในปัจจุบัน มีองค์กรที่ให้ความสนใจด้านการเกิดภัยพิบัติตามธรรมชาติที่มีสาเหตุจากการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศหลากหลายองค์กร และองค์กรเหล่านั้นต่างได้สร้างระบบฐานข้อมูลในการจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภัยพิบัตินั้น ๆ ที่แตกต่างกัน ได้แก่

1. ศูนย์รวมจากองค์การอนามัยโลกในการวิจัยด้านระบาดวิทยาจากภัยพิบัติ [3] ได้พัฒนาฐานข้อมูลด้านภัยพิบัติและผลกระทบต่อมนุษย์ (EM-DAT, Emergency Events Database) ฐานข้อมูล EM-DAT ประกอบด้วยข้อมูลหลักที่เกิดขึ้น ผลกระทบต่อมนุษย์ และผลกระทบต่อสภาพเศรษฐกิจจากภัย ฐานข้อมูล EM-DAT ถูกใช้งานในการวิเคราะห์การเกิดขึ้น ผลกระทบ และการระบุความเสี่ยงต่อพื้นที่หรือประชากร และเน้นความสำคัญของการเตรียมความพร้อมในการรับมือภัยพิบัติ การบรรเทาสาธารณภัย และการป้องกันภัย

2. องค์การสหประชาชาติ [4] พัฒนาฐานข้อมูลด้านกลยุทธ์การรับมือต่อภัยพิบัติจากการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ (Database on Local Coping Strategies) ที่มีข้อมูลประกอบด้วยภัยพิบัติที่เกิดขึ้น ผลกระทบ กลยุทธ์เชิงนโยบาย เขตภูมิภาคที่เกิดเหตุการณ์ในระดับทวีป และตัวอย่างกรณีศึกษา

ระบบฐานข้อมูลทั้งสองต่างเป็นระบบที่มีข้อมูลที่เหมาะแก่การนำไปใช้ในองค์กรหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องด้านการรับมือภัยพิบัติในระดับนโยบายเท่านั้น เช่น การปรับโครงสร้างบ้านเรือน หรือการสร้างศูนย์ช่วยเหลือฉุกเฉิน แต่ระบบยังขาดข้อมูลการรับมือต่อภัยพิบัติในระดับบุคคล เช่น การปรับพฤติกรรมของคนเพื่อรับมือกับภัยพิบัติ ดังนั้นจากแหล่งข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยได้มีแนวคิดนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการสร้างโครงสร้างข้อมูลออนไลน์

การออกแบบและพัฒนาออนไลน์

ออนไลน์เป็นเทคโนโลยีที่ใช้เป็นตัวแทนของความรู้ที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ การออกแบบและพัฒนาออนไลน์ คือ การนำองค์ความรู้เปลี่ยนให้อยู่ในรูปแบบที่มนุษย์และคอมพิวเตอร์สามารถทำความเข้าใจได้ ซึ่งส่งผลให้ซอฟต์แวร์สามารถแบ่งปันหรือนำออนไลน์มาประมวลผลร่วมกันได้ โดยการออกแบบและพัฒนา ออนไลน์นั้นมีวิธีการในการพัฒนาหลากหลายวิธี [7] โดยในบทความนี้แนะนำวิธีการ ได้แก่

1. Sugumaran and Storey [8] แนะนำวิธีการในการพัฒนาออนไลน์ โดยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ 1) กำหนดคำศัพท์ทั่วไปสำหรับสร้างออนไลน์ ซึ่งรวมทั้งกำหนดคำเหมือน (Synonyms) 2) กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคำศัพท์เหล่านั้น ได้แก่ ความสัมพันธ์ทั่วไป (Is-a) ความสัมพันธ์แบบคำเหมือน และความสัมพันธ์แบบคำที่เกี่ยวข้องกัน 3) กำหนดเงื่อนไขของความสัมพันธ์เบื้องต้น เช่น ความสัมพันธ์ที่จะเกิดขึ้นได้หรือไม่สามารถเกิดขึ้นได้ ถ้ามีความสัมพันธ์อื่นเกิดขึ้นก่อน และ 4) กำหนดเงื่อนไขระดับสูง เช่น โดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์ (Domain & Range)

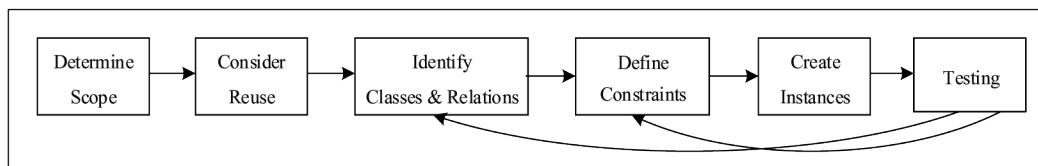
2. Noy and McGuinness [9] ได้นำเสนอวิธีการในการออกแบบและพัฒนาออนไลน์ที่มีรายละเอียดเพิ่มเติมจาก Sugumaran และ Storey โดย Noy และ McGuinness ได้ออกแบบ 7 ขั้นตอน คือ 1) พิจารณาขอบเขตและวัตถุประสงค์ของออนไลน์ 2) ตรวจสอบออนไลน์ที่มีอยู่แล้ว 3) การกำหนดคำศัพท์ที่ใช้ในออนไลน์ 4) กำหนดคำศัพท์ที่เป็นประเภทคลาส (Classes) 5) กำหนดคำศัพท์ที่เป็นประเภทความสัมพันธ์ 6) กำหนดเงื่อนไขของคลาสและความสัมพันธ์ เช่น ข้อมูลเริ่มต้น (Default Value) คาร์ดินัลลิตี (Cardinality) โดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์ เป็นต้น และ 7) สร้างข้อมูลอินสแตนซ์ (Instances) เพื่อใช้เป็นข้อมูลความรู้สำหรับนำไปใช้ประมวลผล

3. Staab et al. [10] ได้นำเสนอวิธีการที่ใกล้เคียงกับ Noy and McGuinness [9] แต่ลดจำนวนขั้นตอนและเพิ่มวัฏจักรการพัฒนา (Life Cycle) ไปในวิธีการออกแบบและพัฒนาออนโทโลยี โดย Staab และคณะ แบ่งขั้นตอนเป็น 5 ขั้นตอน คือ 1) ศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาออนโทโลยี โดยเป็นการวิเคราะห์ปัญหา และวิธีการนำออนโทโลยีไปใช้งาน 2) กำหนดขอบเขต และจัดทำเอกสารข้อกำหนดความต้องการของออนโทโลยี ซึ่งมีรายละเอียดต่าง ๆ เช่น วัตถุประสงค์ของออนโทโลยี ขอบเขตและโดเมน แหล่งความรู้ ผู้ใช้งาน คำถามพื้นฐาน (Competency Questions) สำหรับกำหนดความสามารถในการตอบคำถามของออนโทโลยี เป็นต้น 3) การรวบรวมความรู้และสร้างออนโทโลยี โดยขั้นตอนนี้จะกำหนดคอนเซ็ปต์ ความสัมพันธ์ และเงื่อนไขในออนโทโลยี 4) ขั้นตอนการทดสอบออนโทโลยี โดยเริ่มแรกผู้พัฒนาจะต้องตรวจสอบตามเอกสารข้อกำหนดความต้องการของออนโทโลยีที่ได้กำหนดไว้ และตรวจสอบว่าออนโทโลยีที่ออกแบบไว้สามารถตอบคำถามพื้นฐานที่กำหนดไว้ได้หรือไม่ รวมถึงให้ผู้ใช้งานตรวจสอบความพึงพอใจของโครงสร้างออนโทโลยี โดยจากขั้นตอนนี้ผู้พัฒนาสามารถกลับไปแก้ไขในขั้นตอนที่ 3) ได้ และขั้นตอนสุดท้าย 5) การปรับปรุงและบำรุงรักษาออนโทโลยี เนื่องจากข้อมูลความรู้อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา ดังนั้นในขั้นตอนนี้จึงเป็นการแก้ไขและปรับปรุงโครงสร้าง ขอบเขต หรือวัตถุประสงค์ของออนโทโลยี

จากการศึกษาวิธีการออกแบบและพัฒนาออนโทโลยีพบว่า สิ่งสำคัญในการออกแบบออนโทโลยี คือ ขั้นตอนในการกำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตของออนโทโลยี ขั้นตอนการกำหนดคำศัพท์ความสัมพันธ์ในออนโทโลยี และขั้นตอนการทดสอบออนโทโลยีเพื่อตรวจสอบว่ามีความถูกต้องและสามารถนำไปใช้งานได้หรือไม่ โดยผู้เขียนได้นำการศึกษานี้มาออกแบบวิธีการออกแบบและพัฒนาออนโทโลยีในความรู้เรื่องการปรับตัวด้านสุขภาพตามการเปลี่ยนแปลงทางสภาพอากาศโดยจะกล่าวถึงในส่วนถัดไป

การออกแบบและพัฒนาออนโทโลยีการปรับตัวด้านสุขภาพตามการเปลี่ยนแปลงทางสภาพอากาศ

จากการศึกษาวิธีการออกแบบและพัฒนาออนโทโลยี ผู้เขียนได้ออกแบบวิธีพัฒนาออนโทโลยีที่เหมาะสมกับการพัฒนาออนโทโลยีในความรู้เรื่องการปรับตัวด้านสุขภาพตามการเปลี่ยนแปลงทางสภาพอากาศ โดยได้ประยุกต์วิธีการของ Noy and McGuinness [9] ที่มีขั้นตอนการออกแบบที่มีความละเอียด ร่วมกับวิธีการของ Staab et al. [10] ซึ่งเพิ่มวัฏจักรการพัฒนา เนื่องจากการพัฒนาออนโทโลยีไม่สามารถยืนยันได้ว่าออนโทโลยีใดดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุด แต่ที่ถูกต้องคือเป็นการปรับเปลี่ยนขอบเขตหรือโดเมนของออนโทโลยีให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงออกแบบกระบวนการออกแบบและพัฒนาออนโทโลยีซึ่งแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กระบวนการออกแบบและพัฒนาออนโทโลยี

จากภาพที่ 1 กระบวนการออกแบบและพัฒนาออนโทโลยีในความรู้เรื่องการปรับตัวด้านสุขภาพตามการเปลี่ยนแปลงทางสภาพอากาศ มีรายละเอียดในแต่ละกระบวนการ ดังนี้

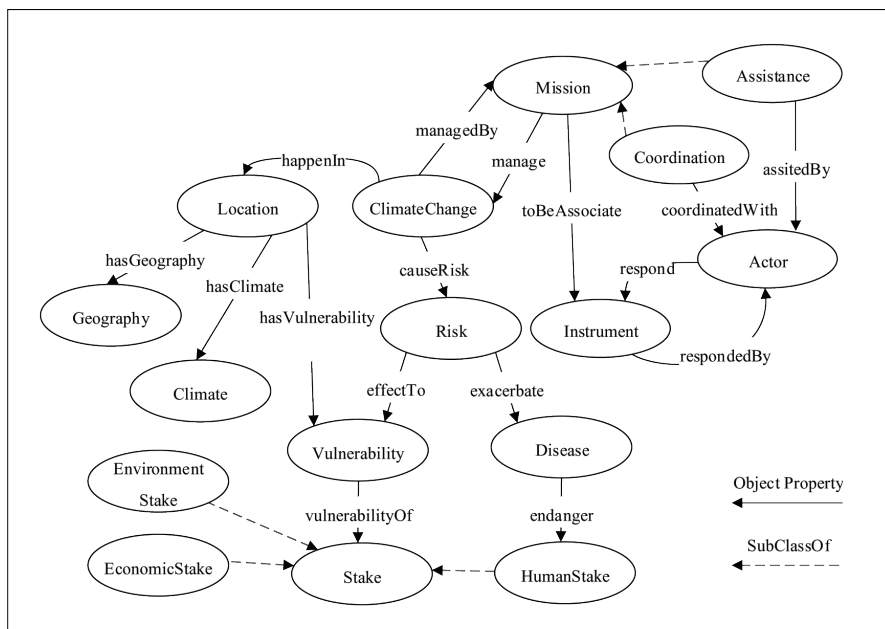
1. กำหนดขอบเขต (Determine Scope) มีรายละเอียด ดังนี้

1.1 โดเมนของออนโทโลยีที่ใช้ในระบบต้นแบบนี้ คือ ออนโทโลยีการปรับตัวด้านสุขภาพตามการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ (Personal Health Adaptation Related to Climate Change Ontology) โดยมีวัตถุประสงค์ในการนำออนโทโลยีไปใช้ คือ ใช้เป็นโครงสร้างความสัมพันธ์ข้อมูลในระบบการให้คำแนะนำการปรับตัวตามการเปลี่ยนแปลงทางสภาพอากาศในมุมมองด้านสุขภาพ และขอบเขตข้อมูลของออนโทโลยีจะใช้ข้อมูลตามเอกสารอ้างอิงด้านการปรับตัวด้านสุขภาพจากการเปลี่ยนแปลงด้านสภาพอากาศ และบทความอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง [1, 11-14] โดยผู้เขียนนำเสนอคำถามพื้นฐานเพื่อกำหนดขอบเขตของออนโทโลยี ตามแนวคิดของ Smit et al. [15] ซึ่งได้กล่าวถึงลักษณะทางกายวิภาคของการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความแปรปรวน

2. การพิจารณาเลือกใช้ออนโทโลยีที่มีอยู่แล้ว (Consider Reuse) แต่เนื่องจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า ออนโทโลยีที่มีโดเมนใกล้เคียงกับงานวิจัยนี้ คือ

2.1 ออนโทโลยีด้านสภาพอากาศโดย Pianta et al. [13] แต่ขอบเขตในออนโทโลยีเกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศ เช่น อุณหภูมิ ความกดอากาศ กำลังลม เป็นต้น ซึ่งเป็นสภาพอากาศทั่วไปไม่ได้เฉพาะเจาะจงไปที่การเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ ออนโทโลยีนี้จึงไม่สามารถนำมาใช้ร่วมกับการพัฒนาออนโทโลยีนี้ได้

2.2 ออนโทโลยีด้านการเปลี่ยนแปลงทางสภาพอากาศโดย Diop and Lo [16] มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในส่วนของการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ ผู้เขียนใช้คลาสจำนวนหนึ่งในออนโทโลยีนี้เพื่อนำมาพัฒนาต่อในส่วนของการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ ซึ่งนำเสนอรายละเอียดในหัวข้อถัดไป



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างคลาสในออนโทโลยี

3. กำหนดคลาสและความสัมพันธ์ (Identify Classes & Relations) คือ การกำหนดรายละเอียดคลาส ลำดับชั้นของคลาส คุณสมบัติ ความสัมพันธ์ของคลาสและเงื่อนไขในข้อมูล ดังภาพที่ 2 โดยมีขั้นตอนย่อยดังนี้

3.1 กำหนดคลาสในออนโทโลยี โดยในออนโทโลยีมีคลาสจำนวน 50 คลาส จำแนกเป็นคลาสหลัก จำนวน 11 คลาส และจำแนกซับคลาสจากคุณลักษณะของคลาสได้จำนวน 49 คลาส เช่น คลาส Location สามารถจำแนกคุณลักษณะเป็นภาคเหนือ (North) หรือภาคใต้ (South) เป็นต้น

3.2 กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคลาส (Relations or Object Properties) โดยในออนโทโลยีมีความสัมพันธ์ระหว่างคลาสจำนวน 126 ความสัมพันธ์ เช่น

3.3 สร้างเงื่อนไข (Define Constraints) และสร้างกฎเชิงความหมาย (Semantic Rule) เป็นการสร้างกฎที่ออนโทโลยีสามารถอนุมานจากข้อมูลที่มีตรงตามโครงสร้าง โดย SWRL (Semantic Web Rule Language) เป็นหนึ่งในภาษาเว็บเชิงความหมายโดย W3C [19] SWRL เป็นภาษาที่ใช้ในการแสดงกฎสำหรับตรรกะการอนุมานทำให้เกิดข้อมูลใหม่ เพื่อสร้างองค์ความรู้ได้

โครงสร้างของภาษา SWRL จะมีโครงสร้างเป็นทริพเพิลเช่นเดียวกับภาษาเชิงความหมายอื่น ๆ แต่ลักษณะการเขียนจะสลับตำแหน่งโดยอยู่ในรูปแบบ กริยา (ประธาน, กรรม) และจะอยู่ในโครงสร้างเงื่อนไข ถ้า..แล้ว ซึ่งเป็นเงื่อนไขโครงสร้างภาษาของกฎโดยทั่วไป เช่น เงื่อนไข 1, เงื่อนไข2 -> ผลการอนุมาน

โดยกฎเชิงความหมายในการพัฒนาออนโทโลยีนี้นำมาจากเงื่อนไขความสัมพันธ์ของข้อมูล เช่น

- (1) happenIn(?b, ?c), hasVulnerability(?c, ?d), managedBy(?b, ?a) -> reduce(?a, ?d)

(2) Coordination(?a), toBeAssociate(?a, ?b) , respondedBy(?b, ?c) -> coordinatedWith(?a, ?c)

จากตัวอย่างกฎเชิงความหมาย สามารถอธิบายเหตุและผลได้ดังนี้

(1) ถ้าเหตุการณ์ ?b เกิดขึ้น (happenIn) ในพื้นที่ ?c และ พื้นที่ ?c มีความเปราะบาง (hasVulnerability) ?d และความเปราะบาง ?d นั้นสามารถจัดการโดย (managedBy) การปรับตัวแบบ ?a แล้วจะอนุมานว่าการปรับตัว ?a สามารถลด (reduce) ความเปราะบาง ?d ได้

(2) ถ้า ?a เป็นการประสานงาน (Coordinator) และการประสานงาน ?a นั้นเกี่ยวข้อง (toBeAssociate) กับการปรับตัว ?b และ การปรับตัว ?b นั้นรับผิดชอบโดย (respondedBy) องค์กร ?c แล้วจะอนุมานได้ว่าการประสานงาน ?a นั้นจะต้องมีการประสานงานร่วมกับองค์กร ?c

4. การสร้างข้อมูล (Create Instances) ในการนำออนโทโลยีไปใช้งานนั้นจำเป็นต้องสร้างข้อมูล หรือในที่นี้คือข้อมูลเชิงความหมาย (Semantic Information) ขั้นตอนนี้เป็นการสร้างข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการทดสอบว่าความสัมพันธ์ที่กำหนดในโครงสร้างออนโทโลยีนั้นถูกต้องหรือไม่ ตามขั้นตอนการทดสอบในลำดับถัดไป ในบทความนี้ได้ใช้เครื่องมือพัฒนาออนโทโลยี (Ontology Editor) โดยเฉพาะสำหรับการสร้างและกำหนดคุณสมบัติดังกล่าวผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (User Interface) ที่มีกราฟิกที่ชัดเจนและสะดวกแก่นักพัฒนาออนโทโลยี โดยจากงานวิจัยด้านการเปรียบเทียบเครื่องมือในการพัฒนาออนโทโลยี [17-18] พบว่ามีเครื่องมือที่ได้รับความนิยมและเหมาะสมแก่การพัฒนาออนโทโลยีคือ Protégé' ซึ่งมีส่วนของการให้เหตุผล (Reasoner) ที่รองรับการประมวลผลกฎเช่นกัน

5. การทดสอบออนโทโลยี (Ontology Testing) การทดสอบออนโทโลยี ใช้วิธีการค้นหาคำตอบจากข้อมูลที่สร้างไว้ โดยใช้คำถามที่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนการกำหนดขอบเขตของออนโทโลยี วิธีการทดสอบคือการสืบค้นข้อมูลเชิงความหมาย (SPARQL Query) โดยการสืบค้นต้องใช้คำสั่งที่อยู่ในรูปแบบภาษา SPARQL (SPARQL Query Language) ภาษาสำหรับการสืบค้นข้อมูล [20] เป็นการหาข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบที่ต้องการ (Detect Pattern) และโครงสร้างภาษา

SPARQL อยู่ในรูปแบบเดียวกับภาษาการค้นหาคำถามแบบโครงสร้าง (Structure Query Language) แต่ในเงื่อนไขต้องอยู่ในโครงสร้างทริพเพิล ที่มีรูปแบบ (Pattern) ตรงตามโครงสร้างในออนโทโลยี หรือโครงสร้างข้อมูลเชิงความหมาย คือ
Select ตัวแปร1 ตัวแปร2 Where {ตัวแปร1 ความสัมพันธ์ ตัวแปร2}
เมื่อทดสอบแล้วสามารถกลับไปแก้ไขในขั้นตอนอื่น ๆ ได้ ซึ่งรายละเอียดการทดสอบออนโทโลยีอยู่ในหัวข้อถัดไป

การทดสอบ

การทดสอบการพัฒนาออนโทโลยี คือ การทดสอบโครงสร้างความสัมพันธ์ของออนโทโลยีที่ได้พัฒนาตามขั้นตอนการพัฒนาออนโทโลยี โดยวิธีการตรวจสอบว่าออนโทโลยีนั้นมีความถูกต้องและตรงตามวัตถุประสงค์ในการพัฒนาหรือไม่นั้น Vrandecic [21] ได้นำเสนอวิธีการในการทดสอบคือการสืบค้นข้อมูลเชิงความหมาย (SPARQL Query) ตามเงื่อนไขโครงสร้างข้อมูลในรูปแบบทริพเพิล และโดยการสืบค้นเพื่อหาคำตอบจากคำถามพื้นฐานจำนวน 50 ข้อ โดยคำถามพื้นฐานนั้นได้รับการขยายจากคำถามของ Smit, B., et al. [15] เช่น เหตุการณ์การเปลี่ยนแปลงทางสภาพอากาศเกิดจากสิ่งเร้าแบบใด? การปรับตัวสามารถกระทำได้อย่างไร? เป็นต้น โดยผู้เขียนยกตัวอย่างคำถาม การสืบค้นและผลลัพธ์ในการทดสอบ เช่น

คำถามพื้นฐาน: ภัยพิบัติแบบใดที่ทำให้เกิดความเสี่ยงที่ส่งผลกระทบต่อโรคทางน้ำ และควรมีการปรับตัวแบบใด

การสืบค้น: เมื่อพิจารณาคำถามพื้นฐานตามโครงสร้างออนโทโลยีจะพบว่าตรงกับข้อมูลในออนโทโลยี คือ

- 1) คลาส : คลาสภัยพิบัติ (ClimateChange), คลาสความเสี่ยง (Risk), คลาสโรค (Disease) โดยมีเงื่อนไขคือโรคทางน้ำ และคลาสวิธีการปรับตัว (Mission)
- 2) ความสัมพันธ์ระหว่างคลาส : ทำให้เกิดความเสี่ยง (causeRisk), ทำให้เกิดโรค (exacerbate) และมีการปรับตัวโดย (managedBy)
- 3) คุณสมบัติของคลาส : ชื่อโรค และรายละเอียดของโรค (DiseaseName และ DiseaseDescription) สำหรับกรองเงื่อนไขโรคที่เกี่ยวข้องกับน้ำ

โดยเมื่อนำคำศัพท์ที่กำหนดไว้มาเขียนในรูปแบบโครงสร้างภาษา SPARQL สำหรับสืบค้นข้อมูลเชิงความหมาย จะมีโครงสร้างคำสืบค้นสำหรับคำถามพื้นฐาน ดังนี้

```
PREFIX phacc: <http://www.semanticweb.org/winseven/ontologies/2557/2/phacc#>
SELECT ?ClimateChange ?DiseaseName ?Mission
WHERE {
    ?ClimateChange      phacc:causeRisk      ?Risk .
    ?Risk                phacc:exacerbate     ?Disease .
    ?Disease             phacc:diseaseName    ?DiseaseName .
    ?Disease             phacc:diseaseDescription ?DiseaseDescription .
    FILTER regex         (?DiseaseDescription ,"water" ,"i")
    ?ClimateChange      phacc:managedBy      ?Mission }
```

ผลลัพธ์จากการสืบค้นเชิงความหมายจะแสดงรายละเอียดข้อมูลที่ทำกรเลือก (Select) ตามโครงสร้างได้แก่ การปรับตัว (?Mission), เหตุการณ์ภัยพิบัติ (?ClimateChange) และชื่อโรค (DiseaseName) ดังภาพที่ 3

ClimateChange	Disease	Mission
Flooding	Leptospirosis	InformationFlooding

ภาพที่ 3 ผลลัพธ์การสืบค้นข้อมูลเชิงความหมาย

จากการประเมินโดยใช้การสืบค้นเชิงความหมายพบว่าออนโทโลยีการปรับตัวด้านสุขภาพจากการเปลี่ยนแปลงทางสภาพอากาศที่นำเสนอในบทความนี้สามารถตอบคำถามพื้นฐานได้ถูกต้อง ซึ่งพิสูจน์ได้ว่าข้อมูลที่ได้รับการอธิบายโครงสร้างโดยใช้ออนโทโลยีนี้สามารถนำไปใช้งานในระบบด้านการสืบค้นข้อมูลเชิงความหมายได้ และออนโทโลยีรวมถึงกฎเชิงความหมายนี้สามารถนำไปประยุกต์ร่วมกับการพัฒนาฐานความรู้เชิงความหมายได้

สรุปผล

ในบทความนี้ผู้เขียนได้นำเสนอการประยุกต์แนวคิดเว็บเชิงความหมายในการพัฒนาองค์ความรู้การปรับตัวด้านการเปลี่ยนแปลงทางสภาพอากาศ โดยการพัฒนาต้นแบบออนโทโลยีร่วมกับกฎเชิงความหมายสำหรับนำไปใช้ร่วมในระบบหรือซอฟต์แวร์ด้านการสืบค้นข้อมูลจากฐานความรู้เชิงความหมาย โดยประเด็นหลักในการพัฒนาออนโทโลยีเน้นด้านเหตุการณ์ภัยพิบัติที่เกิดขึ้นจากเหตุการณ์การเปลี่ยนแปลงทางสภาพอากาศ ผลกระทบด้านสุขภาพ และวิธีการปรับตัวหรือรับมือของมนุษย์ เป็นต้น และผู้เขียนได้นำเสนอกฎเชิงความหมายสำหรับการอนุมานข้อมูลเพิ่มเติมร่วมกับการใช้งานออนโทโลยีซึ่งสามารถสร้างองค์ความรู้เพิ่มเติมที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

โดยการทดสอบออนโทโลยี ผู้เขียนได้ใช้วิธีการทดสอบโดยวิธีการสืบค้นข้อมูลเชิงความหมายโดยภาษา SPARQL Query ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ทดสอบข้อมูลที่ได้รับการอธิบายโครงสร้างตามออนโทโลยีที่ต้องการทดสอบ โดยทำการทดสอบผ่านการสืบค้นข้อมูลตามความสัมพันธ์ของโครงสร้างข้อมูล โดยการสืบค้นจะสืบค้นตามคำถามพื้นฐานที่ได้กำหนดไว้ เนื่องจากคำถามพื้นฐานเป็นเครื่องมือหนึ่งที่มีความสำคัญในการกำหนดขอบเขตของออนโทโลยีว่าออนโทโลยีนั้นต้องมีโครงสร้างครอบคลุมข้อมูลแค่ไหน และออนโทโลยีต้องตอบคำถามได้บ้าง แต่ข้อจำกัดของการตั้งคำถาม คือ ผู้ที่ตั้งคำถามต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญในโดเมนนั้น ๆ โดยในบทความนี้ใช้คำถามหลักจากแนวคิดของ Smit, B., et al. [15] และผู้เขียนได้นำมาขยายเพิ่มเติมให้ครอบคลุมข้อมูลในออนโทโลยีเพื่อนำมาใช้ในการทดสอบผลการทดสอบพบว่าข้อมูลที่ได้รับการอธิบายโครงสร้างข้อมูลตามออนโทโลยีและผ่านการอนุมานร่วมกับกฎเชิงความหมายสามารถตอบคำถามพื้นฐานได้ครบถ้วน และถูกต้องตามโครงสร้าง

ต้นแบบออนโทโลยีและกฎเชิงความหมายที่ได้รับการพัฒนานี้สามารถนำไปใช้เพื่อเป็นโครงสร้างของข้อมูลในระบบหรือซอฟต์แวร์ด้านการสืบค้นข้อมูลเชิงความหมายได้ เช่น ระบบฐานความรู้เชิงความหมาย ระบบค้นคืนข้อมูลเชิงความหมาย หรือระบบการให้คำแนะนำ เป็นต้น ซึ่งในอนาคตผู้เขียนมีเป้าหมายนำต้นแบบออนโทโลยีและกฎเชิงความหมายนี้ไปใช้ร่วมกับงานวิจัยในการพัฒนาระบบการให้คำแนะนำจากฐานความรู้เชิงความหมาย

เอกสารอ้างอิง

- [1] World Health Organization. (2010). **Gender, Climate Change and Health**. Geneva : Public Health & Environment Department (PHE).
- [2] Pascal, et al. (2012). How can a climate change perspective be integrated into public health surveillance?. **Public Health**. 126(8), 660-667.

- [3] Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED). (2013). **An Emergency Events Database EM-DAT**. Retrieved November 5, 2013, from <http://www.emdat.be/>.
- [4] United Nations Framework Convention on Climate Change. (2012). **Database on Local Coping Strategies**. Retrieved 1 November 2013, from <http://maindb.unfccc.int/public/adaptation/>
- [5] World Wide Web Consortium. (2013). **SemanticWeb**. Retrieved November 20, 2013, from <http://www.w3.org/wiki/SemanticWeb>.
- [6] Gruber, T. R. (1995). Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing?. **International Journal of Human-Computer Studies**. 43(5), 907-928.
- [7] Öhgren, A. and Sandkuhl, K. (2005). Towards a methodology for ontology development in small and medium-sized enterprises. **IADIS International Conference on Applied Computing 2005**. (pp. 369-376), February 22-25, 2005 Algarve, Portugal.
- [8] Sugumaran, V. and Storey, V.C. (2002). Ontologies for conceptual modeling: their creation, use, and management. **Data & Knowledge Engineering**. 42(3), 251-271.
- [9] Noy, N. F. and McGuinness, D. L. (2000). **Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology**. California : Stanford University.
- [10] Staab S., et al. (2001). Knowledge Processes and Ontologies. **IEEE Intelligent Systems**. 16(1), 26-34.
- [11] World Health Organization. (2009). **Protecting Health from Climate Change**. Copenhagen : WHO Library Cataloguing-in-Publication Data.
- [12] World Health Organization. (2013). **Climate Change and Health: A Tool to Estimate Health and Adaptation Costs**. Copenhagen : WHO Regional Office for Europe.
- [13] Pianta, et al. (2010). **Personalized Environmental Service Configuration and Delivery Orchestration**. Retrieved June 20, 2013, from <http://pescado-project.eu/Pages/Pdfs-pages/D4.1.pdf>.
- [14] School of Geography and the Environment. (2013). **Climate Systems and Policy**. Retrieved June 20, 2013, from <http://www.geog.ox.ac.uk/>.
- [15] Smit, B., Burton, I., Klein, R. J. and Wandel, J. (2000). An anatomy of adaptation to climate change and variability. **Climatic change**, 45(1), 223-251.
- [16] Diop, I. and Lo, M. (2013). An Ontology Design Pattern of the Multidisciplinary and Complex Field of Climate Change. **Advances in Computer Science: an International Journal**, 2(5), 104-113.
- [17] Khondoker, M. R. and Mueller, P. (2010). Comparing ontology development tools based on an online survey. **World Congress on Engineering 2010 (WCE 2010)**. (p. 5), March, 2010, London : UK.
- [18] Alatrish, E. S. (2012). Comparison of Ontology Editors, **e-RAF Journal on Computing**, 4, 23-38.
- [19] World Wide Web Consortium. (2013). **SWRL: A Semantic Web Rule Language**. Retrieved November 20, 2013, from <http://www.w3.org/Submission/SWRL/>.
- [20] World Wide Web Consortium. (2013). **SPARQL Query Language for RDF**. Retrieved November 20, 2013, from <http://www.w3.org/2001/sw/wiki/SPARQL/>.
- [21] Vrandecic, D. (2010). **Ontology Evaluation**. Ph.D. Thesis. Karlsruhe Institute of Technology.

การพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้า
โดยวิธีดัชนีชี้้นำและวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

Price Forecasting of Ribbed Smoked Rubber Sheet No.3 in the Agricultural
Futures Market by Leading Indicators and Artificial Neural Networks

ชื่นใจ สุกปาน^{1*} จิตติมา ชอบเอียด¹ และสิทธิเดช ชูด้วง²

Chuenjai Sukpan^{1*}, Chittima Chopaiad¹ and Sittidet Chooduang²

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิธีการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย ข้อมูลอนุกรมเวลาที่นำมาใช้เป็นข้อมูลรายวันของราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ซึ่งทำการเก็บรวบรวมตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 เป็นระยะเวลา 6 ปี วัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ความแม่นยำของวิธีการพยากรณ์ 2 วิธี ได้แก่ วิธีที่ 1 วิธีดัชนีชี้นำ ประกอบด้วย ดัชนีปริมาณสะสม (On Balance Volume : OBV) และดัชนีกำลังสัมพัทธ์ (Relative Strength Index : RSI) พร้อมเปรียบเทียบสัดส่วนความถูกต้องของการส่งสัญญาณการเปลี่ยนแนวโน้มของราคาที่ได้จากทั้งสองวิธีนี้ และวิธีที่ 2 วิธีโครงข่ายประสาทเทียม เป็นการพยากรณ์ค่าและค้นหาช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบการพยากรณ์ระหว่างวิธี RSI และวิธี OBV พบว่า วิธี OBV เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด และในการตรวจสอบค่าพยากรณ์จากวิธีโครงข่ายประสาทเทียม พบว่า ช่วงเวลาการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดการซื้อขายล่วงหน้า คือ 5 วัน

คำสำคัญ : ยางแผ่นรมควันชั้น 3 วิธีโครงข่ายประสาทเทียม วิธีดัชนีชี้นำ

¹ อ., สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ 96000

² อ., สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ 96000

* Corresponding author: e-mail: csukpan@gmail.com

Abstract

This research reported the price prediction of the ribbed smoked rubber sheet No.3 in the agricultural futures market of Thailand. The daily time series of the ribbed smoked rubber sheet No.3 were collected from January, 2005 to December, 2010 (6 years). The objectives of this research were to study and analyze the validity of the price prediction method using two analytical methods, 1) Indicators and 2) Artificial Neural Networks. Indicators method consists of On Balance Volume (OBV) and Relative Strength Index (RSI) was used to compare the accurate portion of the change transmission trend. For Artificial Neural Networks method was used to predict and search for the appropriate period of the price prediction of the ribbed smoked rubber sheet No.3. The result found that the OBV was the optimal indicator for the Indicators method. The appropriate period time obtained by the Artificial Neural Networks method was 5 days.

Keywords : Ribbed Smoked Rubber Sheet No.3, Technical Analysis, Indicators

บทนำ

ยางพาราเป็นพืชอุตสาหกรรมที่สำคัญยิ่งของประเทศไทยและภูมิภาคอาเซียน ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกอันดับหนึ่งของโลก ก่อให้เกิดกิจกรรมต่อเนื่องทั้งภาคการผลิต ภาคอุตสาหกรรม และภาคการตลาดเกี่ยวข้องกับทุกภาคส่วนทั้งเกษตรกร ผู้ประกอบการ และภาครัฐ กระจายอยู่ทั่วประเทศ [1] ผู้วิจัยสนใจศึกษาการพยากรณ์ราคายางพาราในตลาดการซื้อขายล่วงหน้า ซึ่งมีข้อกำหนดการซื้อขายล่วงหน้าของยางแผ่นรมควันชั้น 3 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อกำหนดการซื้อขายล่วงหน้าของยางแผ่นรมควันชั้น 3 [2]

หน่วยการซื้อขาย	5,000 กิโลกรัม หรือ 5 เมตริกตัน / หนึ่งหน่วยการซื้อขาย
หน่วยการส่งมอบ	20,000 กิโลกรัม หรือ 20 เมตริกตัน / หนึ่งหน่วยการส่งมอบ
อัตราการขึ้นลงของราคา (ช่วงราคา)	0.05 บาท / กิโลกรัม
อัตราการขึ้นลงของราคาสูงสุดประจำวัน	3.40 บาท / กิโลกรัม (มีผลบังคับใช้ตั้งแต่ 24 เมษายน 2557)
อัตราเงินประกัน	ขึ้นอยู่กับอัตราเงินประกันล่าสุดที่ประกาศโดยตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย

ข้อมูลที่น่าสนใจในงานวิจัยเป็นข้อมูลรายวัน ซึ่งทำการเก็บรวบรวมตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 เป็นระยะเวลา 6 ปี และทำการวิเคราะห์ราคาของยางพาราในตลาดการซื้อขายล่วงหน้าด้วยวิธีการพยากรณ์ 2 วิธี คือ วิธีดัชนีชี้ราคาและวิธีโครงข่ายประสาทเทียม วิธีดัชนีชี้ราคาเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลระยะสั้น สามารถพยากรณ์แนวโน้มของราคาได้ ส่วนวิธีโครงข่ายประสาทเทียมเป็นวิธีที่สามารถพยากรณ์ค่าราคาของยางพาราในตลาดการซื้อขายล่วงหน้าในอนาคตได้

วิธีดัชนีชี้้นำ ประกอบด้วย ดัชนีปริมาณสะสม (On Balance Volume : OBV) และดัชนีกำลังสัมพันธ์ (Relative Strength Index : RSI) โดยดัชนีปริมาณสะสมเป็นเครื่องมือที่ใช้พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการซื้อขาย (Volume) กับการเคลื่อนไหวราคา ซึ่งสามารถบอกถึงแนวโน้มของตลาดได้โดยใช้หลักของความต้องการซื้อและความต้องการขายที่ระบุว่า ราคาอย่างแม่นยำวันขึ้น 3 ฯจะไม่ขึ้นจนกว่าความต้องการซื้อจะมากกว่าความต้องการขาย และดัชนีกำลังสัมพันธ์ เป็นเครื่องมือที่นำไปใช้วัดการแกว่งตัวของราคาอย่างแม่นยำวันขึ้น 3 ฯสำหรับการลงทุนในช่วงหนึ่ง เพื่อดูภาวะการซื้อมากเกินไป (Overbought) หรือ ภาวะการขายมากเกินไป (Oversold) โดยใช้ระดับเหนือ 70% บอกภาวะการซื้อมากเกินไป และระดับต่ำกว่า 30% บอกภาวะการขายมากเกินไป และยังใช้เป็นสัญญาณเตือนว่าแนวโน้มของราคาอย่างแม่นยำวันขึ้น 3 ฯที่กำลังมีทิศทางขึ้นหรือลงนั้น กำลังใกล้จะอ่อนตัวลงหรือยัง โดยมีสัญญาณเตือนที่แสดงออกมาในรูปแบบของการแยกทางออก (Divergence) ระหว่างราคาอย่างแม่นยำวันขึ้น 3 ฯกับดัชนีกำลังสัมพันธ์ [3]

วิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีแนวความคิดในการเรียนรู้ที่คล้ายคลึงกับระบบสมองของมนุษย์ โดยหลักการพื้นฐานของวิธีโครงข่ายประสาทเทียมเริ่มต้นจากแนวคิดการจำลองกระบวนการคิดในสมองมนุษย์ ซึ่งในสมองของมนุษย์นั้นประกอบไปด้วยเซลล์พิเศษหลายร้อยชนิดเรียกว่า นิวรอน (Neurons) ซึ่งรวมกันมีมากกว่าหนึ่งล้านเซลล์ นิวรอนถูกแบ่งเป็นกลุ่มๆ และสามารถเชื่อมต่อถึงกันได้เรียกว่า ข่ายงาน (Networks) ซึ่งแต่ละข่ายงานก็จะทำหน้าที่ต่างๆไปซึ่งขั้นตอนของการนำวิธีโครงข่ายประสาทเทียมมาใช้ในการพยากรณ์ก็มีลักษณะเช่นเดียวกับวิธีการพยากรณ์อื่นๆ ซึ่งจะต้องอาศัยข้อมูลป้อนเข้าเพื่อสร้างแบบจำลองในการพยากรณ์ข้อมูลในอนาคต ปรับปรุงให้เหมาะสมกับเงื่อนไขของตลาดที่มีการเปลี่ยนแปลงและมีความสามารถในการรวมการวิเคราะห์พื้นฐานและเทคนิคเพื่อสร้างแบบจำลอง โดยที่วิธีโครงข่ายประสาทเทียมจะพยายามลดจำนวนของการทำนายที่ผิดพลาดให้ต่ำที่สุด ซึ่งเป็นเหตุผลหลักที่มีการนำมาใช้ในการทำนายข้อมูลทางธุรกิจ [4]

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นราพัฒน์ ลิ้มปนาร [5] ได้ศึกษาเรื่องอัตราเงินเฟ้อจากปัจจัยทางเศรษฐกิจต่างๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความเป็นไปได้ของการใช้วิธีนิวรอลเน็ตเวิร์คในการพยากรณ์อัตราเงินเฟ้อและวิเคราะห์สรุปทิศทางความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเงินเฟ้อและปัจจัยทางเศรษฐกิจ ซึ่งปัจจัยทางเศรษฐกิจ 12 ปัจจัย ได้แก่ มูลค่าสินค้านำเข้า อัตราดอกเบี้ยเงินฝากภายในประเทศ การใช้จ่ายภาครัฐ อัตราการว่างงาน ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ภายในประเทศ อัตราค่าจ้าง มูลค่าสินค้าส่งออก ระดับราคาน้ำมันเบนซิน มูลค่าการลงทุนภาคเอกชน และอัตราเงินเฟ้อ ในที่นี้ใช้ข้อมูลรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2541 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2544 เพื่อพยากรณ์อัตราเงินเฟ้อรายเดือนในปี พ.ศ. 2545 ผลการศึกษาพบว่าในการสร้างแบบจำลองพยากรณ์ ผลการพยากรณ์ได้ค่าอัตราเงินเฟ้อเฉลี่ยที่มีความใกล้เคียงกับอัตราเงินเฟ้อเฉลี่ยที่พยากรณ์โดยหน่วยงานวิจัยอื่น ๆ จำนวน 10 สถาบัน

มีเดช เอี่ยมแข่ง [6] ทำการค้นคว้าแบบอิสระเรื่องประสิทธิภาพของเครื่องมือการวิเคราะห์ทางเทคนิคในการพยากรณ์การเคลื่อนไหวของราคาสินค้าอย่างแม่นยำวันขึ้น 3 ฯในตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย โดยทำการศึกษาในช่วงตั้งแต่ 1 มกราคม 2549 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2550 รวมระยะเวลา 2 ปี เครื่องมือทางเทคนิคที่ใช้ในการศึกษามี 6 ชนิด ได้แก่ เส้นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ค่าเฉลี่ยร่วมทางและแยกทาง เครื่องมือดัชนีกำลังสัมพันธ์ สโตแคสติกส์ โมเมนตัม และดัชนีปริมาณหุ้นสะสม จากนั้นทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพโดยการพิจารณาจากค่าอัตราผลตอบแทนรวม อัตราผลตอบแทนเฉลี่ย ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน และจำนวนรอบของการแสดงสัญญาณ ผลการศึกษาของเครื่องมือทางเทคนิคที่ให้ประสิทธิภาพของผลตอบแทนในระดับความเสี่ยงที่เหมาะสม สามารถเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย

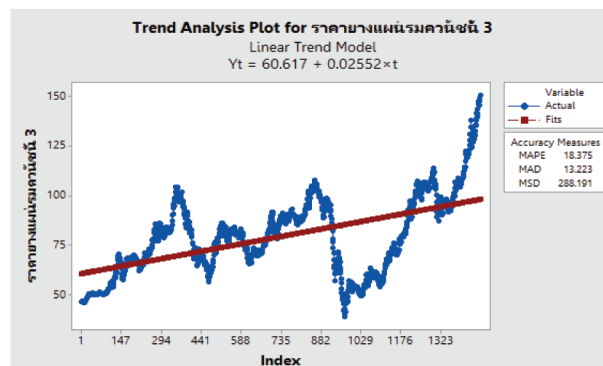
ได้ดังนี้ เครื่องมือดัชนีกำลังสัมพัทธ์ ดัชนีปริมาณหุ้นสะสม สโตแคสติกส์ โมเมนตัม ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ร่วมทางและแยกทางและเส้นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบได้เพราะค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนที่คำนวณได้มีค่าเป็นลบ

อึ้งย้ง แสนเดช [7] ได้ศึกษาวิธีการพยากรณ์และขนาดอนุกรมเวลาที่เหมาะสมเพื่อพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกุ้งสดแช่แข็ง ซึ่งวิธีที่นำมาใช้มี 5 วิธี ได้แก่ วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลโฮลท์-วินเทอร์ วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ รูปแบบทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน และการพยากรณ์ร่วมโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย การเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมโดยการเปรียบเทียบค่าวัดความคลาดเคลื่อน 3 ค่า ได้แก่ ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) และค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) เกณฑ์การเลือกวิธีที่เหมาะสมพิจารณาจากค่าวัดความคลาดเคลื่อนที่ต่ำสุด ทำการตรวจสอบความถูกต้องของการพยากรณ์ด้วยค่าสัญญาณเตือน 3 ค่า ได้แก่ TS_1 , TS_2 และ TS_3 ผลการศึกษาพบว่า ขนาดอนุกรมเวลาที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกุ้งสดแช่แข็ง คือ อนุกรมเวลาขนาด 48 เดือน และวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดคือ วิธีการพยากรณ์ร่วมโดยใช้วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ และรูปแบบทรานสเฟอร์ฟังก์ชัน เนื่องจากให้ค่า MAPE MAD และ MSE ต่ำที่สุด ในการตรวจสอบการพยากรณ์ พบว่า ช่วงเวลาการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับวิธีการพยากรณ์ร่วม คือ 1 เดือน

จากงานวิจัยข้างต้นจะเห็นว่าการนำโครงข่ายประสาทเทียมมาใช้ในการทางธุรกิจ เช่น การพยากรณ์อัตราเงินเฟ้อ ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยสนใจนำโครงข่ายประสาทเทียมและวิธีดัชนีชี้แนวโน้ม ซึ่งประกอบด้วย วิธีดัชนีกำลังสัมพัทธ์ (RSI) และวิธีดัชนีปริมาณหุ้นสะสม (OBV) มาพยากรณ์ราคาสินค้ายางแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าซึ่งยังเป็นวิธีที่ยังไม่ค่อยแพร่หลายมากนัก แต่อย่างไรก็ตามข้อเสียสำหรับวิธีดัชนีชี้แนวโน้มคือเหมาะสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาระยะสั้นเท่านั้น และจากงานวิจัยของอึ้งย้ง แสนเดช [7] ได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องของการพยากรณ์ด้วยค่าสัญญาณเตือน 3 ค่า ได้แก่ TS_1 , TS_2 และ TS_3 เพื่อหาช่วงเวลาการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับวิธีการพยากรณ์อีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลทุติยภูมิของราคาขายแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย ซึ่งเป็นข้อมูลรายวัน เนื่องจากวิธีดัชนีชี้แนวโน้มเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลระยะสั้น โดยรวบรวมข้อมูลตั้งแต่วันที่ 4 มกราคม 2548 ถึงวันที่ 30 ธันวาคม 2553 ระยะเวลา 6 ปี [2] ดังจะเห็นว่าลักษณะกราฟของราคาขายแผ่นรมควันชั้น 3 มีแนวโน้มปรับตัวสูงขึ้นดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การเคลื่อนไหวของราคาขายแผ่นรมควันชั้น 3

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยมีดังนี้

1. ศึกษาการวิเคราะห์แนวโน้มด้วยวิธีดัชนีชี้เข้า ได้แก่

1.1) OBV เป็นเครื่องมือที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการซื้อขายกับการเคลื่อนไหวราคาซึ่งพิจารณา
 ร่วมกับเส้นดัชนีชี้เข้า โดยใช้เส้นดัชนีชี้เข้าขนาด 10 วัน ในการส่งสัญญาณการเปลี่ยนเป็นแนวโน้มขาขึ้นเกิดขึ้นเมื่อเส้น OBV
 มีลักษณะอยู่ในแนวโน้มขึ้นและตัดเส้นดัชนีชี้เข้าขึ้น และการส่งสัญญาณการเปลี่ยนเป็นแนวโน้มขาลงเกิดขึ้นเมื่อเส้น OBV
 กำลังลดลงและตัดเส้นดัชนีชี้เข้าลง [3] โดยที่

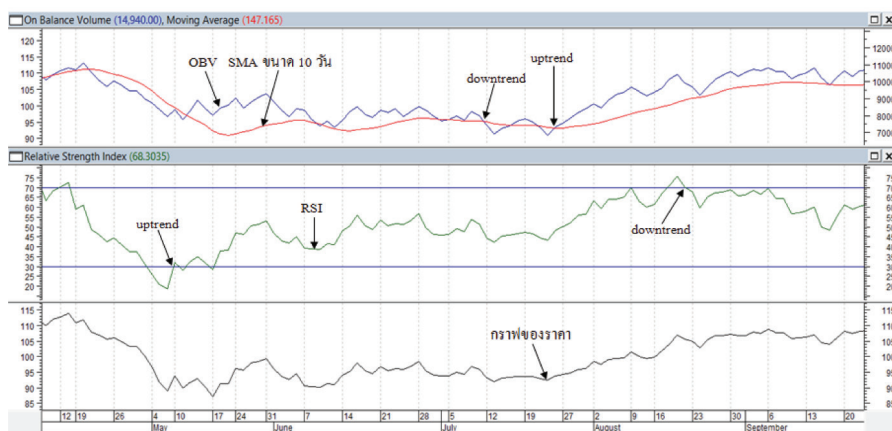
- (1) ถ้าราควันนี้สูงกว่าเมื่อวานนี้ : $OBV = OBV \text{ ของเมื่อวานนี้ } + \text{ ปริมาณการซื้อขายของวันนี้ }$
- (2) ถ้าราควันนี้ต่ำกว่าเมื่อวานนี้ : $OBV = OBV \text{ ของเมื่อวานนี้ } - \text{ ปริมาณการซื้อขายของวันนี้ }$
- (3) ถ้าราควันนี้เท่ากับเมื่อวานนี้ : $OBV = OBV \text{ ของเมื่อวานนี้ }$

1.2) RSI เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดการแกว่งตัวของราคา สำหรับข้อมูลรายวันใช้ช่วงเวลา 14 วัน ถ้า RSI
 ในช่วงโดยอยู่เหนือระดับ 70 แสดงว่าอยู่ในภาวะการซื้อมากเกินไป (Overbought) และถ้า RSI ในช่วงโดยอยู่ต่ำกว่าระดับ 30
 แสดงว่าอยู่ในภาวะการขายมากเกินไป (Oversold) [3] โดยที่

$$(4) \quad RSI = 100 - \frac{100}{1 - RS}$$

เมื่อ RS คือ $\frac{\text{ค่าเฉลี่ยของราคาที่เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นของราคาปิดใน 14 วัน}}{\text{ค่าเฉลี่ยของราคาที่เปลี่ยนแปลงลดลงของราคาปิดใน 14 วัน}}$

การพิจารณาการส่งสัญญาณการเปลี่ยนแนวโน้มของราคา ด้วยวิธี OBV และ RSI แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การพิจารณาการส่งสัญญาณการเปลี่ยนแนวโน้มของราคา โดย กรอบบนสุด คือ OBV ซึ่งพิจารณาร่วมกับ
 เส้นดัชนีชี้เข้าขนาด 10 วัน กรอบถัดลงมา คือ RSI และกรอบล่างสุด คือ กราฟของราคาอย่างแม่นยำวันขึ้น 3

2. คำนวณหาสัดส่วนความถูกต้องของสัญญาณการเปลี่ยนแนวโน้มที่เกิดจากวิธีดัชนีชี้ นำ โดยพิจารณาตามการประมาณค่าสัดส่วนแบบจุด กล่าวคือ

กำหนดให้

p คือ สัดส่วนของจำนวนครั้งที่วิธีดัชนีชี้ นำส่งสัญญาณถูกต้องต่อจำนวนครั้งทั้งหมดที่วิธีดัชนีชี้ นำส่งสัญญาณ หรือ

$$p = \frac{\text{จำนวนครั้งที่วิธีดัชนีชี้ นำส่งสัญญาณถูกต้อง}}{\text{จำนวนครั้งทั้งหมดที่วิธีดัชนีชี้ นำส่งสัญญาณ}}$$

3. เปรียบเทียบสัดส่วนความถูกต้องของการส่งสัญญาณการเปลี่ยนแนวโน้มที่ได้จากวิธี OBV และ RSI
4. วิเคราะห์แนวโน้มราคาของแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดการซื้อขายล่วงหน้า โดยใช้วิธีดัชนีชี้ นำที่เหมาะสม
5. ใช้โปรแกรม Zaitun Time Series เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับที่ input ด้วยข้อมูล 1,469 วัน จำนวน hidden layer เป็น 12 อัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.05 ค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0.5 Activation Function ในรูปแบบ Bipolar Sigmoid เงื่อนไขในการหยุดการทำซ้ำ คือ เมื่อมีการทำซ้ำครบ 100,000 รอบ ดังภาพที่ 3 หลังจากนั้นทำการพยากรณ์ราคาของแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดการซื้อขายล่วงหน้าแห่งประเทศไทย



ภาพที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโครงข่ายประสาทเทียม โดยใช้โปรแกรม Zaitun Time Series

6. หาช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคาของแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดการซื้อขายล่วงหน้า โดยพิจารณาจากการตรวจสอบค่าพยากรณ์ ดังนี้

6.1) ค่าความคลาดเคลื่อนที่เวลา t หรือ e_t เป็นผลต่างของค่าจริงและค่าพยากรณ์ที่เวลา t นั่นคือ $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$ ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ e_t หรือ σ_{e_t} เป็นค่าคงที่ซึ่งมีค่าเท่ากับ σ_e สำหรับทุกค่าของ t นั่นคือ $\sigma_{e_t} = \sigma_e$

6.2) ผลรวมของค่าความคลาดเคลื่อน ที่เวลา t หรือ SUM_t เป็นผลรวมของค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์นับตั้งแต่เริ่มการพยากรณ์จนถึงเวลา t โดย

$$(5) \quad \text{SUM}_t = e_1 + e_2 + \dots + e_t = \sum e_i = e_t + \text{SUM}_{t-1}$$

ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ SUM_t หรือ σ_{SUM_t} เป็นฟังก์ชันของเวลา t เขียน σ_{SUM_t} ในเทอมของ σ_e ได้เป็น $\sigma_e \sqrt{t}$ นั่นคือ $\sigma_{\text{SUM}_t} = \sigma_e \sqrt{t}$

6.3) ผลรวมเคลื่อนที่ของค่าความคลาดเคลื่อน k ค่าที่เวลา t หรือ MTE_t เป็นผลรวมของค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ครั้งละ k ค่า ที่เวลา t โดยเริ่มตั้งแต่เวลา $t - k + 1$ จนถึงที่ t โดย

$$(6) \quad \text{MTE}_t = e_t + e_{t-1} + \dots + e_{t-k+1} = (e_t - e_{t-k}) + \text{MTE}_{t-1}$$

สำหรับค่าวัดความคลาดเคลื่อนที่มีค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานไม่เป็นฟังก์ชันของ t ได้แก่ e_t , SUM_t และ MTE_t ต่อไปจะแทนด้วย TS_1 , TS_2 และ TS_3 ซึ่ง TS_1 , TS_2 และ TS_3 มีขีดจำกัดของขอบเขตของการยอมรับที่ไม่ขึ้นกับเวลา t ดังตารางที่ 2 ดังนั้น ทั้ง TS_1 , TS_2 และ TS_3 จะใช้เกณฑ์การตรวจสอบหรือขอบเขตของการยอมรับเดียวกันสำหรับทุกค่า t ในทางปฏิบัติจะแสดงผลของการตรวจสอบด้วยกราฟที่มีเส้นแสดงขอบเขตความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ที่อธิบายว่าค่าพยากรณ์ยังมีความเหมาะสมอยู่ [7]

เนื่องจากไม่ทราบค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าความคลาดเคลื่อนที่เวลา t (σ_{e_t}) ในทางปฏิบัติจะประมาณ σ_{e_t} จากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ด้วยวิธีต่าง ๆ ดังนี้

ตารางที่ 2 Tracking Signal และขอบเขตความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ สำหรับการตรวจสอบค่าพยากรณ์

$\text{TS}_{1t} = e_t$	$\pm 2\hat{\sigma}_{\text{TS}_1}$ หรือ $\pm 2\hat{\sigma}_e$
$\text{TS}_{2t} = \frac{\text{SUM}_t}{\sqrt{t}}$	$\pm 2\hat{\sigma}_{\text{TS}_2}$ หรือ $\pm 2\hat{\sigma}_e$
$\text{TS}_{3t} = \text{MTE}_t$	$\pm 2\hat{\sigma}_{\text{TS}_3}$ หรือ $\pm 2\hat{\sigma}_e \sqrt{k}$

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยทำการศึกษาการพยากรณ์ราคาอย่างแม่นยำวันขึ้น 3 ในตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย โดยวิเคราะห์แนวโน้มราคาด้วยวิธีการพยากรณ์ 2 วิธี คือ วิธีที่ 1 การพยากรณ์โดยใช้วิธีดัชนีชี้แนวโน้ม ซึ่งประกอบด้วย วิธี OBV และวิธี RSI และวิธีที่ 2 การพยากรณ์โดยใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียม

1. การพยากรณ์โดยใช้วิธีดัชนีชี้แนวโน้ม

วิธีดัชนีชี้แนวโน้ม ประกอบด้วย ดัชนีปริมาณสะสม (On Balance Volume : OBV) กำหนดให้พิจารณาพร้อมกับ เส้นดัชนีชี้แนวโน้ม ขนาด 10 วันและดัชนีกำลังสัมพัทธ์ (Relative Strength Index : RSI) ที่มีช่วงเวลาเท่ากับ 14 วัน

ตารางที่ 3 สัดส่วนความถูกต้องของการส่งสัญญาณการเปลี่ยนแนวโน้มจากวิธีดัชนีชี้แนวโน้ม

วิธีดัชนีชี้แนวโน้ม	การส่งสัญญาณการเปลี่ยนแนวโน้มของราคา		
	ถูกต้อง (ครั้ง)	ทั้งหมด (ครั้ง)	ร้อยละของสัดส่วนความถูกต้อง
OBV	43	20	46.51
RSI	42	15	35.71

จากตารางที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบวิธี OBV และ RSI พบว่า วิธี OBV สามารถพยากรณ์แนวโน้มได้ดีกว่าวิธี RSI โดยมีสัดส่วนความถูกต้องในการส่งสัญญาณการเปลี่ยนแนวโน้มราคาอย่างแม่นยำวันขึ้น 3 คิดเป็นร้อยละ 46.51

2. การพยากรณ์โดยใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียม

วิธีโครงข่ายประสาทเทียมที่นำมาใช้เป็นโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ ที่ input ด้วยข้อมูล 1,469 วัน จำนวน hidden layer เป็น 12 อัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.05 ค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0.5 Activation Function ในรูปแบบ Bipolar Sigmoid เงื่อนไขในการหยุดการทำซ้ำ คือ เมื่อมีการทำซ้ำครบ 100,000 รอบ พบว่าค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน กำลังสอง (MSE) เท่ากับ 2.57 และค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) เท่ากับ 4.02

ตารางที่ 4 การตรวจสอบค่าพยากรณ์สำหรับราคาอย่างแม่นยำวันขึ้น 3

วันที่ (t)	ค่าจริง (Y_t)	ค่าพยากรณ์ ($\hat{Y}_t$)	ค่าความคลาดเคลื่อน (e_t)	TS_{1t}	TS_{2t}	TS_{3t}
4 มกราคม 2554	146.25	148.46	-2.21	-2.21	-2.21	
5 มกราคม 2554	148.52	147.21	1.31	1.31	-0.64	
6 มกราคม 2554	151.32	146.85	4.47	4.47	2.06	
7 มกราคม 2554	153.50	146.71	6.79	6.79	5.18	10.35
10 มกราคม 2554	154.29	146.71	7.58	7.58	8.02	20.15
11 มกราคม 2554	156.56	146.77	9.79	9.79	11.32	28.63
12 มกราคม 2554	158.29	146.89	11.40	11.40	14.79	35.56
ขอบเขตความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้			± 4.78	± 9.56	± 9.56	± 19.13

จากตารางที่ 4 สรุปได้ว่า ช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม คือ 5 วัน เนื่องจากค่าพยากรณ์ที่ยังคงอยู่ภายในขอบเขตความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

สรุปผล วิเคราะห์ผลและข้อเสนอแนะงานวิจัย

จากการวิเคราะห์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าด้วยวิธีดัชนีชี้้นำ ซึ่งวิธีดัชนีชี้้นำเป็นตัวชี้สถานะของตลาดที่สามารถบอกภาวะการซื้อมากเกินไปหรือภาวะการขายมากเกินไป และสามารถทำนายแนวโน้มของราคาเมื่อเครื่องมือมีการส่งสัญญาณการเปลี่ยนแนวโน้มเป็นแนวโน้มขึ้น แนวโน้มลงหรืออาจมีแนวโน้มคงที่ จากงานวิจัยนี้พบว่า ทั้งวิธี OBV และวิธี RSI ต่างก็ให้สัดส่วนความถูกต้องในการส่งสัญญาณการเปลี่ยนแนวโน้มของราคา ในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 50 แต่อย่างไรก็ตาม วิธี OBV สามารถพยากรณ์แนวโน้มได้ดีกว่าวิธี RSI โดยมีสัดส่วนความถูกต้องในการส่งสัญญาณการเปลี่ยนแนวโน้มราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 คิดเป็นร้อยละ 46.51 สำหรับการพยากรณ์ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม พบว่า ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) มีค่าเท่ากับ 2.57 และค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) มีค่าเท่ากับ 4.02 และช่วงเวลาการพยากรณ์ที่เหมาะสม คือ 5 วัน ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไปสำหรับผู้สนใจ คือ ควรทำการศึกษาวิธีการวิเคราะห์ทางเทคนิควิธีอื่นๆ เช่น เส้นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ค่าเฉลี่ยร่วมทางและแยกทาง สโตแคสติกส์ โมเมนตัม ดังเห็นว่างานวิจัยนี้เมื่อใช้วิธีดัชนีชี้นำ ผลการศึกษาที่ได้ออกมาให้สัดส่วนความถูกต้องในการส่งสัญญาณการเปลี่ยนแนวโน้มของราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ไม่ดีเท่าที่ควร รวมถึงลองเปลี่ยนข้อมูลเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอื่น ๆ เช่น ราคาทองคำ ราคาข้าว เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2553). **ข้อมูลวิชาการยางพารา 2553**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- [2] ตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย. (2556). **แนะนำองค์กร (ออนไลน์)**. สืบค้นเมื่อ 21 กรกฎาคม 2556, จาก <http://www.afet.or.th>.
- [3] Reuters. (1997). **Technical Analysis Manual**. New York : Reuters.
- [4] อนุชาติ อาจคำไพ. (2551). การศึกษาเปรียบเทียบวิธีโครงข่ายประสาทเทียมและวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ ในการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [5] นราพัฒน์ ลิ้มปนากร. (2545). การพยากรณ์อัตราเงินเฟ้อจากปัจจัยทางเศรษฐกิจต่าง ๆ ด้วยวิธีนิวรอลเน็ตเวิร์ค. วิทยานิพนธ์ เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [6] มีเดช เอี่ยมแข็ง. (2551). ประสิทธิภาพของเครื่องมือการวิเคราะห์ทางเทคนิคในการพยากรณ์การเคลื่อนไหวของราคาสินค้ายางแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย. การค้นคว้าแบบอิสระระดับปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [7] ยิ่งยง แสงเดช. (2554). การศึกษาตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกุ้งแช่แข็ง. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

การยับยั้งการทำงานของฮีแมกกลูตินินของไข้หวัดใหญ่ H1N1
ด้วยสารแอนโดรกราโฟไลด์และอนุพันธ์
Inhibition of Influenza A Hemagglutinin H1N1
with Andrographolide and Derivatives

พนิตา กังซุ่น^{1*} ซ้ำซีเยห์ มะลี² และปาตีมาะ ดอละ²
Panita Kongsune^{1*}, Sumseeyah Malee² and Patimoh Doloh²

บทคัดย่อ

เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งระหว่างโปรตีนฮีแมกกลูตินินของเชื้อไวรัสไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ H1N1 กับสารแอนโดรกราโฟไลด์และอนุพันธ์ที่พบในฟ้าทะลายโจร ด้วยวิธีโมเลกุลาร์ดอกกิ้ง ผลการคำนวณพบว่าตัวยับยั้ง 1,4 - deoxyandrographolide_1 สามารถจับกับโปรตีนฮีแมกกลูตินินได้ดีที่สุด ดังนั้นจึงเลือกสารดังกล่าวมาทำการศึกษาดัวยระเบียบวิธีโมเลกุลาร์ไดนามิกส์ซิมูเลชัน โดยพบว่าตัวยับยั้ง 1,4 - deoxy andrographolide_1 สามารถเกิดพันธะกับกรดอะมิโน Y95, H183, D190, E227 และ G228 ของโปรตีนฮีแมกกลูตินิน และพบว่าค่าพลังงานยึดจับระหว่างสารดังกล่าวเท่ากับ -72.33 kcal/mol แสดงให้เห็นว่าการยึดจับมีความแข็งแรงเป็นการยืนยันว่าตัวยับยั้ง 1,4 - deoxy andrographolide_1 มีโอกาสที่จะพัฒนาเป็นยาเพื่อยับยั้งการทำงานของโปรตีนฮีแมกกลูตินินได้

คำสำคัญ : ฮีแมกกลูตินิน สารแอนโดรกราโฟไลด์และอนุพันธ์ โมเลกุลาร์ดอกกิ้ง ไข้หวัดใหญ่

¹ อ.ดร., สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

² นิสิตสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

* Corresponding author: e-mail: panita487@hotmail.com Tel 0-7460-9600 ext 2362

Abstract

To investigate the binding affinity of the inhibitors, molecular docking was performed on hemagglutinin H1N1 complexed with andrographolide and derivatives from *Andrographis paniculata*. The result revealed that the 1,4 – deoxyandrographolide_1 led to the strongest binding to hemagglutinin active site. Therefore, 1,4 – deoxyandrographolide_1 was selected to study H-bond and free energy using molecular dynamics simulation. The result showed that 1,4 - deoxy andrographolide_1 inhibitor can be bound to the key positions of HA amino acid (Y95, H183, D190, E227 and G228) with high percentage of interaction. The binding free energy result founded that this complex can be well bound together of -72.33 kcal/mol. Therefore, 1,4 – deoxyandrographolide_1 is a good choice for developing the inhibitor of hemagglutinin.

Keywords : Hemagglutinin, Andrographolide and Derivatives, Molecular Docking, Influenza Virus

บทนำ

การระบาดของเชื้อไวรัสไข้หวัดสายพันธุ์ใหม่หรือไข้หวัด 2009 H1N1 หรือ สายพันธุ์ H7N9 ได้สร้างความตื่นตระหนกอีกครั้ง องค์การอนามัยโลกได้พยากรณ์ว่าการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสไข้หวัดสายพันธุ์ใหม่นี้อาจมีระดับความรุนแรงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในอนาคต เนื่องจากเชื้อไวรัสมีการกลายพันธุ์สูงและมีวิวัฒนาการการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นจึงเป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องทำความเข้าใจถึงกลไกหรือกระบวนการแพร่พันธุ์ของเชื้อไวรัสไข้หวัดใหญ่ รวมถึงการศึกษาพัฒนาหรือคิดค้นยาชนิดใหม่ที่มีประสิทธิภาพในการรักษาไข้หวัดใหญ่ต่อไป

โรคไข้หวัดเกิดจากเชื้อ influenza virus A ซึ่งอยู่ในตระกูล Orthomyxoviridae genus [1] ที่บริเวณเปลือกผิวชั้นนอกของอนุภาคไวรัสประกอบด้วยไกลโคโปรตีน 2 ชนิด ได้แก่ฮีแมกกลูตินิน (Hemagglutinin, HA) ซึ่งมี 16 ชนิด และนิวรามินิเดส (Neuraminidase, NA) ซึ่งมี 9 ชนิด [2] กระบวนการแพร่พันธุ์ของเชื้อไข้หวัดนั้น เริ่มต้นจากฮีแมกกลูตินินของอนุภาคไวรัสยึดเกาะกับตัวรับของโฮสต์ซึ่งประกอบด้วยกรดไซแอลิก (sialic acid, SA) เชื่อมต่อกับน้ำตาล กาแลคโตส (galactose, Gal) หากโปรตีนฮีแมกกลูตินินจับกับตัวรับบนผิวของโฮสต์ได้ดี เชื้อจะแพร่เข้าสู่ร่างกายโฮสต์ได้ง่าย มีการกระจายของเชื้ออย่างรวดเร็ว ในทางตรงกันข้ามหากโปรตีนฮีแมกกลูตินินไม่สามารถยึดเกาะกับตัวรับบนผิวของโฮสต์ได้ การแพร่เข้าสู่เซลล์ของเชื้อไวรัสก็จะไม่เกิดขึ้น นอกจากฮีแมกกลูตินิน แล้ว นิวรามินิเดส และเมมเบรนโปรตีนไอออนแชนแนลหรือ M2 channel ยังมีบทบาทสำคัญในกระบวนการเพิ่มจำนวนเซลล์ของเชื้อไวรัส โดยนิวรามินิเดสมีหน้าที่ตัดหมู่กรดไซแอลิกของตัวรับที่ยึดเกาะไวรัสไว้ เพื่อปลดปล่อยอนุภาคไวรัสตัวใหม่ออกจากเซลล์เริ่มต้น และแพร่กระจายไปสู่เซลล์อื่นๆ ต่อไป ส่วน M2 ทำหน้าที่บล็อกเยื่อหุ้มเมมเบรนของไวรัสโดยการลำเลียงโปรตอนผ่านแชนแนลเข้าสู่เซลล์ไวรัส [1]

ในปัจจุบันมียารักษาไข้หวัดใหญ่เพียง 4 ชนิด ที่ผ่านการรับรองจากองค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา ได้แก่ อะแมนตาดีน ไรแมนตาดีน โอเซลทามิเวียร์ และซานามิเวียร์ สำหรับยา 2 ชนิดแรกนั้นถูกพัฒนาขึ้นเพื่อป้องกันการรบกวนของโปรตีน M2 ในขณะที่ยาอีก 2 ชนิดถูกคิดค้นขึ้นเพื่อใช้ขัดขวางการทำงานของโปรตีนนิวรามินิเดส อย่างไรก็ตามการใช้ยาดังกล่าวได้ก่อให้เกิดปัญหาการดื้อยาสูง โดยเฉพาะอะแมนตาดีนและไรแมนตาดีน พบว่ามีอัตราการดื้อยาสูงถึง 90 % ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการพัฒนายาที่ออกฤทธิ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อเป้าหมายใหม่

ด้วยบทบาทที่สำคัญของโปรตีนฮีแมกกลูตินินทำให้เป็นเป้าหมายในการผลิตหรือคิดค้นยาสำหรับรักษาเชื้อไวรัสไข้หวัดใหญ่ เนื่องจากปัจจุบันยังไม่มีรายงานว่ามียาที่ผ่านการรับรองจากองค์การอาหารและยาสหรัฐอเมริกาว่าสามารถออกฤทธิ์ขัดขวางหรือยับยั้งการทำงานของโปรตีนฮีแมกกลูตินินได้ ความก้าวหน้าในการคิดค้นหรือพัฒนายาที่ออกฤทธิ์ต้านโปรตีนฮีแมกกลูตินินนั้น มีเพียงกลุ่มอนุพันธ์ที่ช่วยยับยั้งการทำงานในขั้นตอนการพิวส์ชันของโปรตีนฮีแมกกลูตินินเท่านั้น เช่น tert-butyl hydroquinone หรือ TBHQ [3] อนุพันธ์ของคาร์บอกซาไมด์ [4] และสารกลุ่ม Neo6 [5]

จากรายงานของกระทรวงสาธารณสุขที่ระบุว่า สมุนไพรไทยหลายชนิดมีฤทธิ์ต้านไข้หวัดใหญ่ได้ โดยเฉพาะ “ฟ้าทะลายโจร” นั้นมีสรรพคุณดีเยี่ยม สารสำคัญหลักพบในฟ้าทะลายโจร คือแอนโดรกราโฟไลด์เป็นสารในกลุ่ม Diterpenoid lactone นอกจากนี้ยังพบอนุพันธ์อื่นๆ ของแอนโดรกราโฟไลด์ เช่น 1,4 - deoxy andrographolide และ neoandrographolide งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาเชิงลึกในระดับโมเลกุลโดยใช้เทคนิคโมเลกุลาร์ดอกกิง (molecular docking) และเทคนิคโมเลกุลาร์ไดนามิกส์ซิมูเลชัน (molecular dynamic simulations) ศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการยึดจับระหว่างโปรตีนฮีแมกกลูตินินของเชื้อไวรัสไข้หวัดใหญ่กับ สารอนุพันธ์แอนโดรกราโฟไลด์ ในฟ้าทะลายโจร เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในการขัดขวางการทำงานของฮีแมกกลูตินินอันจะเป็นโอกาสในการค้นพบหรือพัฒนายาที่สามารถยับยั้งการทำงานของฮีแมกกลูตินินอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

วิธีการวิจัย

1. เตรียมไฟล์โครงสร้างสามมิติของฮีแมกกลูตินิน

สามารถดาวน์โหลดโครงสร้างสามมิติของโปรตีนฮีแมกกลูตินินที่เกิดสารประกอบเชิงซ้อนอยู่กับ SIA 2,6 GAL ได้จากเว็บไซต์ Protein Data Bank PDB ID ของโปรตีนตัวนี้ คือ 3UBE

2. เตรียมไฟล์โครงสร้างสามมิติของสารแอนโดรกราโฟไลด์และอนุพันธ์ดังแสดงในตารางที่ 1

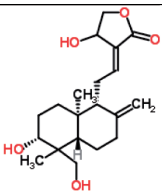
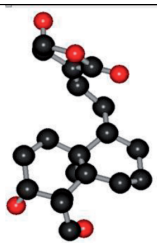
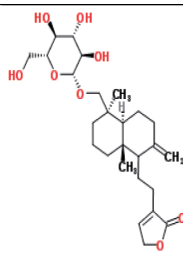
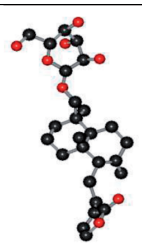
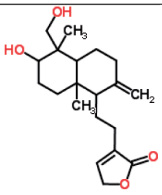
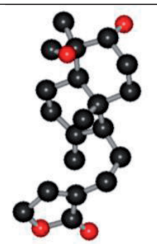
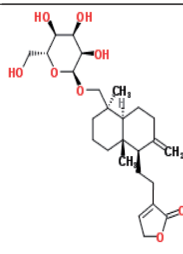
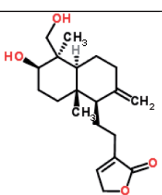
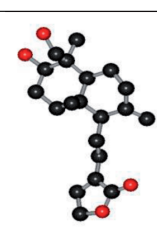
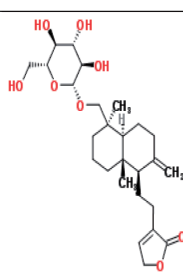
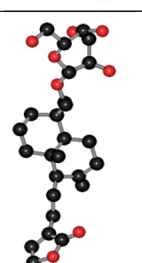
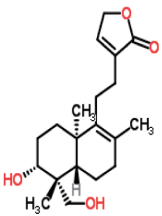
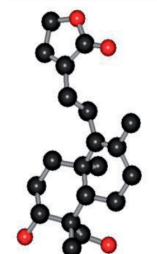
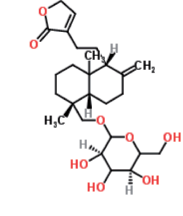
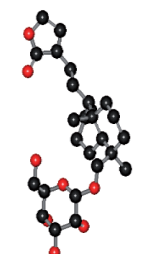
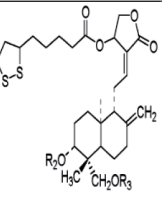
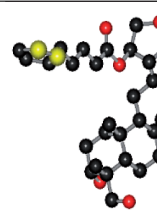
3. โมเลกุลาร์ดอกกิงระหว่างฮีแมกกลูตินินกับสารแอนโดรกราโฟไลด์และอนุพันธ์

หาตำแหน่งกึ่งกลางของ binding site ในกรณีนี้จะใช้ตำแหน่งกึ่งกลางของโมเลกุลตัวรับ SIA 2,6 GAL จากนั้นทำการเติมประจุ และ solvation term ให้กับ โปรตีนด้วยโปรแกรม AutoDockTool กำหนดขอบเขตของ Grid box เพื่อกำหนดขอบเขตในการคำนวณค่า binding energy โดย Grid box นี้มีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยม ในแต่ละ dimension (ในแนวแกน x, y และ z) ประกอบไปด้วยจุดเสมือน (virtual points) หลายจุด สารยับยั้งที่เราสนใจจะถูกโปรแกรม AutoDock4 จับใส่ลงไปในกล่องนี้ และเคลื่อนโครงสร้างสารยับยั้งไปรอบๆ binding site โดย สารยับยั้ง จะไม่สามารถเคลื่อนออกนอกกล่องได้ เมื่อ สารยับยั้ง ถูกเคลื่อนไปแต่ละตำแหน่ง ก็จะมีการคำนวณค่าพลังงานระหว่าง สารยับยั้ง กับโปรตีนทุกครั้ง ทำการคำนวณ docking เพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการจับตัวกันของโมเลกุลทั้งสอง และรูปร่างโมเลกุลที่เหมาะสมที่สุด ในการทดลองครั้งนี้จะสั่งการดำเนินการทั้งหมด 100 ครั้ง โดยโปรแกรม AutoDock และโปรแกรมจะทำการจัดโครงสร้างของลิแกนด์ที่อยู่ในลักษณะเดียวกันให้อยู่ในกลุ่ม (Cluster) เดียวกันโดยใช้ค่าทางสถิติ (RMSD) เป็นเกณฑ์ในการจัดกลุ่ม

4. โมเลกุลาร์ไดนามิกส์ซิมูเลชันระหว่างฮีแมกกลูตินินกับสารอนุพันธ์แอนโดรกราโฟไลด์

เมื่อได้โครงสร้างของสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างตัวรับกับฮีแมกกลูตินินที่คัดเลือกแล้วได้แก่ HA-1,4 - deoxy andrographolide_1 จากนั้นทำการเติมโมเลกุลไฮโดรเจนให้กับโปรตีนฮีแมกกลูตินิน เติมน้ำในลักษณะ cubic box และเติมไอออนเพื่อปรับระบบให้ระบบเป็นศูนย์ จากนั้นทำการ minimization ระบบเพื่อปรับโครงสร้างเสถียรของ ไฮโดรเจน และ น้ำ ที่เติมลงในระบบ สุดท้ายก็ทำการจำลองการทำงานของสารประกอบเชิงซ้อนดังกล่าวด้วยวิธีโมเลกุลาร์ไดนามิกส์ซิมูเลชัน โดยใช้โปรแกรม AMBER 10 package (Case, Darden et al. 2008) เป็นเวลา 12 ns หรือ 12000 ps เริ่มต้นโดยการให้ความร้อนกับระบบซึ่งเดิม มีอุณหภูมิ 0 K เป็น 310 K ในช่วงเวลา 0 – 100 ps โดยให้ปริมาตรคงที่ จากนั้นคำนวณไปถึง 1200 ps โดยกำหนดให้ความดันคงที่ และอุณหภูมิคงที่ ๆ 310 K เก็บ snapshot ทุก ๆ 0.2 ps และใช้ snapshot ในช่วง 2.5 ns – 12 ns เก็บมาจำนวน 100 snapshots เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางที่ 1 แสดงโครงสร้าง 2 มิติ และ 3 มิติของสารกลุ่ม สารกลุ่มแอนโดรกราโฟไลด์และอนุพันธ์

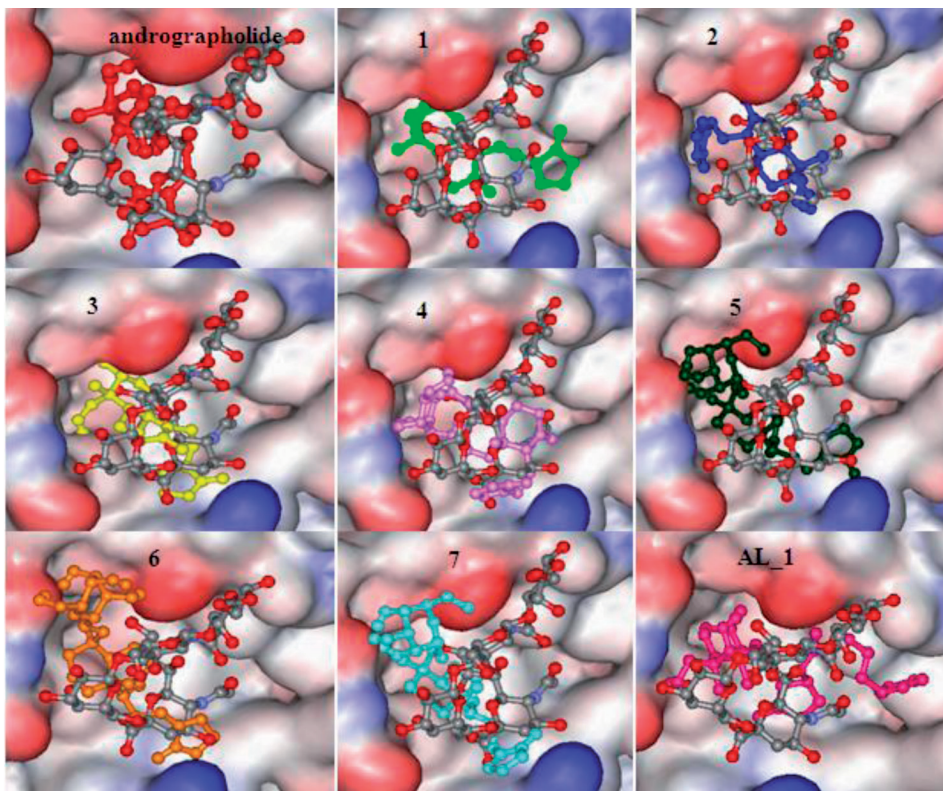
ชื่อ	โครงสร้าง 2 มิติ	โครงสร้าง 3 มิติ	ชื่อ	โครงสร้าง 2 มิติ	โครงสร้าง 3 มิติ
Andrographolide			Neoandrographolide_1		
1,4-deoxy Andrographolide_1			Neoandrographolide_2		
1,4-deoxy Andrographolide_2			Neoandrographolide_3		
1,4-deoxy Andrographolide_3			Neoandrographolide_4		
14-alpha-lipoyl andrographolide					

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

1. โมเลกุลาร์ด็อกกิ้งระหว่างฮีแมกกลูตินินกับสารแอนโดรกราโฟไลด์และอนุพันธ์

1.1. พลังงานในการยึดจับระหว่างโปรตีนกับสารยับยั้ง

การเปรียบเทียบการเข้าจับกันของสาร andrographolide และอนุพันธ์ กับตัวรับหรือซับสเตรท SIA 2,6 GAL ที่ยึดจับกับโปรตีนฮีแมกกลูตินิน (3UBE) ซึ่งในโปรตีนฮีแมกกลูตินิน จะมีตำแหน่งที่มีลักษณะโพรงเรียกว่าบริเวณยึดจับ (Binding site) ที่ทำให้สาร andrographolide และอนุพันธ์ สามารถเข้าจับกับกับโปรตีนฮีแมกกลูตินินในโพรงได้ ถ้าตัวยับยั้งสามารถเข้าไปจับกับโปรตีนตรงตำแหน่งของตัวรับ SIA 2,6 GAL ตรงบริเวณยึดจับได้ดี แสดงว่าจับกับโปรตีนฮีแมกกลูตินินได้ดี สารดังกล่าวมีโอกาที่จะยับยั้งการทำงานของโปรตีนฮีแมกกลูตินินได้ โครงสร้างสารประกอบเชิงซ้อนของสารยับยั้งทั้ง 9 ในบริเวณยึดจับของโปรตีนฮีแมกกลูตินินที่ได้จากการทำโมเลกุลาร์ด็อกกิ้งแสดงดังภาพที่ 1 และจากการดำเนินการทั้งหมด 100 ครั้งพบว่าเปอร์เซ็นต์กลุ่มสารที่มีโครงสร้างเดียวกัน (% conformational cluster) ซึ่งเป็นค่าที่โปรแกรม AutoDock จะทำการจัดโครงสร้างของตัวยับยั้งที่อยู่ในลักษณะเดียวกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน โดยใช้ค่าทางสถิติเป็นเกณฑ์ในการจัดกลุ่มแสดงดังตารางที่ 2



ภาพที่ 1 แสดงผลการด็อกกิ้งระหว่าง สาร andrographolide และ อนุพันธ์ กับโปรตีนฮีแมกกลูตินินสายพันธุ์ดั้งเดิม โดยหมายเลข 1 ถึง 3 คือ 1,4 – deoxy Andrographolide ตัวที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ ในขณะที่ หมายเลข 4 ถึง 7 คือ Neoandrographolide ตัวที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ และ AL-1 คือ 1,4-alpha-lipoyl andrographolide

ตารางที่ 2 พลังงานการยึดจับต่ำสุด และเปอร์เซ็นต์กลุ่มสารที่มีโครงสร้างเดียวกันที่ได้จากการทำโมเลกุลาร์ดอกกิ้ง

ตัวยับยั้ง	Lowest Binding Energy (Kcal/mol)	% conformational cluster	ตัวยับยั้ง	Lowest Binding Energy (Kcal/mol)	% conformational cluster
Andrographolide	-6.90	32	Neoandrographolide_1	-6.67	18
1,4 - deoxy andrographolide_1	-7.61	31	Neoandrographolide_2	-7.53	22
1,4 - deoxy andrographolide_2	-6.69	33	Neoandrographolide_3	-6.49	8
1,4 - deoxy andrographolide_3	-6.77	31	Neoandrographolide_4	-6.93	7
14-alpha-lipoyl andrographolide	-6.78	4			

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จากผลการทำโมเลกุลาร์ดอกกิ้งระหว่างฮีแมกกลูตินินกับสารแอนโดรกราโฟไลด์และอนุพันธ์จึงเลือกสาร 1,4 - deoxyandrographolide_1 มาทำการศึกษาด้วยระเบียบวิธีโมเลกุลาร์ไดนามิกส์ซิมูเลชันเพื่ออธิบายถึงความเหมือน/ความแตกต่างทางด้านโครงสร้างการเคลื่อนที่ของโปรตีนและตัว รวมถึง คำนวณพลังงานเสรีกิบส์เปรียบเทียบผลการคำนวณที่ได้กับผลการทดลองหรือผลการคำนวณจากงานวิจัยอื่นๆ

2. โมเลกุลาร์ไดนามิกส์ซิมูเลชันระหว่างฮีแมกกลูตินินกับสารแอนโดรกราโฟไลด์และอนุพันธ์

2.1. พันธะไฮโดรเจนระหว่างสารยับยั้งกับโปรตีนฮีแมกกลูตินิน

เพื่อดูอันตรกิริยาระหว่างไกลโคโปรตีนฮีแมกกลูตินินและตัวยับยั้ง 1,4 - deoxy andrographolide_1 ที่ได้จากการทำโมเลกุลาร์ดอกกิ้งในบริเวณยึดจับของฮีแมกกลูตินิน (HA binding pocket) จึงทำการคำนวณ % Hydrogen bond occupation ระหว่างกรดอะมิโนของโปรตีนฮีแมกกลูตินินกับตัวยับยั้ง 1,4 - deoxy andrographolide_1 จากผลของการคำนวณการเกิดพันธะไฮโดรเจนด้วยเทคนิคโมเลกุลาร์ไดนามิกส์ซิมูเลชันดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่าตัวยับยั้ง 1,4 - deoxy andrographolide_1 สามารถเกิดพันธะกับกรดอะมิโนของโปรตีนฮีแมกกลูตินินในตำแหน่งที่สำคัญและมีเปอร์เซ็นต์การเกิดพันธะที่ค่อนข้างสูงใกล้เคียงกับการเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างกรดอะมิโนของโปรตีนฮีแมกกลูตินินกับตัวรับหรือซัสเซปเตอร์ SIA 2,6 GAL [6] นั่นคือการเกิดพันธะมีความแข็งแรงและเกิดตลอดเวลาของการทำซิมูเลชันแสดงให้เห็นว่าตัวยับยั้ง 1,4 - deoxy andrographolide_1 มีโอกาสที่จะยับยั้งการทำงานของโปรตีนฮีแมกกลูตินินได้

ตารางที่ 3 ผลของการเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างฮีแมกกลูตินินกับตัวยับยั้ง 1,4 - deoxy andrographolide_1 และเปอร์เซ็นต์การเกิดพันธะไฮโดรเจน (% Hydrogen bond occupation) ที่ได้จากการทำไดนามิกส์โมเลชัน

ตัวยับยั้ง	การเกิดพันธะไฮโดรเจน (ฮีแมกกลูตินิน_ตัวยับยั้ง)	เปอร์เซ็นต์การเกิดพันธะไฮโดรเจน (% Hydrogen bond occupation)
1,4-deoxy andrographolide_1	-H183_O1	96%
	-Y95_O1	88%
	-E227_O4	76%
	-G228_O4	75%
	-G228_H12	75%
	D190_H30	21%

2.2 พลังงานในการยึดจับระหว่างสารยับยั้งกับโปรตีนฮีแมกกลูตินิน

ข้อมูลทางเทอร์โมไดนามิกส์ที่นิยมใช้ในการบอกอันตรกิริยา (interaction) คือพลังงานเสรีของการยึดจับ (binding energy) ซึ่งถ้าค่าพลังงานเสรีของการยึดจับระหว่างฮีแมกกลูตินินกับตัวยับยั้งมีค่าเป็นลบแสดงว่าฮีแมกกลูตินินสามารถเข้าไปยึดจับกับตัวยับยั้งได้ดีและมีความเสถียรส่วนค่าพลังงานเสรีของการยึดจับถ้ามีค่าเป็นบวกแสดงว่าฮีแมกกลูตินินไม่สามารถเข้าไปยึดจับกับตัวยับยั้งได้ซึ่ง ผลการคำนวณค่าพลังงานเสรีของการยึดจับและเทอมพลังงานย่อยอื่นๆ ระหว่างฮีแมกกลูตินินกับยับยั้ง 1,4 - deoxy andrographolide_1 แสดงในตารางที่ 4 พบว่าการยึดจับระหว่างฮีแมกกลูตินินกับตัวยับยั้ง 1,4 - deoxy andrographolide_1 สามารถยึดจับกันได้ดีและมีความเสถียรเนื่องจากมีค่าเป็นลบโดยมีค่าพลังงานการยึดจับเท่ากับ -72.33 kcal/mol ซึ่งพลังงานที่คำนวณได้ก็สอดคล้องกับผลของพันธะไฮโดรเจนระหว่างฮีแมกกลูตินิน และ ยับยั้ง 1,4 - deoxy andrographolide_1 เป็นการยืนยันว่าตัวยับยั้ง 1,4 - deoxy andrographolide_1 มีโอกาสที่จะยับยั้งการทำงานของโปรตีนฮีแมกกลูตินินได้

ตารางที่ 4 ผลของค่าพลังงานเสรีของการยึดจับและเทอมพลังงานย่อยอื่นๆ ระหว่างฮีแมกกลูตินินกับยับยั้ง 1,4 - deoxy andrographolide_1 ที่ได้จากการทำไดนามิกส์โมเลชัน

ชนิดพลังงาน	พลังงาน (Kcal/mol)
พลังงานประจุ (ΔE_{ele})	-49.04 $\pm$ 12.66
พลังงานแวนเดอร์วาลส์ (ΔE_{vdw})	-33.96 $\pm$ 3.51
พลังงานสถานะแก๊ส (ΔE_{MM})	-82.68 $\pm$ 13.18
พลังงานรวมสารละลาย (ΔE_{sol})	10.35 $\pm$ 2.35
พลังงานเสรีของการยึดจับ ($\Delta G_{binding}$)	-72.33 $\pm$ 11.06

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาโมเลกุลาร์ดอกกิ่งระหว่างโปรตีนฮีแมกกลูตินินของเชื้อไวรัสสายพันธุ์ H1N1 ที่ระบาดในปี 2009 กับตัวยับยั้ง andrographolide และ อนุพันธ์ ทั้งหมด 9 ตัว ผลการคำนวณพบว่า ตัวยับยั้ง 1,4 - deoxyandrographolide_1 สามารถจับกับโปรตีนฮีแมกกลูตินินได้ดีที่สุด ดังนั้นจึงเลือกสาร 1,4 - deoxyandrographolide_1 มาทำการศึกษาด้วยระเบียบวิธีโมเลคิวลาร์ไดนามิกส์เชิงโมเลกุล จากผลของการคำนวณการเกิดพันธะไฮโดรเจนด้วยเทคนิคโมเลคิวลาร์ไดนามิกส์เชิงโมเลกุลพบว่าตัวยับยั้ง 1,4 - deoxy andrographolide_1 สามารถเกิดพันธะกับกรดอะมิโนของโปรตีนฮีแมกกลูตินินในตำแหน่งที่สำคัญและมีเปอร์เซ็นต์การเกิดพันธะที่ค่อนข้างสูงนั่นคือการเกิดพันธะมีความแข็งแรงและเกิดตลอดเวลาของการทำเชิงโมเลกุลาร์ โดย เกิด 1 พันธะกับ Y95, H183, D190, E227 มีค่า % Hydrogen bond occupation เท่ากับ 88%, 96%, 21% และ 76% ตามลำดับ และเกิด 2 พันธะกับ G228 โดยมีค่า % Hydrogen bond occupation เท่ากับ 75% และ 75% ตามลำดับ และผลการคำนวณค่า binding energy พบว่าการยึดจับระหว่างฮีแมกกลูตินินกับตัวยับยั้ง 1,4 - deoxy andrographolide_1 สามารถยึดจับกันได้ดีและมีความเสถียรเนื่องจากมีค่าเป็นลบโดยมีค่าพลังงานการยึดจับเท่ากับ -72.33 kcal/mol แสดงให้เห็นว่าการยึดจับระหว่างฮีแมกกลูตินินกับตัวยับยั้ง มีความแข็งแรงซึ่งพลังงานที่คำนวณได้ก็สอดคล้องกับผลของพันธะไฮโดรเจนระหว่างฮีแมกกลูตินินและ ตัวยับยั้ง 1,4 - deoxy andrographolide_1 เป็นการยืนยันว่าตัวยับยั้ง 1,4 - deoxy andrographolide_1 มีโอกาสที่จะพัฒนาเป็นยาเพื่อยับยั้งการทำงานของโปรตีนฮีแมกกลูตินินได้

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินสนับสนุนจากงบรายได้ กองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยทักษิณ 2555 ในโครงการ ความเข้าใจระดับโมเลกุลของสารยับยั้งโปรตีนฮีแมกกลูตินินของไข้หวัดใหญ่เพื่อเป็นความรู้พื้นฐานในการพัฒนายาและขอขอบคุณคอมพิวเตอร์แม่ข่ายและโปรแกรมสำเร็จรูปจากภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] Cross, K.J., Burleigh, L.M. and Steinhauer, D. (2001). “Mechanisms of cell entry by influenza virus”, **Expert. Rev. Mol. Med.** 6, 1-18.
- [2] Tobita, K. (1997). “Classification and nomenclature of influenza viruses”, **Nihon. Rinsho.** 55, 2512-2514.
- [3] Li, X.B., et al. (2011). “Novel inhibitor design for hemagglutinin against H1N1 influenza virus by core hopping Method”, **PLoS ONE.** 6(11), 1-6
- [4] Russell, R. J., et al. (2008). “Structure of influenza hemagglutinin in complex with an inhibitor of membrane fusion”, **Proc. Natl. Acad. Sci.** 105, 17736-17741.
- [5] Vanderlinden, E., et al. (2010). “Novel inhibitors of influenza virus fusion: structure activity Relationship and interaction with the viral hemagglutinin”, **J. Virol.** 84, 4277-4288.
- [6] บวรวัฒน์ ไตรวิเวก และพินิตา กังซุ่น. (2556). “สาเหตุของความจำเพาะเจาะจงของไวรัสไข้หวัดใหญ่ชนิด เอ ในมนุษย์ : ทำไมฮีแมกกลูตินิน H1 ยึดเกาะกับตัวรับแบบ S26G ดีกว่าแบบ S23G”, **วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ ฉบับพิเศษ จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 23.** 3, 102-110.

สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตจากอัลคาลิเจเนส ยูโทรฟัส และการประยุกต์ใช้

Optimization of Polyhydroxybutyrate Production by *Alcaligenes eutrophus* and Its Application

ศศิธร สอนน้า^{1*} เทวัญ หยุ่น² นิษา ไพจิตร² และกนกพร สังขรักษ์³
Sasithorn Sonnam^{1*}, TewanYunu², Nisa Paichid² and Kanokphorn Sangkharak³

บทคัดย่อ

ชนิดของแหล่งคาร์บอนที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้ออัลคาลิเจเนส ยูโทรฟัสและผลิตพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรต คือ กากน้ำตาล จุลินทรีย์จะมีการเจริญ และผลิตเซลล์ได้สูงสุด (4.16 กรัมต่อลิตร) ผลิตพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตเท่ากับ 2.35 กรัมต่อลิตร คิดเป็น 56.49 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเซลล์แห้ง ภายในระยะเวลา 108 ชั่วโมง สำหรับสภาวะการหมักที่เหมาะสมคือการหมักแบบกะจุลินทรีย์จะมีการเจริญและผลิตพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตได้สูง (54.69 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเซลล์แห้ง) ขณะที่การหมักแบบกึ่งกะจะได้พอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตเพียง 38.43 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเซลล์แห้ง พอลิเมอร์ที่สกัดได้สามารถระบุว่าเป็นพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตโดยการศึกษาโครงสร้างทางเคมีด้วยเทคนิคฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี และแก๊สโครมาโทกราฟีโดยเปรียบเทียบกับโครงสร้างพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตทางการค้า พอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตที่ได้สามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไฮดรอกซีบิวทิเรตเมทิลเอสเตอร์ซึ่งมีโครงสร้างทางเคมีคล้ายไบโอดีเซล

คำสำคัญ : พอลิไฮดรอกซีบิวทิเรต พอลิไฮดรอกซีอัลคานอยด์ อัลคาลิเจเนส ยูโทรฟัส

¹ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาเคมีประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

² นักวิชาชีฟ, ³ ผศ.ดร., สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

* Corresponding author: e-mail: ssnewsn5@gmail.com

Abstract

The suitable carbon source for the growth of *Alcaligenes eutrophus* and polyhydroxybutyrate production was molasses. The highest cell growth (4.16 g/L) and polyhydroxybutyrate (2.35 g/L, 56.49% of dry cell weight) was obtained from molasses after 108 h of cultivation. Afterwards, the effect of fermentation condition was studied. Batch fermentation yielded the highest cell growth and polyhydroxybutyrate (54.69% of dry cell weight). While only 38.43% of polyhydroxybutyrate was obtained under fed-batch fermentation. The isolated polymer was characterized for chemical composition by Attenuated Total Reflectance Fourier Transform Infrared Spectroscopy and Gas Chromatography. The obtained polymer was similar to polyhydroxybutyrate in comparing with commercial polyhydroxybutyrate. Isolated polyhydroxybutyrate was utilized as substrate for hydroxybutyrate methyl ester. Interestingly, the chemical composition of hydroxybutyrate methyl ester was similar to biodiesel.

Keywords : Polyhydroxybutyrate, Polyhydroxyalkanoate, *Alcaligenes Eutrophus*

บทนำ

ปัจจุบันนี้ผลิตภัณฑ์จากพลาสติกสังเคราะห์เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์เพิ่มมากขึ้น และยังคงมีแนวโน้มในการประยุกต์ใช้ไปอีกเป็นระยะเวลานาน โดยเฉพาะการใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีระยะเวลาการใช้งานสั้น เช่น ถังพลาสติก พลาสติกห่ออาหาร และกล่องโฟม เป็นต้น ก่อให้เกิดเป็นวัสดุเหลือทิ้งในชุมชนและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมาก เนื่องจากพลาสติกสังเคราะห์ส่วนใหญ่เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมปิโตรเคมี อยู่ในรูปของพอลิโพรพิลีน พอลิเอทิลีนและพอลิไวนิลคลอไรด์ เป็นต้น ซึ่งเกิดการย่อยสลายได้ยาก ไม่สามารถย่อยสลายได้ด้วยจุลินทรีย์ในธรรมชาติ โดยส่วนใหญ่จึงมักมีการกำจัดพลาสติกเหล่านี้ด้วยการฝังกลบ วิธีนี้จะใช้เวลานานกว่าร้อยละ 100 กว่าพลาสติกจะมีการย่อยสลายได้หมด หรือการเผาทำลาย ซึ่งจะส่งผลให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นอยู่ในชั้นบรรยากาศมากเกินไปจนความร้อนจากพื้นโลกไม่สามารถสะท้อนออกนอกโลกได้ ทั้งหมดล้วนก่อให้เกิดความแปรปรวนของสภาวะอากาศอย่างรุนแรงทั่วโลก ดังนั้นจึงมีแนวทางที่จะลดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม โดยมีการนำพลาสติกสังเคราะห์มาใช้ซ้ำ หรือเลือกบรรจุภัณฑ์ที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์พลาสติกย่อยสลายได้ทางธรรมชาติหรือพลาสติกชีวภาพเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่มีความน่าสนใจ เนื่องจากพลาสติกชีวภาพสามารถสลายตัวได้ด้วยการทำงานของจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ เช่น แบคทีเรีย เชื้อรา หรือสาหร่ายต่าง ๆ ในระยะเวลาไม่นาน จึงไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม [1] โดยพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรต (Polyhydroxybutyrate : PHB) จัดอยู่ในกลุ่มของพอลิไฮดรอกซีอัลคาโนเอต (Polyhydroxyalkanoate : PHA) ถูกค้นพบโดย Maurice Lemoigne เป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1926 ณ สถาบันปาสเตอร์ กรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส พอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตเป็น พอลิเอสเทอร์ชนิดหนึ่งที่สามารถสังเคราะห์ได้จากแบคทีเรียหลายชนิด เช่น *Alcaligenes eutrophus*, *Azospirillum brasilense*, *Bacillus megaterium* และ *Azotobacter beijerinckii* เป็นต้น [2-4] แบคทีเรียจะสะสมพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตภายในเซลล์เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานสำรองในสภาวะที่มีอาหารจำกัด [5] ในปัจจุบันพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตถูกนำมาใช้งานในด้านต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมยาและอื่น ๆ เมื่อไม่นานมานี้มีการค้นพบว่าพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตสามารถใช้เป็นวัตถุดิบที่สามารถผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพชนิดใหม่คือไฮดรอกซีบิวทิเรตเมทิลเอสเทอร์ [Hydroxybutyrate methyl ester (HBME)] ได้ [6] ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงมีความสนใจในการหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตจากเชื้อจุลินทรีย์ *A. eutrophus* และศักยภาพในการนำพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตมาใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตไฮดรอกซีบิวทิเรตเมทิลเอสเทอร์

วัสดุและวิธีการ

1. จุลินทรีย์ และอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้

ทำการเพาะเลี้ยงเชื้อ *A. eutrophus* สายพันธุ์ TISTR 1095 จากศูนย์จุลินทรีย์สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย โดยขยายหัวเชื้อลงในอาหารแข็ง Nutrient Agar (NA) ที่ประกอบด้วย Agar, Beef extract และ Peptone บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นทำการเชยเชื้อ *A. eutrophus* บนอาหารแข็งจำนวน 1 ลูกปัด ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ที่มีอาหารเหลว Nutrient Broth (NB) ที่ประกอบด้วย Beef extract และ Peptone ปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำไปเขย่าที่ความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเจริญและผลิตพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตจาก *A. eutrophus*

2.1 การศึกษาผลของแหล่งคาร์บอนต่อการเจริญ และการผลิตพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตจาก *A. eutrophus* เติมหักเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 10 (ปริมาตรต่อปริมาตร) ในอาหาร NB ที่มีการเติมแหล่งคาร์บอน ดังนี้ กากน้ำตาล ซูโครส ฟรุกโตส และกลูโคส ที่ความเข้มข้น 20 กรัมต่อลิตร เติมหักเชื้อเท่ากับ 7 จากนั้นนำไปเขย่าที่ความเร็ว 200 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 144 ชั่วโมง โดยทำการเก็บตัวอย่างทุก 24 ชั่วโมง ตรวจสอบปริมาณกากน้ำตาลที่เหลือด้วยวิธี Phenol-sulfuric method [7] รวมถึงวิเคราะห์หาปริมาณเซลล์และปริมาณพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตที่ผลิตได้

2.2 การศึกษาผลของวิธีการหมักที่เหมาะสมต่อการเจริญและการผลิตพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตจาก *A. eutrophus* เติมหักเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 10 (ปริมาตรต่อปริมาตร) ในอาหาร NB ที่มีการเติมแหล่งคาร์บอนที่เหมาะสม (ผลจากการทดลอง 2.1) ทำการเลี้ยง *A. eutrophus* แบบไม่ต่อเนื่อง (Batch) และแบบกึ่งต่อเนื่อง (Fed batch) ปริมาตร 3 ลิตร ในถังหมักขนาด 5 ลิตร เลี้ยงที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส อัตราการกวน 200 รอบต่อนาทีโดยไม่ทำการควบคุมค่าความเป็นกรดต่างในกระบวนการหมักโดยทำการเก็บตัวอย่างทุก 24 ชั่วโมง วิเคราะห์หาปริมาณเซลล์และปริมาณพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตที่ผลิตได้

3. การวิเคราะห์ปริมาณพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรต

พอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตที่ได้จะนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของปริมาณ (กรัมต่อลิตร) ความเข้มข้น (เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักเซลล์แห้ง) ตามวิธีการของปิยาภรณ์ และคณะ [8] นอกจากนี้วิเคราะห์โครงสร้างทางเคมีของพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตด้วยเทคนิค Fourier transform infrared spectroscopy และ Gas chromatography โดยเปรียบเทียบกับโครงสร้างพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตทางการค้า (Sigma-Aldrich, สหรัฐอเมริกา)

4. การเตรียมไฮดรอกซีบิวทิเรต เมทิลเอสเทอร์จากพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรต

นำพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตปริมาณ 1.5 กรัม ละลายในคลอโรฟอร์มปริมาตร 20 มิลลิลิตร จากนั้นเติมเมทานอลที่มีตัวเร่งปฏิกิริยากรดซัลฟูริก 15 เปอร์เซ็นต์ (โดยปริมาตร) ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ลงไปในสารละลาย ทำการรีฟลักซ์เป็นเวลา 60 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 67 องศาเซลเซียส ตั้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ทำการเติมน้ำกลั่นปริมาตร 4 มิลลิลิตร ลงไปในสารละลายที่เย็นแล้ว เขย่าให้ส่วนผสมแยกชั้นกัน นำส่วนของชั้นสารละลายอินทรีย์ไปทำการระเหยเอาคลอโรฟอร์มและเมทานอลที่เหลือบางส่วนออกภายใต้สุญญากาศ [9] ตรวจสอบปริมาณกรดไขมันด้วยวิธีการไทเทรตตามมาตรฐาน AOCS Official method Ca-5a-40 และหาปริมาณเมทิลเอสเทอร์ด้วย GC (อ้างอิงวิธีการทดสอบ WI-RES-GC-01)

ผลการวิจัยและอภิปราย

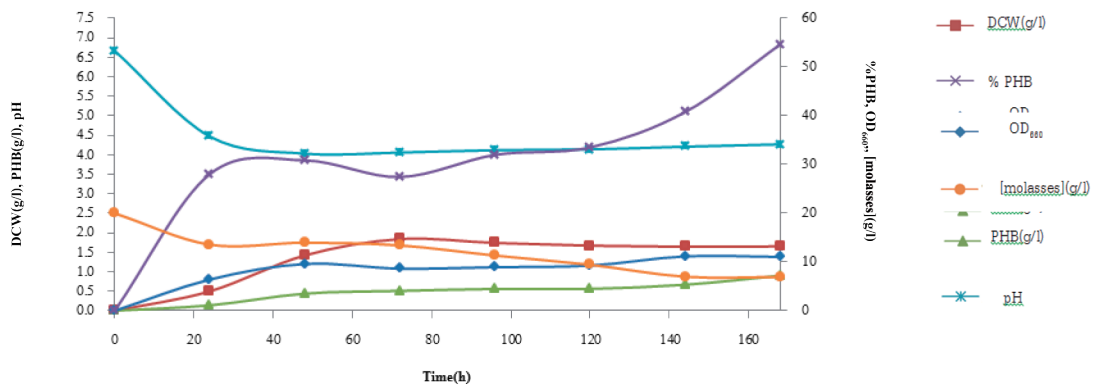
1. การเตรียมเชื้อจุลินทรีย์ *A. eutrophus*

กล้าเชื้อจุลินทรีย์ *A. eutrophus* สายพันธุ์ TISTR 1095 เมื่อทำการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารแข็ง NA ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง พบว่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ได้มีลักษณะโคโลนีกลมมน สีเหลืองอ่อน โดยเชื้อ *A. eutrophus* เป็นแบคทีเรียแกรมลบพวก facultative มีรูปร่างเป็นแท่งกว้างประมาณ 0.5 ไมโครเมตร ยาวประมาณ 1.8-2.6 ไมโครเมตร มีสีขาวหรือครีม หากมีอายุหลายวันจะเป็นสีน้ำตาล อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญคือ 30 องศาเซลเซียส ถิ่นอาศัยคือในดินและในน้ำ [10] สามารถสะสมพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตไว้ในเซลล์ได้มากถึงร้อยละ 80 ของน้ำหนักเซลล์ โดยการใช้แหล่งคาร์บอน เช่น กลูโคส แอลกอฮอล์ และกรดอินทรีย์ [11]

2. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญและผลิตพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตจาก *A. eutrophus*

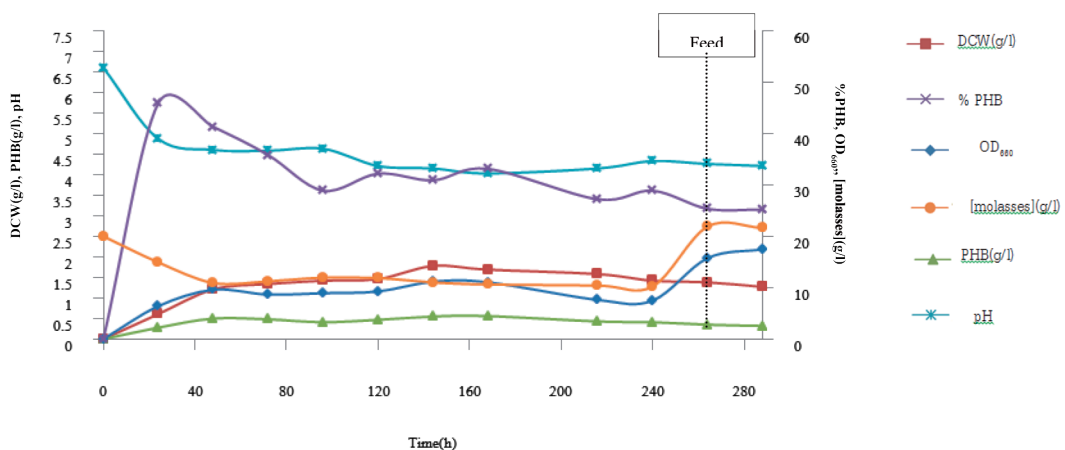
2.1 การศึกษาชนิดของแหล่งคาร์บอนที่เหมาะสมต่อการเจริญและผลิตพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตจาก *A. eutrophus* การศึกษาแหล่งคาร์บอนที่เหมาะสมในการเจริญและผลิตพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตจาก *A. eutrophus* ทำการทดลองโดยการเตรียมอาหารเหลว NB ที่มีแหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกัน คือ กากน้ำตาล ซูโครส ฟรุคโตส และกลูโคส ที่ความเข้มข้นคือ 20 กรัมต่อลิตร เมื่อใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งคาร์บอน พบว่า *A. eutrophus* จะเจริญ และให้ปริมาณเซลล์สูงสุด (4.16 กรัมต่อลิตร) ซึ่งสอดคล้องกับผลผลิตพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตได้สูงสุดเท่ากับ 2.35 กรัมต่อลิตร คิดเป็น 56.49 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเซลล์แห้ง ในช่วงเวลาที่ 108 ของการหมัก ซึ่งสูงกว่าการใช้ กลูโคส ฟรุคโตส และซูโครส เป็นแหล่งคาร์บอน ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Beulieu et al. [12] ที่ได้มีการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการผลิตพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตจากเชื้อ *A. eutrophus* จากแหล่งคาร์บอนกลูโคสและกากน้ำตาล พบว่าการใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งคาร์บอนจะเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตได้มากกว่ากลูโคสถึง 9 เปอร์เซ็นต์

2.2 การศึกษากระบวนการหมักที่เหมาะสมต่อการเจริญและผลิตพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตจาก *A. eutrophus* การหมักจุลินทรีย์ *A. eutrophus* ในสภาวะปลอดเชื้อ โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ 3 ลิตร ที่มีกากน้ำตาลเข้มข้น 20 กรัมต่อลิตร เป็นแหล่งคาร์บอน ทำการทดลองในถังปฏิกรณ์ขนาด 5 ลิตร เลี้ยงในอุณหภูมิห้อง อัตราการกวน 200 รอบต่อนาที โดยไม่มีการควบคุมค่าความเป็นกรดด่างและปริมาณออกซิเจน ผลการทดลองดังแสดงในภาพที่ 1 พบว่าในการเลี้ยงแบบกะ ในช่วง 24 ชั่วโมงแรกของการเจริญ *A. eutrophus* ปริมาณของกากน้ำตาลลดลงอย่างชัดเจนจาก 20 กรัมต่อลิตร ลดลงเหลือ 13.57 กรัมต่อลิตร โดยหลังจากผ่านไป 24 ชั่วโมง ปริมาณของกากน้ำตาลค่อย ๆ ลดลง และในช่วงเวลาที่ 168 ปริมาณความเข้มข้นของกากน้ำตาลคงเหลือเท่ากับ 6.90 กรัมต่อลิตร มีความเข้มข้นของเซลล์สูงสุดเท่ากับ 1.84 กรัมต่อลิตรในช่วงเวลาที่ 72 และมีความเข้มข้นของพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตสูงสุดเท่ากับ 0.90 กรัมต่อลิตรในช่วงเวลาที่ 168 ซึ่งมีการสะสมของพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตเท่ากับ 54.69 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 1 ปริมาณคาร์บอน (กรัมต่อลิตร), พีเอช, ปริมาณเซลล์ (กรัมต่อลิตร), ปริมาณพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรต (กรัมต่อลิตร) และความเข้มข้นของพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรต (เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแห้ง) จาก *A. eutrophus* เมื่อทำการเลี้ยงในถังปฏิกรณ์แบบกะ

เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองกับการเพาะเลี้ยงแบบกึ่งต่อเนื่อง พบว่าปริมาณคาร์บอนจะค่อย ๆ ลดลงจาก 20 กรัมต่อลิตร จนเหลือ 10.26 กรัมต่อลิตร ในช่วงเวลาที่ 264 ของการหมัก จากนั้นจึงทำการเติมแหล่งคาร์บอนเพิ่มให้เท่ากับ 20 กรัมต่อลิตรอีกครั้ง สำหรับผลผลิตเซลล์ที่ได้คือ 1.38 กรัมต่อลิตร ปริมาณพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตเท่ากับ 0.53 กรัมต่อลิตร คิดเป็นความเข้มข้นพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรต เท่ากับ 38.43 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักเซลล์แห้ง ซึ่งน้อยกว่าการเพาะเลี้ยงแบบกะถึง 1.42 เท่า (ภาพที่ 2) การหมักแบบกึ่งกะ คือการหมักที่มีการเติมสารอาหารบางอย่างเพิ่มลงไปในการเลี้ยงเชื้อเป็นระยะ ๆ ทั้งนี้ในกระบวนการหมักซึ่งใช้ระยะเวลาสั้นกว่าแบบกะ อาจเกิดการผลิตและสะสมสารพิษหรือสารที่มีผลยับยั้งการเจริญหรือการผลิตพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรต จึงทำให้ได้ปริมาณเซลล์และพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตต่ำ [13-14]



ภาพที่ 2 ปริมาณคาร์บอน (กรัมต่อลิตร), พีเอช, ปริมาณเซลล์ (กรัมต่อลิตร), ปริมาณพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรต (กรัมต่อลิตร) และความเข้มข้นของพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรต (เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแห้ง) จาก *A. eutrophus* เมื่อทำการเลี้ยงในถังปฏิกรณ์แบบกึ่งกะ

3. การวิเคราะห์และยืนยันโครงสร้างพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรต

พอลิเมอร์ที่สกัดได้จาก *A. eutrophus* จะถูกนำมาวิเคราะห์โครงสร้างทางเคมีด้วยเทคนิค Attenuated Total Reflectance Fourier Transform Infrared Spectroscopy (ATR-FTIR) โดยทำการเปรียบเทียบโครงสร้างพอลิเมอร์ที่สกัดได้ด้วยพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตทางการค้าดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แถบข้อมูลการดูดกลืนแสงที่สำคัญของพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตทางการค้าและพอลิเมอร์จาก *A. eutrophus*

ประเภทการสั่น	พอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตทางการค้า	พอลิเมอร์จาก <i>A. eutrophus</i>
O-H Stretching (cm-1)	-	3253
CH ₃ Stretching (cm-1)	2973	2967
CH ₂ Stretching (cm-1)	2930	2928
C=O Stretching (cm-1)	1720	1720
C-O Stretching (cm-1)	1275, 1129, 1043	1275, 1129, 1045

การยืนยันโครงสร้างของพอลิเมอร์ที่สกัดได้จากเชื้อจุลินทรีย์ *A. eutrophus* ด้วยเทคนิค ATR-FTIR ผลปรากฏว่าเป็นพอลิเมอร์ชนิดพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรต โดยทำการเปรียบเทียบกับโครงสร้างของพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตทางการค้า ซึ่งสอดคล้องกับการยืนยันโครงสร้างด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี ซึ่งพบว่าพอลิเมอร์ที่สกัดได้มีพีคของ hydroxybutyric acid ที่ retention time เท่ากับ 8.33 นาที ซึ่งตรงกับพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตทางการค้า

4. การวิเคราะห์ไฮดรอกซี เมทิล เอสเทอร์ที่ได้จากพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตจากเชื้อ *A. eutrophus*

พอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตที่สกัดได้ปริมาณ 1.5 กรัม เมื่อนำมาทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันกับเมทานอลใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นกรดซัลฟูริก 15 เปอร์เซ็นต์ (โดยปริมาตร) 20 มิลลิลิตร รีฟลักซ์ที่อุณหภูมิ 67 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 ชั่วโมง จะได้ไฮดรอกซี เมทิลเอสเทอร์ปริมาตร 13 มิลลิลิตร โดยไฮดรอกซีเมทิลเอสเทอร์ที่ได้จะมีสีน้ำตาลเข้ม (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ไฮดรอกซีบิวทิเรต เมทิลเอสเทอร์จากพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตจากเชื้อ *A. eutrophus*

จากนั้นทำการวิเคราะห์ไบโอดีเซลโดยใช้เทคนิค ATR-FTIR เพื่อเป็นการวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของ เมทิลเอสเทอร์ พบว่ามีโครงสร้างทางเคมีคล้ายคลึงกับไบโอดีเซล (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 หมู่ฟังก์ชันของไฮดรอกซีบิวทิเรต เมทิลเอสเทอร์ จากพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตจากเชื้อ *A. eutrophus* และไบโอดีเซล ที่วิเคราะห์โดยวิธี ATR-FTIR

ประเภทการสั่น	HBME จากพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรต จากเชื้อ <i>A. eutrophus</i>	ไบโอดีเซลจาก น้ำมันปาล์ม [16]
O-H Stretching (cm-1)	3340	2500-3300
CH ₃ Stretching (cm-1)	2939	-
CH ₂ Stretching (cm-1)	2833	724
C=O Stretching (cm-1)	1642	1740
C-O Stretching (cm-1)	1180,1004	1171, 1207

การตรวจสอบปริมาณกรดไขมันอิสระของไฮดรอกซี เมทิล เอสเทอร์ที่ได้ด้วยวิธีการไทเทรตตามมาตรฐาน AOCS Official method Ca-5a-40 เทียบกับ ไบโอดีเซล และไฮดรอกซีเมทิลเอสเทอร์ที่ใช้พอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตทางการค้าเป็นวัตถุดิบ พบว่าไฮดรอกซีเมทิลเอสเทอร์ที่ใช้พอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตทางการค้าเป็นวัตถุดิบมีปริมาณกรดไขมันอิสระเท่ากับ 1.590 มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัม ในขณะที่ใช้พอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตจาก *A. eutrophus* เป็นวัตถุดิบจะมีปริมาณกรดไขมันอิสระเท่ากับ 1.173 มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัม ซึ่งมีปริมาณสูงกว่ามาตรฐานของไบโอดีเซลที่จะต้องมีความเป็นกรดไม่เกิน 0.50 มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัม [15] ซึ่งหากมีปริมาณกรดไขมันอิสระมากกว่ามาตรฐานกำหนดส่งผลต่อการกัดกร่อนในเครื่องยนต์ ทำให้อายุการใช้งานของปั๊ม และไส้กรองน้ำมันลดลง ซึ่งในอนาคตต้องมีการศึกษาเพื่อปรับปรุงคุณภาพต่อไป

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเจริญและผลิตพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตจากเชื้อจุลินทรีย์ *A. eutrophus* เริ่มจากการหาแหล่งคาร์บอนที่เหมาะสมโดยเปรียบเทียบแหล่งคาร์บอน 4 ชนิด ได้แก่ กลูโคส, ซูโครส, ฟรุคโตส และกากน้ำตาล ที่ความเข้มข้น 20 กรัมต่อลิตร พบว่าการใช้แหล่งคาร์บอนเป็นกากน้ำตาลจะให้การเจริญและผลิตพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตจากเชื้อจุลินทรีย์ *A. eutrophus* ได้ดีที่สุด โดยมีความเข้มข้นของเซลล์เท่ากับ 4.16 กรัมต่อลิตร ปริมาณความเข้มข้นของพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตเท่ากับ 2.35 กรัมต่อลิตรโดยคิดเป็นปริมาณพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตสะสมเท่ากับ 56.49 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเซลล์แห้ง การเปรียบเทียบระบบการหมักในถังปฏิกรณ์ระหว่างหมักในระบบกะ และการหมักในระบบกึ่งกะ พบว่าในการเลี้ยงในถังปฏิกรณ์ในระบบกะ จะให้การเจริญและผลิตพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตจากเชื้อจุลินทรีย์ *A. eutrophus* ได้ดีกว่าการเลี้ยงในระบบกึ่งกะ และสามารถผลิตเมทิลเอสเทอร์ชนิดไฮดรอกซีเมทิลเอสเทอร์ได้โดยไฮดรอกซีเมทิลเอสเทอร์ที่ได้มีโครงสร้างทางเคมีเหมือนไบโอดีเซล และมีค่าความเป็นกรดอยู่ที่ 1.173 มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยทักษิณ และสาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

เอกสารอ้างอิง

- [1] อศิรา เพื่องฟูชาติ. (2544). “บรรจุภัณฑ์โพลิเมอร์ชีวภาพย่อยสลายพร้อมเศษอาหาร”, **วารสารพลาสติก**. 17 (5), 68-73.
- [2] Kim, B. S., Lee, S. C., Lee, S. Y., Chang, H. N., Chang, Y. K., & Woo, S. I. (1994). “Production of poly (3-hydroxybutyric acid) by fed-batch culture of *Alcaligenes eutrophus* with glucose concentration control”, **Biotechnol Bioeng**. 43(9), 892-898.
- [3] Luengo, J. M., Garcia, B., Sandoval, A., Naharro, G., & Olivera, E. R. (2003). “Bioplastics from microorganisms”, **Current Opinion in Microbiology**. 6 (3), 251-260.
- [4] Evan. J. D., & Sikdar, S. K. (1990). “Biodegradable plastics : an idea whose time has come”, **Chemical Technology**. 20(1), 38-42.
- [5] Sangkharak, K. (2011). “The production of polyhydroxyalkanoates (PHAs) from renewable feedstocks derived from various wastes”, **Thaksin University Journal**. 14(1), 97-110.
- [6] Zhang, X., Luo, R., Wang, Z., Deng, Y., & Chen, G. Q. (2009). “Application of (R)-3-Hydroxyalkanoate methyl esters derived from microbial polyhydroxyalkanoates as novel biofuels”, **Biomacromolecule**. 10(4), 707-711.
- [7] Dobois, M., K.A., Gilles, J.K., Hamilton, P.A., & Rebers, Smith, F. (1956). “Colorimetric method for determination of sugars and related substances”, **Anal. Chem**. 28(3), 350-356.
- [8] ปิยาภรณ์ วงศ์ศิริกุล นิษา ไพจิตร เทวัญ หุ่ยหนู และกนกพร สังข์รักษ์. (2557). “การสกัดพอลิไฮดรอกซีบิวทิเรตจากเชื้ออัลคาลิเจเนส ยูโทรฟัสด้วยสารสกัดเอนไซม์อย่างหยาบจากน้ำสับปะรด”, **วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์**. 6(2), 105-116.
- [9] Wang, S. Y., Wang, Z., Liu, M. M., Xu, Y., Zhang, X. J., Chen, G. Q. (2010). “Properties of a new gasoline oxygenate blend component: 3-Hydroxybutyrate methyl ester produced from bacterial poly-3-hydroxybutyrate”, **Biomass and Bioenergy**. 34(8), 1216-1222.
- [10] Holding, A. J. & Shewan, J. M. (1974). “Genus *Alcaligenes* Castellani and Chalmers 1919”, In Buchanan, R. E. and Gibbons, N. E., **Bergey’s manual of determinative bacteriology**. (pp.273 - 275). Baltimore :Williams & Wilkins.
- [11] Anderson, A. J. & Dawes, E. A. (1990). “Occurrence, metabolism, metabolic role, and industrial uses of bacterial polyhydroxyalkanoates”, **Microbiological reviews**. 54(4), 450-472.
- [12] Beulieu, M., Beulieu, Y., Melinard, J., Pandian, S., & Goulet, J. (1994). “Influence of ammonium salts and cane molasses on growth of *Alcaligenes eutrophus* and production of polyhydroxybutyrate”, **Applied and Environmental Microbiology**. 61(1), 165-169.
- [13] สาโรจน์ ศิริคันสนียกุล. (2547). **เทคโนโลยีชีวภาพอาหาร การหมัก และสิ่งแวดล้อม**. กรุงเทพฯ : คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [14] Amor, S. R., Rayment, T., & Sanders, J.K.M. (1991). “Poly(3-hydroxybutyrate) in vivo: NMR and X-ray characterization of the elastomeric state”, **Macromolecules**. 24(16), 4583-4588.
- [15] กรมธุรกิจพลังงาน. (2556, 14 พฤศจิกายน). ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน : กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมันพ.ศ. ๒๕๕๖. **ราชกิจจานุเบกษา**. (130), 15-17. สืบค้นเมื่อ 28 มกราคม 2558, จาก <http://www.ratchakitcha.soc.go.th>.
- [16] Donnell, S., Demshemino, I., Yahaya, M., Nwadika, I., & Okora, L. (2013). “A review on the Spectroscopic Analyses of Biodiesel”, **European International Journal of Science and Technology**. 2(7), 137-146.

การพัฒนารูปแบบเสริมสร้างพลังอำนาจชุมชนในการคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง
ในพื้นที่ตำบลเสม็ด อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์
The Development of Community Empowerment Model in Cosmetics
Consumer Protection in The Area of Samet Sub-District,
Meung District, Buriram Province

กัญญารัตน์ คุณหงษ์^{1*} จีระศักดิ์ เจริญพันธ์² และนิรุวรรณ เทรินโบล²
Kanyarat Khoonhong^{1*}, Cheerasak Charoenpan² and Niruwan Turnbull²

บทคัดย่อ

การพัฒนารูปแบบเสริมสร้างพลังอำนาจชุมชนในการคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง ในพื้นที่ตำบลเสม็ด อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพัฒนารูปแบบเสริมสร้างพลังอำนาจชุมชนในการคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง การคัดเลือกประชากรกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการคัดเข้า 60 คน ประกอบไปด้วย ผู้นำชุมชน (3 คน) อาสาสมัครสาธารณสุข (11 คน) และตัวแทนภาคประชาชน (46 คน) ซึ่งการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 เตรียมการคือศึกษาสภาพปัญหาและบริบทของชุมชน ระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบเสริมสร้างพลังอำนาจชุมชนในการคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง และระยะที่ 3 ระยะประเมินผล การศึกษาการพัฒนารูปแบบเสริมสร้างพลังอำนาจชุมชนในการคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนและหลังพัฒนาโดยใช้สถิติเชิงอนุมาน คือ Paired Sample t-test

ผลการวิจัย พบว่า ได้รูปแบบการเสริมสร้างพลังอำนาจชุมชนในการคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอางที่เหมาะสม และสอดคล้องกับบริบทพื้นที่ “SAMET Model” ประกอบด้วย การกระตุ้นให้เกิดการรับรู้สภาพปัญหา (Stimulation) วิเคราะห์ปัญหา (Analysis) เพื่อกำหนดแผนการดำเนินการของชุมชนร่วมกัน การบริหารจัดการโดยชุมชน (Management) การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Exchange Knowledge) และการทำงานเป็นทีม (Team Work) โดยความร่วมมือกันของชุมชน และหลังพัฒนามีค่าคะแนนเฉลี่ยความรู้ ทักษะเกี่ยวกับเครื่องสำอาง พฤติกรรมการใช้เครื่องสำอาง และการมีส่วนร่วมในการดำเนินงานการคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง เพิ่มขึ้นกว่าก่อนพัฒนายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

¹ นิสิตสาธิตสาธิตศาสตรมหาบัณฑิต คณะสาธิตสาธิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม 44150

² ผศ., คณะสาธิตสาธิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม 44150

* Corresponding author: e-mail: ssnewsn5@gmail.com

โดยสรุป ปัจจัยแห่งความสำเร็จ คือ การกระตุ้นเพื่อให้รับรู้สถานการณ์ของปัญหาของชุมชน ทำให้รู้สึกที่สามารถแก้ไขปัญหาได้ เกิดพลังอำนาจชุมชนที่จะดำเนินการแก้ไขปัญหา ความยินดีและความสมัครใจที่จะเข้าร่วมทำให้เกิดความรู้สึกถึงการเป็นเจ้าของของโครงการสร้างความสามัคคีให้เกิดขึ้น และการติดตามรายการผลอย่างสม่ำเสมอ ทำให้เกิดการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง

คำสำคัญ : การเสริมสร้างพลังอำนาจ เครื่องสำอาง งานคุ้มครองผู้บริโภค

Abstract

The development of community empowerment model in cosmetics consumer protection in Meung district, Samet District, Buriram province. Used the research methods action research was arrived at studying the development of community empowerment model in cosmetics consumer protection. The samples was 60 people. This research was divided into 3 phases: 1 prepared a hand problems and community context, phase 2 the development of community empowerment model in cosmetics consumer protection. Phase 3 The evaluation of the development of community empowerment model in cosmetics consumer protection. Quantitative analysis was descriptive statistics. The average score was compared before and after development using inferential statistic which is Paired Sample t-test.

The results showed that model community empowerment in cosmetics consumer protection was “SAMET Model” Consisted which of stimulation of awareness problems (Stimulation) to analyze problems (Analysis), Community together (Management), sharing (Exchange Knowledge) and teamwork (Team Work) by cooperation of the community and the mean score knowledge, attitude about cosmetics consumer, behavior of cosmetics and participation in consumer protection in cosmetics has increased than before develop statistical significant at $p=0.05$.

In conclusion, the factors of success is to encourage the developed of the needs of the community can bring the recognition to community lead.

Keywords : Empowerment, Cosmetics, Consumer Protection

บทนำ

ในปัจจุบันได้มีการผลิตสินค้าและบริการจำนวนมาก เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้บริโภค เนื่องจากโลกมีความเจริญเติบโตทางด้านอุตสาหกรรมเพิ่มมากขึ้น ผู้ประกอบธุรกิจจึงต้องนำกลยุทธ์ทางการตลาดมาใช้โดยเฉพาะทางการโฆษณาเพื่อส่งเสริมการขายสินค้าและบริการ ส่งผลให้มีผลิตภัณฑ์หลายชนิดที่ผู้ผลิตหรือผู้ขายหวังผลกำไรมาก โดยไม่คำนึงถึงอันตรายที่จะมีต่อสุขภาพของผู้บริโภค เช่น การปลอมปน การปลอมแปลงสินค้า เป็นต้น การคุ้มครองผู้บริโภคจึงเป็นภารกิจสำคัญเพื่อให้ประชาชนได้บริโภคผลิตภัณฑ์และบริการที่มีความปลอดภัย เป็นธรรม รัฐจึงได้กำหนดให้มีหน่วยงานขึ้นเพื่อรับผิดชอบดำเนินการคุ้มครองผู้บริโภคดังกล่าว ซึ่งหน่วยงานที่คุ้มครองความปลอดภัยในการบริโภคผลิตภัณฑ์และบริการด้านสาธารณสุข ส่วนใหญ่อยู่ในความดูแลรับผิดชอบของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา สังกัดกระทรวงสาธารณสุขและกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ รวมถึงศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ และในส่วนภูมิภาคอีก 76 จังหวัด หน่วยงานของรัฐที่ดูแลเรื่องนี้ได้แก่กลุ่มงานคุ้มครองผู้บริโภคและเภสัชสาธารณสุข สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดซึ่งดูแลในภาพรวมของจังหวัด และในระดับอำเภออยู่ในความรับผิดชอบดูแลของสำนักงานสาธารณสุขอำเภอ สถานีอนามัย โรงพยาบาลศูนย์ โรงพยาบาลทั่วไป และโรงพยาบาลชุมชน

เครื่องสำอางเป็นผลิตภัณฑ์สุขภาพที่มีสถิติเรื่องร้องเรียนเป็นอันดับ 3 ของผลิตภัณฑ์สุขภาพที่อยู่ในความดูแลของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา [1] ซึ่งประเด็นการร้องเรียนได้แก่ เรื่องโฆษณาโอ้อวดเกินจริง การเกิดผลไม่พึงประสงค์จากการใช้เครื่องสำอาง ทำให้เกิดปัญหาต่างๆเกี่ยวกับเครื่องสำอาง เช่น เครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของสารห้ามใช้ในเครื่องสำอาง อาทิ สารไฮโดรควิโนน ทำให้เกิดการระคายเคือง และจุดด่างขาวที่ผิวหนัง หน้าดำ เป็น ผื่น ภาวะรักษาไม่หาย เป็นต้น สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาได้เก็บตัวอย่างเครื่องสำอางที่วางขายตามท้องตลาด ซึ่งจากสรุปผลการวิเคราะห์เครื่องสำอางในช่วงปี 2551-2555 พบเครื่องสำอางที่ไม่ได้มาตรฐานร้อยละ 17.96, 18.25, 27.83, 14.01 และร้อยละ 27.46 ตามลำดับ จังหวัดบุรีรัมย์โดยสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดบุรีรัมย์ [2] ได้ทำการตรวจเฝ้าระวังเครื่องสำอาง และได้ทำการรวบรวมปัญหาการจำหน่ายเครื่องสำอางในสถานประกอบการในภาพรวมของจังหวัด ทั้ง 23 อำเภอ จำนวน 826 แห่ง พบปัญหาการจำหน่ายเครื่องสำอางที่ไม่ได้มาตรฐานร้อยละ 12.11

ในพื้นที่ตำบลเสม็ดอยู่ในความรับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลหัววัว ซึ่งมีจำนวนร้านชำทั้งหมด 166 ร้าน ซึ่งจากผลการตรวจร้านชำในช่วง พ.ศ.2554 และ 2555 พบการจำหน่ายเครื่องสำอางไม่ได้มาตรฐานร้อยละ 68.18 และ 81.81 ตามลำดับ [3] ซึ่งสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดบุรีรัมย์ได้การดำเนินงานด้านคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอางตามแนวโครงการความปลอดภัยด้านเครื่องสำอาง ภายใต้พระราชบัญญัติเครื่องสำอาง พ.ศ.2535 [4] ซึ่งได้แก่การกำกับดูแลก่อนออกจำหน่ายในท้องตลาด การควบคุมหลังออกจำหน่าย การเฝ้าระวังความปลอดภัย และการเผยแพร่ความรู้และพัฒนาศักยภาพผู้บริโภคซึ่งได้แก่ การตรวจสอบ แจ้งเตือนสถานที่จำหน่ายเครื่องสำอาง ตรวจสอบเฝ้าระวังสุ่มเก็บตัวอย่างเครื่องสำอางที่มีความเสี่ยง การติดตามไม่ให้มีการวางจำหน่ายเครื่องสำอางผิดกฎหมาย เผยแพร่ประชาสัมพันธ์ให้ความรู้แก่ผู้บริโภคแต่ยังพบปัญหาเครื่องสำอางไม่ได้มาตรฐานอยู่ จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของปัญหาการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง โดยได้ทำการสนทนากลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องกับงานคุ้มครองผู้บริโภคในระดับชุมชน และทำการสำรวจเบื้องต้น พบว่าสาเหตุหลักของปัญหาเกิดจากประชาชนขาดความรู้ ทศนคติ และมีพฤติกรรมการใช้เครื่องสำอางที่ไม่ถูกต้อง

การดำเนินงานที่ผ่านมาพบว่า การดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอางเป็นการทำงานของเจ้าหน้าที่เพียงฝ่ายเดียว ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการพัฒนารูปแบบเสริมพลังอำนาจชุมชนในการคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง ซึ่งการสร้างพลังอำนาจให้แก่ชุมชนเป็นการเสริมสร้างพลังความสามารถที่จะดำเนินการสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ด้วยการตัดสินใจของตนเอง การมีส่วนร่วมและการเรียนรู้ เป็นทั้งกระบวนการและเป้าหมายการทำงานที่จะต้องอยู่อย่างต่อเนื่อง และถือว่าเป็นหัวใจในการทำงานกับชุมชนทุกขั้นตอน นับตั้งแต่การศึกษาชุมชนและการวิเคราะห์ชุมชน ซึ่งมีใช้กิจกรรมที่นักพัฒนา

ต้องการรู้จักชุมชน เป็นฝ่ายศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลจากชุมชนเพียงฝ่ายเดียวเท่านั้น การศึกษาชุมชนยังเป็นไปเพื่อให้ชุมชนมีการศึกษาและวิเคราะห์ตนเอง ซึ่งนำไปสู่หาทางเลือกในการจัดการในลักษณะการวางแผน วางโครงการ ลงมือปฏิบัติ และมีการติดตามงานและประเมินการทำงาน ซึ่งการสร้างพลังอำนาจเป็นกระบวนการที่บุคคลและสังคมรอบข้างจะมีปฏิสัมพันธ์กันอยู่ตลอดเวลา [5]

บ้านหนองข่า หมู่ที่ 6 ตำบลเสม็ด อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ เป็นชุมชนที่เข้มแข็ง ให้ความร่วมมือในกิจการที่เป็นประโยชน์ต่างๆทั้งด้านอาชีพ วัฒนธรรมประเพณี ภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยเฉพาะมีกลุ่มแกนนำชุมชนและอาสาสมัครสาธารณสุขภายในชุมชนที่มีความเข้มแข็ง นอกจากนี้ยังมีความพร้อมของประชาชนและกลุ่มองค์กรต่างๆ ในการให้ความช่วยเหลือร่วมมือในการแก้ไขปัญหาและพัฒนาหมู่บ้าน ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการพัฒนาารูปแบบเสริมสร้างพลังอำนาจชุมชนในการคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมในการเสริมพลังอำนาจชุมชนในการคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง ในพื้นที่บ้านหนองข่า หมู่ที่ 6 ตำบลเสม็ด อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ผู้วิจัยจึงศึกษาโดยใช้แนวคิดการเสริมสร้างพลังอำนาจ (Empowerment) ร่วมกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ซึ่งเป็นการรวบรวมปัญหาหรือคำถามจากการสะท้อนการปฏิบัติการของชุมชนเพื่อต้องการที่จะพัฒนาหาหลักการและวิธีการปฏิบัติงาน โดยได้รูปแบบหรือแนวทางในการพัฒนาคุณภาพ ให้สอดคล้องกับภาวะของชุมชน เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาการเสริมสร้างพลังอำนาจชุมชนในการคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอางไปในทิศทางที่ต้องการ ทำให้เกิดรูปแบบในการเสริมสร้างพลังที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วิธีดำเนินการ

การศึกษานี้เป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) เพื่อศึกษาการพัฒนาารูปแบบเสริมสร้างพลังอำนาจชุมชนในการคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง ในตำบลเสม็ด อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ มีประชากรกลุ่มตัวอย่างดังนี้ ประชากร คือ ผู้นำชุมชน อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน และประชาชน บ้านหนองข่า หมู่ที่ 6 ตำบลเสม็ด อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ และกลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มแกนนำชุมชน ได้แก่ ผู้นำชุมชน อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน และตัวแทนภาคประชาชน โดยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการคัดเลือกจำนวนทั้งสิ้น 60 คน ซึ่งเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าศึกษา (Inclusion Criteria) ดังนี้ 1. เป็นผู้ที่อายุ 15 ปีขึ้นไป 2.เป็นผู้ที่สื่อสาร อ่านออก เขียนได้ด้วยภาษาไทย 3. เป็นผู้ยินดีเข้าร่วมโครงการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ระยะ รายละเอียดการดำเนินการศึกษา ดังนี้

ระยะที่ 1 ระยะเตรียมการ ประกอบด้วย

1. เตรียมพื้นที่ในการศึกษา โดยประสานงานกับผู้เกี่ยวข้อง และชี้แจงวัตถุประสงค์ในการวิจัยแก่กลุ่มตัวอย่างทราบ

2. เก็บข้อมูลความรู้ พฤติกรรม ทักษะในการเลือกใช้เครื่องสำอาง และการมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน

3. ศึกษาบริบทของพื้นที่และข้อมูลพื้นฐาน คุณลักษณะทางประชากร

4. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาเครื่องสำอางอันตราย และระบบงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอางในชุมชน

ระยะที่ 2 ระยะดำเนินการ ดำเนินการตามการวิจัยเชิงปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขึ้นวางแผน (Plan)

1.1 ระดมสมองโดยการประชุมกลุ่ม/ประชาคม

1.2 วิเคราะห์บริบทข้อมูลพื้นฐาน ปัญหาและอุปสรรค การคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง

1.3 ร่วมกำหนดทางเลือกในการดำเนินการ

1.4 จัดทำแผนการดำเนินงานการเสริมสร้างพลังอำนาจชุมชน

2. การปฏิบัติ (Action)

ดำเนินงานตามแผนการดำเนินงานการเสริมสร้างพลังอำนาจชุมชน ประกอบด้วย 3 โครงการ ดังนี้ 1. โครงการการจัดตั้งศูนย์คุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์ (ด้านเครื่องสำอาง) และบริการสุขภาพ ประจำหมู่บ้าน กำหนดระยะเวลาระหว่างวันที่ 6-11 มกราคม 2557 โดยมีประธานและอาสาสมัครสาธารณสุขเป็นผู้รับผิดชอบโครงการ 2.โครงการพัฒนาศักยภาพผู้บริโภค โดยมีเจ้าหน้าที่สาธารณสุขและกลุ่มผู้นำเป็นร่วมรับผิดชอบ กำหนดระยะเวลาระหว่างเดือนมกราคม-มีนาคม 2557 และ 3.โครงการประชาสัมพันธ์เผยแพร่ให้ความรู้

3. การสังเกต (Observation)

3.1 นิเทศติดตามงานวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้น และข้อค้นพบที่สำคัญ

3.2.สังเคราะห์กระบวนการดำเนินงานที่เกิดขึ้น

4. การสะท้อนผล (Reflection) ประกอบด้วย การประชุมกลุ่ม เพื่อสรุปผลการดำเนินงานปัจจัยแห่งความสำเร็จ ปัญหา อุปสรรค ข้อเสนอแนะ และแนวทางการแก้ไขปัญหา

ระยะที่ 3 ระยะประเมินผล โดยการถอดบทเรียนสรุปผลการศึกษาการกระบวนการพัฒนารูปแบบเสริมสร้างพลังอำนาจชุมชนในการคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยเครื่องมือ 2 ชุด ได้แก่ เครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล และเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นโดยศึกษาค้นคว้าเนื้อหาในเอกสาร ตำรา รวมทั้งทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และสร้างเครื่องมือ ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยนำแบบสอบถามที่สร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความครอบคลุมของเนื้อหา (Content Validity) จากนั้นนำแบบสอบถามกลับมาปรับปรุงแก้ไข และนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับกลุ่มตัวอย่างอื่นในพื้นที่ที่บริบทใกล้เคียงกัน คือบ้านหนองโพรง เพื่อหาความเที่ยง (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์ อัลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ในการวัด เพื่อให้ได้ค่าความเที่ยงของแบบสอบถาม ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.92 ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบไปด้วย 5 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลคุณลักษณะประชากร เป็นแบบสอบถามทั่วไปของผู้ตอบคำถามเกี่ยวกับเพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ สถานภาพสมรส

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความรู้เกี่ยวกับเครื่องสำอาง คำถามมีลักษณะเป็นแบบปรนัยตอบแบบเลือกตอบลักษณะข้อคำถามเป็น 2 ตัวเลือก คือ ใช่ (1 คะแนน) และ ไม่ใช่ (0 คะแนน)

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับทัศนคติเกี่ยวกับเครื่องสำอางที่ถูกต้อง ข้อคำถามเป็นคำถามปลายเปิด ให้เลือกตอบ ชนิดแบบประเมินค่า (Rating Scale) 3 อันดับ คือ เห็นด้วย ไม่แน่ใจ และไม่เห็นด้วย โดยจำแนกเป็นข้อคำถามเชิงบวกและเชิงลบ รวมทั้งกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับข้อความเชิงบวก คือ เห็นด้วย (3 คะแนน) ไม่แน่ใจ (2 คะแนน) และ ไม่เห็นด้วย (1 คะแนน) ในขณะที่ข้อความเชิงลบกำหนดให้ค่าคะแนนในทิศทางตรงข้าม

ส่วนที่ 4 แบบสอบถามการพฤติกรรมการใช้เครื่องสำอางที่เป็นแบบตรวจสอบตารางรายการ (Rating Scale) เกณฑ์วัดเป็น 3 ตัวเลือก คือ การปฏิบัติทุกครั้ง (3 คะแนน) การปฏิบัติบางครั้ง (2 คะแนน) และไม่ได้ปฏิบัติ (1 คะแนน)

ส่วนที่ 5 แบบสอบถามเพื่อประเมินการมีส่วนร่วมของกลุ่มแกนนำในการพัฒนารูปแบบเสริมสร้างพลังอำนาจชุมชนในการคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง สร้างตามแบบการวัดของลิเคิร์ต (Likert's Scale) มีลักษณะเป็นมาตรวัดประมาณค่า (Rating Scale) 3 ระดับ คือ มีส่วนร่วมมาก (3 คะแนน) ส่วนร่วมปานกลาง (2 คะแนน) และมีส่วนร่วมน้อย (1 คะแนน)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย การสังเกตแบบมีส่วนร่วมและการจดบันทึก (Observation and Record) การสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) และการสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (In-depth Interview)

ผลการวิจัย

การพัฒนาารูปแบบเสริมสร้างพลังอำนาจชุมชนในการคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง ในพื้นที่ตำบลเสม็ด อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ พบว่าได้รูปแบบการเสริมสร้างพลังอำนาจชุมชนในการคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอางที่เหมาะสมและสอดคล้องกับบริบทพื้นที่ คือ “SAMET Model” ซึ่งประกอบด้วย การกระตุ้นให้เกิดการรับรู้สภาพปัญหา (Stimulation) วิเคราะห์ปัญหา (Analysis) เพื่อกำหนดแผนการดำเนินการของชุมชนร่วมกัน การบริหารจัดการโดยชุมชน (Management) การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Exchange knowledge) และการทำงานเป็นทีม (Team Work) โดยการร่วมมือกันของชุมชน และหลังพัฒนามีคะแนนเฉลี่ยความรู้ ทักษะเกี่ยวกับเครื่องสำอาง พฤติกรรมการใช้เครื่องสำอาง และการมีส่วนร่วมในการดำเนินงานการคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง เพิ่มขึ้นกว่าก่อนพัฒนาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 1 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความรู้เรื่องเครื่องสำอางก่อนและหลังการพัฒนาารูปแบบเสริมสร้างพลังอำนาจชุมชนในตาราง 1 การคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง (n=60)

คะแนนเฉลี่ยความรู้	$\bar{X}$	S.D.	t	p-value
ก่อนการพัฒนา	1.77	0.84	5.234	<0.001*
หลังการพัฒนา	2.67	0.60		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 1 พบว่าคะแนนเฉลี่ยความรู้เรื่องเครื่องสำอางก่อนการพัฒนาอยู่ในระดับปานกลาง และหลังการพัฒนาคะแนนเฉลี่ยความรู้อยู่ในระดับมาก ซึ่งหลังการพัฒนาารูปแบบเสริมสร้างพลังอำนาจชุมชนในการคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง ในพื้นที่ตำบลเสม็ด อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ พบว่าคะแนนเฉลี่ยความรู้สูงขึ้นกว่าก่อนพัฒนาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p<0.001$)

ตาราง 2 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทัศนคติเกี่ยวกับเครื่องสำอาง ก่อนและหลังการพัฒนาารูปแบบเสริมสร้างพลังอำนาจตาราง 2 ชุมชนในการคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง (n=60)

คะแนนเฉลี่ยทัศนคติ	$\bar{X}$	S.D.	t	p-value
ก่อนการพัฒนา	1.51	0.62	3.550	0.001*
หลังการพัฒนา	2.03	0.61		

จากตาราง 2 พบว่าก่อนการพัฒนาคะแนนเฉลี่ยทัศนคติอยู่ในระดับน้อย และหลังการพัฒนาอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งหลังการพัฒนาแบบเสริมสร้างพลังอำนาจชุมชนในการคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง ในพื้นที่ตำบลเสม็ด อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์คะแนนเฉลี่ยทัศนคติสูงขึ้นกว่าก่อนพัฒนาย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p < 0.001$)

ตาราง 3 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการใช้เครื่องสำอาง ก่อนและหลังการพัฒนาแบบเสริมสร้างพลังอำนาจตาราง 3 ชุมชนในการคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง (n=60)

คะแนนเฉลี่ยพฤติกรรม	$\bar{X}$	S.D.	t	p-value
ก่อนการพัฒนา	1.72	0.74	5.229	<0.001*
หลังการพัฒนา	2.03	0.66		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 3 พบว่าก่อนการพัฒนาคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการใช้เครื่องสำอางอยู่ในระดับน้อย และหลังการพัฒนาอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งหลังการพัฒนาคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการใช้เครื่องสำอางสูงขึ้นกว่าก่อนพัฒนาย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p < 0.001$)

ตาราง 4 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการมีส่วนร่วมในการดำเนินงานการคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง ของกลุ่มตัวอย่างตาราง 4 ก่อนและหลังการพัฒนา (n=60)

คะแนนเฉลี่ยการมีส่วนร่วม	$\bar{X}$	S.D.	t	p-value
ด้านการวางแผน				
ก่อนการพัฒนา	1.62	0.69	6.988	<0.001*
หลังการพัฒนา	2.07	0.71		
ด้านการดำเนินการ				
ก่อนการพัฒนา	1.60	0.74	7.952	<0.001*
หลังการพัฒนา	2.25	0.65		
ด้านการประเมินผล				
ก่อนการพัฒนา	1.52	0.75	6.056	<0.001*
หลังการพัฒนา	1.90	0.68		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 4 พบว่าคะแนนเฉลี่ยการมีส่วนร่วมในการดำเนินงานการคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง ในพื้นที่ตำบลเสม็ด อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ด้านการวางแผนก่อนการพัฒนาคะแนนเฉลี่ยการมีส่วนร่วมอยู่ในระดับน้อย และหลังการพัฒนาอยู่ในระดับปานกลาง ด้านการดำเนินการคะแนนเฉลี่ยการมีส่วนร่วมก่อนการพัฒนาอยู่ในระดับน้อย และหลังการพัฒนาอยู่ในระดับปานกลาง และด้านการประเมินผลคะแนนเฉลี่ยการมีส่วนร่วมก่อนการพัฒนาอยู่ในระดับน้อยและหลังการพัฒนาอยู่ในระดับปานกลาง และคะแนนเฉลี่ยการมีส่วนร่วมด้านการวางแผน ด้านการดำเนินการ และด้านการประเมินผล หลังการพัฒนาเพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนพัฒนาย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p < 0.001$)

อภิปรายผล

ผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบเสริมสร้างพลังอำนาจชุมชนในการคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง ในตำบลเสม็ด อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ มีประเด็นที่จะนำมาอภิปรายผลดังนี้

1. การพัฒนารูปแบบเสริมสร้างพลังอำนาจชุมชนในการคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง ในตำบลเสม็ด อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์แบ่งเป็น 3 ระยะ ระยะเตรียมการระยะดำเนินการ และระยะประเมินผล ประกอบด้วย การกระตุ้นให้เกิดการรับรู้สภาพปัญหา (Stimulation) วิเคราะห์ปัญหา (Analysis) เพื่อกำหนดแผนการดำเนินการของชุมชนร่วมกัน การบริหารจัดการโดยชุมชน (Management) การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Exchange Knowledge) และการทำงานเป็นทีม (Team Work) โดยการร่วมมือกันของชุมชน ซึ่งเป็นรูปแบบที่เกิดจากกระบวนการที่กลุ่มแกนนำตัวแทนชุมชนร่วมกันคิดร่วมกันทำทุกกระบวนการจึงทำให้มีความสอดคล้องกับบริบทพื้นที่ ซึ่งสอดคล้องผลการศึกษาของเพียงพร กันหารี [6] ได้ศึกษาแบบการเสริมสร้างพลังอำนาจอาจารย์ วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธรจังหวัดชลบุรี ซึ่งการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม มีขั้นตอนการวิจัย 5 ขั้นตอนคือ 1) สร้างความตระหนักร่วมกันของผู้วิจัยและผู้ร่วมศึกษา 2) ศึกษาความต้องการจำเป็นในการเปลี่ยนแปลงและระบุปัญหาของวิทยาลัย 3) พัฒนาแบบการเสริมสร้างพลังอำนาจอาจารย์ในวิทยาลัย เพื่อให้เป็นกระบวนการแทรกเสริม 4) ดำเนินการพัฒนาวิทยาลัยตามโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น และ 5) ประเมินการเปลี่ยนแปลงเชิงผลลัพธ์ ผลการวิจัยพบว่า การดำเนินการเพื่อเสริมสร้างพลังอำนาจอาจารย์ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบ คือ (1) การปรับโครงสร้างการบริหารที่เน้นการกระจายอำนาจการตัดสินใจให้ภาควิชา (2) การวางระบบการทำงานใหม่ (3) การเพิ่มช่องทางให้อาจารย์มีอำนาจต่อรองในลักษณะเป็นสารเสวนา (Dialog) จดหมายข่าว วารสาร เพื่อลดความขัดแย้ง และสร้างความเข้าใจร่วมกัน (4) การสร้างบรรยากาศให้มีการสื่อสารแบบเปิด และเป็นประชาธิปไตยระหว่างอาจารย์กับผู้บริหาร (5) การพัฒนาความรู้ และทักษะใหม่ ๆ ให้กับอาจารย์ (6) การสร้างทีมงานให้เกิดขึ้นในระดับภาควิชา และ (7) การสร้างแรงจูงใจในการทำงาน และนำองค์ประกอบทั้งหมดมากำหนดเป็นแบบการเสริมสร้างพลังอำนาจอาจารย์ ซึ่งผลการศึกษาทั้งสองสอดคล้องกันคือเกิดแบบแผนในการทำงานที่สามารถแก้ปัญหาแต่ละพื้นที่ได้อย่างยั่งยืน

2. ผลการดำเนินการตามการพัฒนารูปแบบเสริมสร้างพลังอำนาจชุมชนในการคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง พบว่า หลังการพัฒนากลุ่มตัวอย่างมีระดับความรู้ ทักษะเกี่ยวกับเครื่องสำอาง พฤติกรรมการใช้เครื่องสำอาง และการมีส่วนร่วมในการดำเนินการ เพิ่มมากขึ้นก่อนการพัฒนาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับการศึกษาของ สิริลักษณ์ รื่นรวย และระพีพรรณ ฉลองสุข [7] ได้ศึกษาการสร้างเครือข่ายงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอางในชุมชนพบว่า องค์ประกอบที่เหมาะสมของเครือข่ายงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง พบว่าการสร้างเครือข่ายด้านเครื่องสำอางในชุมชนทำให้ความชุกของเครื่องสำอางไม่ปลอดภัยในการใช้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.003$) ทำให้ความรู้เกี่ยวกับเครื่องสำอางบำรุงผิว ทาลิป ฝ้า หน้าขาวของกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) พฤติกรรมที่ถูกต้องในการเลือกซื้อเครื่องสำอางเครื่องสำอางบำรุงผิว ทาลิป ฝ้า หน้าขาวของกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) และพฤติกรรมที่ถูกต้องในการใช้เครื่องสำอางบำรุงผิว ทาลิป ฝ้า หน้าขาวของผู้ที่ไม่เคย

มีประสบการณ์แพ้เครื่องสำอางของกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ซึ่งมีกระบวนการที่สอดคล้องกันคือ มีการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่สามารถขับเคลื่อนการดำเนินงานได้ คือ กลุ่มแกนนำ และสมาชิกเครือข่ายประกอบด้วยตัวแทนภาครัฐและเอกชนในชุมชน วิเคราะห์สาเหตุ ปัญหา และร่วมกันกำหนดแนวทางดำเนินการ และมีการติดตามผลอย่างต่อเนื่อง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยการพัฒนารูปแบบเสริมสร้างพลังอำนาจชุมชนในการคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง โดยหารูปแบบอื่น ๆ เช่น การวิจัยเชิงปฏิบัติการโดยใช้กระบวนการมีส่วนร่วม และเปรียบเทียบผลกับการวิจัยในครั้งนี้
2. ควรจัดทำโครงการ การมีส่วนร่วมเพื่อพัฒนารูปแบบเสริมสร้างพลังอำนาจชุมชนในการคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง ในชุมชนอื่นๆ ต่อไป โดยนำเอาองค์ความรู้ที่ได้มาถ่ายทอด ทำให้เกิดการพัฒนาด้านความรู้และทักษะก่อให้เกิดความปลอดภัยในชุมชน อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน
3. การวิจัยครั้งต่อไปควรนำรูปแบบวิจัยครั้งนี้ไปใช้ในการแก้ไขปัญหาด้านต่างๆ ที่ชุมชนอื่นๆ และนำประเด็นปัญหาและอุปสรรคที่ได้จากการพัฒนานี้เป็นแนวทางในการพัฒนาร่วมด้วย

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. (2555). สถานการณ์ความปลอดภัยด้านอาหารและผลิตภัณฑ์สุขภาพ สถานที่จำหน่ายผลการตรวจวิเคราะห์เบื้องต้นด้านเคมีและจุลินทรีย์ ปีงบประมาณ 2555. นนทบุรี: สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา.
- [2] สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดบุรีรัมย์. (2555). รายงานผลการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคและเภสัชสาธารณสุข จังหวัดบุรีรัมย์. บุรีรัมย์ : สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดบุรีรัมย์.
- [3] สำนักงานสาธารณสุขอำเภอเมืองบุรีรัมย์. (2555). รายงานผลการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคสาธารณสุข อำเภอเมืองบุรีรัมย์. บุรีรัมย์ : สำนักงานสาธารณสุขอำเภอเมืองบุรีรัมย์.
- [4] กองส่งเสริมคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในส่วนภูมิภาคและท้องถิ่น สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. (2556). รวมกฎหมายที่อยู่ในความรับผิดชอบของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- [5] นิตยา เพ็ญศิริณา. (2546). เอกสารการสอนชุดวิชาการบริหารองค์การและทรัพยากรสาธารณสุข หน่วยที่ 1-5 : หน่วยที่ 5 เทคนิคบริหารจัดการองค์การสาธารณสุข. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- [6] เพียงพร กันหารี. (2551). การเสริมสร้างพลังอำนาจอาจารย์ วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธรจังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์ ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต. ฉะเชิงเทรา : มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์.
- [7] สิริลักษณ์ รื่นรวย และระพีพรรณ ฉลองสุข. (2554). การสร้างเครือข่ายงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านเครื่องสำอาง ในชุมชน กรณีศึกษาตำบลบ้านไร่ อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี. วิทยานิพนธ์ เภสัชศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.

บทความวิจัย

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการทำวิจัยของบุคลากรสาธารณสุข ในเครือข่ายหน่วยบริการสุขภาพปฐมภูมิองครา จังหวัดพัทลุง

Factors Associated with Research Conducting Among Health Personnel in Kongra Contracted Unit of Primary Care, Phatthalung Province

ภานุวัฒน์ พรหมสังคหะ¹ เรณู สะเหละ² เรืองฤทธิ์ สุวรรณรัตน์³ ดวงพร ถวัลย์ชัยวัฒน์⁴

บุญญพัฒน์ ไชยเมล์⁵ และสมเกียรติยศ วรเดช^{6*}

Bhanuwat Phromsunkkhaha¹, Raynue Salaea², Ruengrit Suwannarat³, Duangporn Thawanchaiwat⁴

Bhunyahbadh Chaimay⁵ and Somkiattiyos Woradet^{6*}

บทคัดย่อ

การศึกษาเชิงวิเคราะห์ภาคตัดขวางครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการทำวิจัยของบุคลากรสาธารณสุขในเครือข่ายหน่วยบริการสุขภาพปฐมภูมิ อำเภองครา จังหวัดพัทลุง ประชากรในการศึกษาครั้งนี้ คือ บุคลากรสาธารณสุขเครือข่ายหน่วยบริการสุขภาพปฐมภูมิองครา จังหวัดพัทลุง จำนวน 124 คน เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถาม ประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไป ความรู้ ทักษะ แรงจูงใจ และสิ่งแวดล้อมในการทำวิจัย วิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการทำวิจัยของบุคลากรสาธารณสุขด้วยสถิติถดถอยลอจิสติกพหุตัวแปร ผลการวิจัย พบว่า ประสิทธิภาพการทำงาน (OR: 1.36, 95%CI: 1.10 ถึง 1.67) การได้ศึกษาวิจัยในหลักสูตรที่จบการศึกษา (OR: 4.04, 95%CI: 1.29 ถึง 12.59) และการเข้ารับการอบรมด้านการวิจัย (OR: 11.70, 95%CI: 4.10 ถึง 33.38) มีความสัมพันธ์ต่อการทำวิจัยของบุคลากรสาธารณสุข จากผลการศึกษาดังกล่าว ผู้บริหารเครือข่ายหน่วยบริการสุขภาพปฐมภูมิควรส่งเสริมกระบวนการในการทำวิจัยของบุคลากรโดยมีผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยมาพัฒนาความรู้แก่บุคลากร และควรแต่งตั้งทีมที่เลื่องงานวิจัยโดยให้บุคลากรที่มีประสบการณ์ทำวิจัยเป็นผู้สนับสนุนการวิจัยให้บุคลากรอื่นๆ เพื่อส่งเสริมและพัฒนา งานวิจัยในหน่วยบริการสุขภาพปฐมภูมิต่อไป

คำสำคัญ : การวิจัย บุคลากรสาธารณสุข เครือข่ายหน่วยบริการสุขภาพปฐมภูมิ

¹ นักวิชาการสาธารณสุข โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านคู อำเภองครา พัทลุง 93000

² นักวิชาการสาธารณสุข โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านพุด อำเภองครา พัทลุง 93000

³ นักวิชาการสาธารณสุข โรงพยาบาลพัทลุง อำเภอเมือง พัทลุง 93000

⁴ เจ้าหน้าที่งานสาธารณสุข สำนักงานสาธารณสุขอำเภองครา พัทลุง 93000

⁵ ผศ.ดร., สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

⁶ อ.ดร., สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

* Corresponding author: e-mail: sworadet@gmail.com Tel. 074-693997, 081-9592939

Abstract

The purpose of this analytic cross-sectional study was to investigate factors associated with research conducting among health personnel in Kongra contracted unit of primary care, Phatthalung province. Of these, the population of the study was 124 persons working in Kongra contracted unit of primary care, Phatthalung province. The data was gathered and interviewed by using questionnaire consisted of demographic factors, knowledge, attitude, motivation and environment towards research conducting were 0.701, 0.624, 0.701, and 0.783 respectively. Multiple logistic regression analysis was used to analyze factors associated with research conducting among health personnel. The main results found that working experience (OR: 1.36, 95%CI: 1.10 to 1.67), previous research studying (OR: 4.04, 95%CI: 1.29 to 12.59) and research training (OR: 11.70, 95%CI: 4.10 to 33.38) were significantly associated with research conducting among health personnel. The results suggested that committees of contracted unit of primary care should promote research knowledge and process among health personnel by establishing external well-experienced experts. As well as, the research mentors should be launched by participating of well-experienced health personnel to support into doing research and develop body of knowledge in further works.

Keywords : Research Conducting, Health Personnel, Contracted Unit of Primary Care

บทนำ

ประเทศไทยกำลังเผชิญกับปัญหา ทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมหลายประการ ซึ่งเป็นปัญหาที่มีความสลับซับซ้อนและส่งผลกระทบต่อในวงกว้างหลายระดับ ที่ผ่านมารัฐบาลหรือองค์กรภาครัฐต่างๆ ได้มีความพยายามที่จะตอบสนองต่อปัญหาที่เกิดขึ้นในหลายลักษณะ เช่น การกำหนดนโยบายและมาตรการในการแก้ไขและบรรเทาผลกระทบปลายเหตุ แต่การตอบสนองต่อปัญหาสังคมดังกล่าวยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้ตรงจุด หรือขาดกระบวนการวิธีการที่ถูกต้อง และไม่สามารถนำไปสู่การแก้ไขปัญหาได้อย่างยั่งยืน ซึ่งปัจจัยที่ยังเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาหลายประการ ได้แก่ ความสมานฉันท์ในสังคม สภาพแวดล้อมและระบบนิเวศทางสังคม ความเสี่ยงจากปัญหาสุขภาพเรื้อรังที่สูงขึ้น รวมถึงสุขภาวะของคนไทยลดลงจากคุณภาพการศึกษาที่เป็นปัญหา [1]

การวิจัยนับเป็นรากฐานที่สำคัญของการพัฒนา ซึ่งทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ๆ หรือข้อเท็จจริง ด้วยการศึกษา ค้นคว้าอย่างเป็นระบบโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ [2] นอกจากนี้การวิจัยยังเป็นการพัฒนาบุคคล องค์กร และประเทศชาติ ให้มีการพัฒนาที่มุ่งเน้นการพัฒนาคุณภาพคนให้มีการเรียนรู้ต่อเนื่องตลอดชีวิต รวมทั้งการต่อยอดสู่การสร้างนวัตกรรมที่เกิดจากการฝึกฝนเป็นความคิดสร้างสรรค์ ให้เป็นพลังขับเคลื่อนการปรับโครงสร้างเศรษฐกิจให้เติบโตอย่างมีคุณภาพและยั่งยืน โดยการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัยในการขับเคลื่อนประเทศ [1]

นอกจากนี้การวิจัยยังได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้นในทุกองค์กร ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งที่สามารถแสวงหาองค์ความรู้ใหม่ โดยเฉพาะในทางวิทยาศาสตร์การแพทย์และสาธารณสุข [3] จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการทำวิจัยของบุคลากรสาธารณสุข พบว่า มีการศึกษาเกี่ยวกับการทำวิจัยของบุคลากรสาธารณสุข [4] และการศึกษาเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมเพื่อพัฒนาสมรรถนะในการทำวิจัยทางสาธารณสุข [5] อย่างไรก็ตามการศึกษาดังกล่าวเป็นการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่มีตำแหน่งนักวิชาการสาธารณสุขเพียงอย่างเดียว ซึ่งไม่ครอบคลุมถึงบุคลากรสาธารณสุขสาขาอื่นๆ

เครือข่ายหน่วยบริการสุขภาพปฐมภูมิเป็นหน่วยงานราชการของภาครัฐ สังกัดกระทรวงสาธารณสุข มีบุคลากรสาธารณสุขเป็นกลไกหลักสำคัญในการขับเคลื่อนนโยบายสู่การปฏิบัติได้อย่างเป็นรูปธรรม โดยบุคลากรสาธารณสุขจะต้องเป็นผู้มีความรู้หลากหลาย ทั้งด้านการบริหาร วิชาการ และการบริการที่ต้องใช้เทคนิควิชาชีพเฉพาะ และทัศนคติที่ดีต่อการปฏิบัติงาน ดังนั้น การพัฒนาสมรรถนะขีดความสามารถของบุคลากร การพัฒนาสมรรถนะขีดความสามารถของบุคลากร จึงเป็นเรื่องสำคัญเพื่อคงไว้ซึ่งบุคลากรสาธารณสุขในระบบที่มีความรู้ความสามารถและทักษะ ในการเพิ่มคุณค่าทำงานตามหน้าที่ความรับผิดชอบได้เต็มศักยภาพ

เครือข่ายหน่วยบริการสุขภาพปฐมภูมิภักขร จังหวัดพัทลุง เป็นหน่วยงานที่เน้นกระบวนการทำงานด้วยการพัฒนายุทธศาสตร์การบริหารจัดการและระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ จากผลการวิเคราะห์สถานการณ์องค์กร (SWOT Analysis) ของเครือข่ายหน่วยบริการสุขภาพปฐมภูมิพบว่า เครือข่ายหน่วยบริการสุขภาพปฐมภูมียังมีข้อจำกัดในการพัฒนางานวิจัยและนวัตกรรม เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาสาธารณสุข และจากการสำรวจยังพบว่าบุคลากรสาธารณสุขขาดความรู้ ทักษะและการสนับสนุนในการทำวิจัย [6] จากปัญหาดังกล่าว การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการทำวิจัยของบุคลากรสาธารณสุขในเครือข่ายหน่วยบริการสุขภาพปฐมภูมิภักขร จังหวัดพัทลุง เพื่อนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้ในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้านการทำวิจัย และพัฒนาประสิทธิภาพงานวิชาการด้านวิจัยและนวัตกรรมในหน่วยงานต่อไป

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (Analytic cross-sectional study) ครั้งนี้ ประชากรในการศึกษา คือ บุคลากรสาธารณสุขเครือข่ายหน่วยบริการสุขภาพปฐมภูมิ อำเภอกงหรา จังหวัดพัทลุง จำนวน 124 คน ประกอบด้วย แพทย์ ทันตแพทย์ เภสัชกร พยาบาล นักวิชาการสาธารณสุข และเจ้าพนักงานสาธารณสุข

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้เป็นแบบสอบถามประกอบด้วย 5 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป จำนวน 12 ข้อ ส่วนที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับการทำวิจัย มีลักษณะแบบสอบถามประเภทถูกผิดจำนวน 12 ข้อ ส่วนที่ 3 ทัศนคติในการทำวิจัยจำนวน 11 ข้อ ส่วนที่ 4 แรงจูงใจในการทำวิจัย จำนวน 14 ข้อ และส่วนที่ 5 สิ่งแวดล้อมในการทำวิจัย จำนวน 17 ข้อ สำหรับแบบสอบถามทัศนคติ แรงจูงใจและสิ่งแวดล้อมในการทำวิจัยเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ กำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายระดับความรู้เกี่ยวกับการทำวิจัย [7] ออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ สูง ปานกลาง และต่ำ โดยกำหนดให้ระดับต่ำมีค่าคะแนนน้อยกว่าร้อยละ 60 ระดับปานกลางมีค่าคะแนนเท่ากับร้อยละ 60 - 79 และระดับสูงมีค่าคะแนนมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 80 สำหรับการพิจารณาจัดกลุ่มทัศนคติ แรงจูงใจ และสิ่งแวดล้อมในการทำวิจัยด้วยวิธีการกำหนดค่าพิสัย (ค่าคะแนนสูงสุด-ค่าคะแนนต่ำสุด)/จำนวนระดับ) ออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ สูง ปานกลาง และต่ำ สำหรับการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่านเพื่อปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item objective congruence: IOC) อยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาช (Cronbach's alpha coefficient) ของความรู้ ทัศนคติ แรงจูงใจ และสิ่งแวดล้อมในการทำวิจัย เท่ากับ 0.701, 0.624, 0.701 และ 0.783 ตามลำดับ

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) จากวัตถุประสงค์การวิจัยดังกล่าวตัวแปรตาม คือการทำวิจัย (ทำ/ไม่ทำ) โดยกำหนดให้มีสเกลการวัดเป็นแบบแจกแจง (Categorical outcome) ทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติถดถอยลอจิสติกอย่างง่าย (Simple logistic regression analysis) เพื่อค้นหาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการทำวิจัยของบุคลากรสาธารณสุขในเครือข่ายหน่วยบริการสุขภาพปฐมภูมิและทำการวิเคราะห์เบื้องต้นทีละปัจจัย (Univariate analysis) เพื่อพิจารณาปัจจัยเข้าสมการ โดยพิจารณาจากตัวแปรที่มีค่า p-value ของ Wald test น้อยกว่า

หรือเท่ากับ 0.25 และนำตัวแปรวิเคราะห์ด้วยสถิติถดถอยลอจิสติกพหุตัวแปร (Multiple logistic regression analysis) นำตัวแปรเข้าสมการด้วยวิธี Backward elimination และตัวแปรใดที่ให้ค่า p-value มากกว่า 0.05 ให้นำออกจากสมการ นำเสนอด้วยค่า Odds ratio และ 95% confident interval (95%CI)

ผลการศึกษา

จากผลการศึกษาข้อมูลทั่วไปของบุคลากรสาธารณสุขพบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (79.00%) มีสถานภาพสมรส (55.60%) มีการศึกษาในระดับปริญญาตรี (79.10%) มีตำแหน่งประเภทวิชาการ (70.20%) ปฏิบัติงานในโรงพยาบาลชุมชน (59.90%) ได้ศึกษาวิชาวิจัยในหลักสูตรที่จบการศึกษา (74.20%) ได้เข้ารับการอบรมด้านการวิจัย (41.90%) มีอายุเฉลี่ย 35 (SD = 9.56) ปี มีค่ามัธยฐานของรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 25,000 (Min = 9,000, Max = 100,000) บาท มีประสบการณ์การทำงาน 12 (SD = 9.98) ปี ปฏิบัติงานในหน่วยงานปัจจุบันมาแล้ว 8 (SD = 7.74) ปี สำหรับข้อมูลการทำวิจัย พบว่า บุคลากรสาธารณสุขประมาณครึ่งหนึ่งมีการทำวิจัย (51.60%) ดังแสดงในตารางที่ 1

สำหรับระดับความรู้ ทักษะคิด แรงจูงใจ และสิ่งแวดล้อมในการทำวิจัยพบว่า บุคลากรสาธารณสุขมีความรู้ (61.30%, Mean $\pm$ SD; 8.48 ± 1.57) ทักษะคิด (61.30%, 39.03 ± 4.93) แรงจูงใจ (90.32%, 47.04 ± 3.67) และสิ่งแวดล้อมในการทำวิจัย (60.48%, 54.57 ± 11.67) อยู่ในระดับปานกลาง ดังแสดงในตารางที่ 2

จากการวิเคราะห์อย่างหยาบสำหรับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการทำวิจัยของบุคลากรสาธารณสุขในเครือข่ายหน่วยบริการสุขภาพปฐมภูมิภูกามหา จังหวัดพัทลุง พบว่า ระดับการศึกษา (OR: 5.03, 95%CI: 1.86 ถึง 18.86) ประสบการณ์การทำงาน (OR: 1.04, 95%CI: 1.00 ถึง 1.08) ตำแหน่ง (OR: 0.18, 95%CI: 0.07 ถึง 0.44) การได้เรียนวิชาวิจัยในหลักสูตรที่จบการศึกษา (OR: 0.17, 95%CI: 0.06 ถึง 0.43) และการเข้ารับการอบรมด้านการวิจัย (OR: 0.10, 95%CI: 0.04 ถึง 0.24) มีความสัมพันธ์ต่อการทำวิจัยของบุคลากร ในขณะที่ปัจจัยด้านเพศ สถานภาพสมรส สถานที่ปฏิบัติงานในปัจจุบัน รายได้เฉลี่ย อายุ ระยะเวลาปฏิบัติงานในหน่วยงานปัจจุบัน ความรู้ ทักษะคิด แรงจูงใจ และสิ่งแวดล้อมในการทำวิจัยไม่มีความสัมพันธ์ต่อการทำวิจัยของบุคลากรสาธารณสุข ดังแสดงในตารางที่ 3

การวิเคราะห์สถิติถดถอยลอจิสติกพหุตัวแปร สำหรับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการทำวิจัยของบุคลากรสาธารณสุข พบว่า ประสบการณ์การทำงาน (OR: 1.36, 95%CI: 1.10 ถึง 1.67) การได้เรียนวิชาวิจัยในหลักสูตรที่จบการศึกษา (OR: 4.04, 95%CI: 1.29 ถึง 12.59) และการเข้ารับการอบรมด้านการวิจัย (OR: 11.70, 95%CI: 4.10 ถึง 33.38) มีความสัมพันธ์ต่อการทำวิจัยของบุคลากรสาธารณสุขดังแสดงในตารางที่ 4

อภิปรายผล

จากการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการทำวิจัยของบุคลากรสาธารณสุขในเครือข่ายหน่วยบริการสุขภาพปฐมภูมิภูกามหา จังหวัดพัทลุง พบว่า ประสบการณ์การทำงาน การได้เรียนวิชาวิจัยในหลักสูตรที่จบการศึกษา และการเข้ารับการอบรมด้านการวิจัยมีความสัมพันธ์ต่อการทำวิจัยของบุคลากรสาธารณสุข

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ความรู้เกี่ยวกับการทำวิจัยของบุคลากรสาธารณสุขอยู่ในระดับปานกลาง (61.30%) เมื่อพิจารณาจากข้อมูลความรู้เกี่ยวกับการทำวิจัยรายข้อพบว่า บุคลากรสาธารณสุขส่วนใหญ่มีข้อจำกัดด้านความรู้เกี่ยวกับส่วนประกอบของโครงการวิจัย (74.20%) และขั้นตอนในการทำวิจัย (71.80%) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของฐิติพร ตันติศรียานุรักษ์ และคณะ [8] ที่ทำการศึกษปัจจัยที่มีผลต่อการทำวิจัยของบุคลากรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือพบว่า ความรู้เกี่ยวกับการทำวิจัยอยู่ในระดับปานกลาง อย่างไรก็ตามผลการศึกษาครั้งนี้แตกต่างจากผลการศึกษาของ ศิริพร เจริญสุข [9] ที่ทำการศึกษปัจจัยที่มีผลต่อการทำวิจัยในชั้นเรียนของครู ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาลพบุรี เขต 2 พบว่า ความรู้เกี่ยวกับการทำวิจัยในชั้นเรียนอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้อาจ

เป็นไปได้ว่าบุคลากรครูมีความรู้และวิชาการในการทำวิจัยในชั้นเรียนเป็นอย่างดี และสามารถวางแผนและวิเคราะห์สภาพปัญหาเพื่อนำไปสู่การเป็นหัวข้อการวิจัยได้

สำหรับทัศนคติต่อการทำวิจัยของบุคลากรสาธารณสุข พบว่า ทัศนคติต่อการทำวิจัยอยู่ในระดับปานกลาง (61.30%) เมื่อพิจารณาจากข้อมูลทัศนคติต่อการทำวิจัยรายข้อ พบว่า บุคลากรสาธารณสุขประมาณครึ่งหนึ่งมีความคิดเห็นว่าบุคลากรสาธารณสุขควรมีการทำวิจัย (55.60%) และการวิจัยมีส่วนช่วยในการพัฒนาหน่วยงาน (54.80%) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ นัยนา กนกสุนทรรัตน์ [2] ที่ทำการศึกษาคำถามพร้อมในการทำวิจัยของข้าราชการกลุ่มงานคุ้มครองผู้บริโภค กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์พบว่า เจตคติในการทำวิจัยของข้าราชการอยู่ในระดับปานกลางและสอดคล้องกับการศึกษาของ ศรีเพ็ญ ตันติเวส [10] ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความตั้งใจที่จะทำวิจัยของข้าราชการสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา พบว่า ทัศนคติต่อความตั้งใจที่จะทำวิจัยของข้าราชการอยู่ในระดับปานกลาง

ในส่วนของแรงจูงใจในการทำวิจัยพบว่า แรงจูงใจในการทำวิจัยส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง (90.32%) จากข้อมูลแรงจูงใจในการทำวิจัยรายข้อ พบว่า บุคลากรสาธารณสุขประมาณครึ่งหนึ่งเห็นว่าอุปสรรคระหว่างการทำวิจัยเป็นเรื่องปกติสามารถฟันฝ่าอุปสรรคต่างๆ ได้ (53.20%) และหากได้ทำวิจัยสามารถวางแผนเป้าหมายในการทำวิจัยให้ดีขึ้นคุณภาพมากที่สุด (45.80%) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีความต้องการความสำเร็จของ McClelland [11] ที่กล่าวว่าแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นแรงจูงใจที่เกิดขึ้นภายในตัวบุคคล เป็นความมุ่งมั่นพยายามที่จะทำกิจกรรมใดๆ ให้สำเร็จตามที่ตั้งใจไว้ ในขณะที่การศึกษาค้นคว้านี้แตกต่างกับงานวิจัยของ ภิญญะ ลอศรี [12] ซึ่งได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการทำวิจัยในชั้นเรียนของครูผู้สอนในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 1-5 พบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ด้านการทำวิจัยในชั้นเรียนโดยรวมอยู่ในระดับสูงนี้อาจเป็นไปได้ว่าบุคลากรครูที่มีความมุ่งมั่นและพยายาม เพื่อแก้ไขปัญหาให้บรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพ และการทำวิจัยในชั้นเรียนเป็นภารกิจที่สำคัญในการปรับปรุงและพัฒนาระบบการเรียนการสอน

นอกจากนี้สิ่งแวดล้อมในการทำวิจัยของบุคลากรสาธารณสุข พบว่า บุคลากรประมาณ 2 ใน 3 มีสิ่งแวดล้อมในการทำวิจัยอยู่ในระดับปานกลาง (60.48%) แสดงให้เห็นว่าความพร้อมของหน่วยงานที่เอื้ออำนวยต่อการทำวิจัย การเห็นความสำคัญของการวิจัยของผู้บริหาร และการสนับสนุนด้านการวิจัยของหน่วยงาน ส่งผลให้สิ่งแวดล้อมในการทำวิจัย อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ นัยนา กนกสุนทรรัตน์ [2] ที่ทำการศึกษาคำถามพร้อมในการทำวิจัยของข้าราชการกลุ่มงานคุ้มครองผู้บริโภค กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พบว่า การสนับสนุนจากผู้บังคับบัญชา นโยบายและการบริหาร การสนับสนุนทรัพยากรเอกสารหนังสือตำรา วัสดุอุปกรณ์ การมีแหล่งทุนวิจัย และการให้เวลาในการทำวิจัยอยู่ในระดับปานกลาง อย่างไรก็ตาม การศึกษาค้นคว้านี้แตกต่างจากการศึกษาของ จิตติพร ตันติศรียานุรักษ์ และคณะ [8] ที่ทำการศึกษาค้นคว้าที่มีผลต่อการทำวิจัยของบุคลากร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พบว่า การสนับสนุนจากหน่วยงานกับการทำวิจัยอยู่ในระดับสูง ทั้งนี้อาจจะเกิดจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เป็นสถาบันการศึกษาที่มีภารกิจในการทำวิจัยเป็นภารกิจหลักเช่นเดียวกับการเรียนการสอน จึงทำให้มีการสนับสนุนให้บุคลากรทำวิจัยในระดับสูงได้

สำหรับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการทำวิจัยของบุคลากรสาธารณสุขในเครือข่ายหน่วยบริการสุขภาพปฐมภูมิ กงหรา จังหวัดพัทลุง พบว่า ประสิทธิภาพการทำงานมีความสัมพันธ์ต่อการทำวิจัยของบุคลากรสาธารณสุขอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการศึกษาค้นคว้านี้ พบว่า ประสิทธิภาพการทำงานของบุคลากรสาธารณสุขเฉลี่ยเท่ากับ 12 ปี ซึ่งการมีประสบการณ์ทำงานมากขึ้นย่อมส่งผลต่อการทำวิจัยของบุคลากรสาธารณสุข ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ภิญญะ ลอศรี [12] ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการทำวิจัยในชั้นเรียนของครูผู้สอนในโรงเรียน ประสิทธิภาพการสอนมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับพฤติกรรมการทำวิจัยในชั้นเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้สอดคล้องกับการศึกษาของอดุลย์ สนั่นเอื้อเม้งโสง [13] ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสมรรถนะการวิจัยในชั้นเรียนของครูสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่า อายุราชการสามารถทำนายสมรรถนะการวิจัยปฏิบัติการโดยรวมได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในส่วนการได้เรียนวิชาวิจัยในหลักสูตรการศึกษาที่จบมามีความสัมพันธ์ต่อการทำวิจัยของบุคลากรสาธารณสุข อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการศึกษาครั้งนี้ บุคลากรสาธารณสุขส่วนใหญ่ประมาณ 3 ใน 4 ได้ศึกษาวิชาวิจัยในหลักสูตร ที่จบการศึกษา (74.20%) จากข้อคำถามปลายเปิด พบว่า รายวิชาที่เคยศึกษาเกี่ยวกับการวิจัย ได้แก่ สถิติและการวิจัย ระเบียบวิธีวิจัย วิจัยในระบบสุขภาพ ปัญหาพิเศษทางด้านสาธารณสุข และวิจัยทางการแพทย์ เป็นต้น จึงทำให้บุคลากรสาธารณสุขมีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการทำวิจัยส่งผลต่อการทำวิจัยของบุคลากรสาธารณสุข ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สมบัติ ท้ายเรือคำ [14] ได้ศึกษาการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมเพื่อพัฒนาหลักสูตร การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนสำหรับครู สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่าหลังจากครูได้เรียนรู้ กระบวนการดำเนินการวิจัยมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการทำวิจัย และมีความเข้าใจในเนื้อหาและกระบวนการวิจัย มีความสนใจในการทำวิจัยเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้แตกต่างจากการศึกษาของ สมเกียรติยศ วรเดช [4] ที่ทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำวิจัยเฉพาะนักวิชาการด้านสาธารณสุข พบว่า การศึกษาด้านการวิจัยไม่มีความสัมพันธ์กับการทำวิจัยของนักวิชาการด้านสาธารณสุข

นอกจากนี้การเข้ารับการอบรมด้านการวิจัยมีความสัมพันธ์ต่อการทำวิจัยของบุคลากรสาธารณสุขอย่างมีนัย สำคัญทางสถิติ จากการศึกษาครั้งนี้ บุคลากรสาธารณสุขประมาณครึ่งหนึ่งเข้ารับการอบรมด้านการวิจัย (41.90%) ทั้งนี้เนื่องจากบุคลากรได้รับการพัฒนาความรู้และทักษะการทำวิจัยในหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานตามสาขา วิชาซึ่งมากกว่าหลักสูตรอื่นๆ โดยเฉพาะหลักสูตรการอบรมการทำวิจัย ทำให้บุคลากรมีความต้องการได้รับการพัฒนา ในการทำวิจัยทางสาธารณสุขเพิ่มขึ้น [5] ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สมเกียรติยศ วรเดช [4] ที่ทำการศึกษาปัจจัย ที่ส่งผลต่อการทำวิจัยของนักวิชาการด้านสาธารณสุข ในสังกัดสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพัทลุงพบว่า การเข้าร่วม กิจกรรมวิชาการมีความสัมพันธ์กับการทำวิจัยของนักวิชาการด้านสาธารณสุขและสอดคล้องกับการศึกษาของ ศิริพร เจริญสุข [9] ที่ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการทำวิจัยในชั้นเรียนของครู ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ลพบุรี เขต 2 พบว่า ประสบการณ์การอบรมการทำวิจัยมีผลต่อการทำวิจัยในชั้นเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการศึกษาดังกล่าว เครือข่ายหน่วยบริการสุขภาพปฐมภูมิภควรรคส่งเสริมกระบวนการในการทำวิจัย ของบุคลากรโดยสนับสนุนให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยมาพัฒนาความรู้แก่บุคลากรเป็นระยะอย่างต่อเนื่อง และการจัดตั้งทีม พึ่งเลี้ยงการวิจัยจากผู้ที่มีประสบการณ์ในการทำวิจัยภายในเครือข่ายบริการสุขภาพปฐมภูมิ เพื่อเป็นการส่งเสริมและ กระตุ้นให้บุคลากรสาธารณสุขมีการทำวิจัยอย่างต่อเนื่องเพื่อการพัฒนางานสาธารณสุขที่ยั่งยืนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2554). **แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบเอ็ด พ.ศ. 2555-2559**. กรุงเทพฯ: สหมิตรพรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด.
- [2] นัยนา กนกสุนทรรัตน์. (2540). **ความพร้อมในการทำวิจัยของข้าราชการกลุ่มงานคุ้มครองผู้บริโภค กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการวิจัยสาธารณสุข. นครปฐม: มหาวิทยาลัยมหิดล.
- [3] ปญญพัฒน์ ไชยเมธ. (2557). **วิธีการวิจัยทางสาธารณสุข**. สงขลา : นำศิลป์โฆษณา จำกัด.
- [4] สมเกียรติยศ วรเดช. (2545). **ปัจจัยที่มีผลต่อการทำวิจัยของนักวิชาการด้านสาธารณสุขในสังกัดสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพัทลุง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [5] สุชีลา อุมะวรรณ. (2551). **การวิจัยปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม เพื่อพัฒนาสมรรถนะในการทำวิจัยทางสาธารณสุขของบุคลากรในสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสกลนคร**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพุทธศาสตร์การพัฒนาศาสตร์. สกลนคร : มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- [6] เครือข่ายหน่วยบริการสุขภาพงหว. (2557). **แผนกลยุทธ์เครือข่ายหน่วยบริการสุขภาพงหว. พัทลุง : เครือข่ายหน่วยบริการสุขภาพงหว.**
- [7] Bloom, B.S. (1968). **Taxonomy of education objective: Handbook 1: Cognitive domain**. New York : David MCI.
- [8] จิตติพร ตันติศรียานุรักษ์ รัชฎาธิโสภา และอรดา เกรียงสินยศ. (2548). **ปัจจัยที่มีผลต่อการทำวิจัยของบุคลากรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [9] ศิริพร เจริญสุข. (2553). **ปัจจัยที่มีผลต่อการทำวิจัยในชั้นเรียนของครู ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาลพบุรี เขต 2**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการบริหารการศึกษา. ลพบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- [10] ศรีเพ็ญ ตันติเวช. (2540). **ปัจจัยที่มีผลต่อความตั้งใจที่จะทำวิจัยของข้าราชการสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา**. วิทยานิพนธ์สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต. นครปฐม: มหาวิทยาลัยมหิดล.
- [11] McClelland, D.C. (1987). **Human Motivation**. Cambridge: The press syndicate of the University of Cambridge.
- [12] ภิญโญ ทองศรี. (2549). **ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการทำวิจัยในชั้นเรียนของครูผู้สอนในโรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 1-5**. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการบริหารการศึกษา. เลย : มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.
- [13] อุดลย์ สนั่นเอื้อเม้งไธสง และสุนทรพจน์ ดำรงพานิชย์. (2555). **ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสมรรถนะการวิจัยในชั้นเรียนของครูสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานการวิเคราะห์ด้วยโมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่น**. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการวิจัยการศึกษา. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- [14] สมบัติ ท้ายเรือคำ และสำเริง บุญเรืองรัตน์. (2546). **การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมเพื่อพัฒนาหลักสูตรการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนสำหรับครู สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุขศึกษบัณฑิต สาขาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของบุคลากรสาธารณสุข

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	26	21.00
หญิง	98	79.00
สถานภาพสมรส		
โสด	53	42.80
สมรส	69	55.60
หม้าย/หย่า/แยก	2	1.60
ระดับการศึกษา		
ปวส./อนุปริญญา	21	16.90
ปริญญาตรี	98	79.10
ปริญญาโทหรือสูงกว่า	5	4.00
ตำแหน่ง		
ประเภทวิชาการ	87	70.20
ประเภททั่วไป	37	29.80
สถานที่ปฏิบัติงานในปัจจุบัน		
โรงพยาบาลชุมชน	73	58.87
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล	44	35.48
สำนักงานสาธารณสุขอำเภอ	7	5.65
การได้เรียนวิชาชีพในหลักสูตรที่จบการศึกษา		
เคยเรียน	92	74.20
ไม่เคยเรียน	32	25.80
การเข้ารับการอบรมด้านการวิจัย		
เคยอบรม	52	41.90
ไม่เคยอบรม	72	58.10
ประสบการณ์ในการทำวิจัย		
มี	64	51.60
ไม่มี	60	48.40
อายุ (ปี) Mean $\pm$ SD. (Min : Max)	35.09 $\pm$ 9.56 (21 : 60)	
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน (บาท) Median (Min : Max)	25,000 (9,000 : 100,000)	
ประสบการณ์การทำงาน (ปี) Mean $\pm$ SD. (Min : Max)	12.79 $\pm$ 9.98 (1 : 40)	
ปฏิบัติงานในสถานที่แห่งนี้ (ปี) Mean $\pm$ SD. (Min : Max)	8.34 $\pm$ 7.74 (1 : 29)	

ตารางที่ 2 ระดับความรู้ ทักษะ แรงจูงใจ และสิ่งแวดล้อมในการทำวิจัยของบุคลากรสาธารณสุข

ปัจจัย	Mean	SD.	ระดับ, จำนวน (ร้อยละ)		
			สูง	ปานกลาง	ต่ำ
ความรู้เกี่ยวกับการทำวิจัย	8.48	1.57	42(33.87)	76(61.30)	6(3.23)
ทักษะในการทำวิจัย	2.38	0.49	48(38.70)	76(61.30)	0(0.00)
แรงจูงใจในการทำวิจัย	2.10	0.30	12(9.68)	112(90.32)	0(0.00)
สิ่งแวดล้อมในการทำวิจัย	2.20	0.60	37(29.84)	75(60.48)	12(9.68)

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์อย่างหาบปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการทำวิจัยของบุคลากรสาธารณสุขในเครือข่ายหน่วยบริการสุขภาพปฐมภูมิ

ปัจจัย	Odd ratios	95% CI	p-value
เพศ			0.486
ชาย	Ref.		
หญิง	0.73	0.30 ถึง 1.75	
สถานภาพสมรส			0.815
โสด	Ref.		
สมรส/หม้าย/หย่า/แยก	0.91	0.45 ถึง 1.87	
ระดับการศึกษา			0.007
ปวศ./อนุปริญญา	Ref.		
ปริญญาตรีและสูงกว่า	5.03	1.86 ถึง 18.86	
ตำแหน่ง			< 0.001
ประเภทวิชาการ	Ref.		
ประเภททั่วไป	0.18	0.07 ถึง 0.44	
สถานที่ปฏิบัติงานในปัจจุบัน			0.310
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล	Ref.		
สำนักงานสาธารณสุขอำเภอ/โรงพยาบาลชุมชน	1.47	0.70 ถึง 3.07	
การได้เรียนวิชาวิจัยในหลักสูตรที่จบการศึกษา			< 0.001
เคยเรียน	Ref.		
ไม่เคยเรียน	0.17	0.06 ถึง 0.43	
การเข้ารับการอบรมด้านการวิจัย			< 0.001
เคยอบรม	Ref.		
ไม่เคยอบรม	0.10	0.04 ถึง 0.24	

ปัจจัย	Odd ratios	95% CI	p-value
รายได้เฉลี่ย (บาท)			0.862
น้อยกว่า 25,000 บาท	Ref.		
25,000 ขึ้นไป	1.06	0.53 ถึง 2.15	
อายุ (ปี)	1.02	0.98 ถึง 1.06	0.232
ประสบการณ์การทำงาน (ปี)	1.04	1.00 ถึง 1.08	0.033
ระยะเวลาปฏิบัติงานในหน่วยงานปัจจุบัน (ปี)	1.03	0.98 ถึง 1.08	0.190
ความรู้เกี่ยวกับการทำวิจัย (คะแนน)	0.69	0.36 ถึง 1.32	0.266
ทัศนคติในการทำวิจัย (คะแนน)	0.97	0.47 ถึง 1.99	0.934
แรงจูงใจในการทำวิจัย (คะแนน)	1.99	0.46 ถึง 5.20	0.291
สิ่งแวดล้อมในการทำวิจัย (คะแนน)	0.75	0.41 ถึง 1.36	0.351

ตารางที่ 4 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการทำวิจัยของบุคลากรสาธารณสุขในเครือข่ายหน่วยบริการสุขภาพปฐมภูมิ

ปัจจัย	OR _{Crude} 95%CI	OR _{Adjusted} 95%CI	p-value
ประสบการณ์การทำงาน (ปี)	1.04 (1.00 ถึง 1.08)	1.36 (1.10 ถึง 1.67)	0.004
การได้เรียนวิชาวิจัยในหลักสูตรที่จบการศึกษา			0.016
ไม่เคยเรียน	Ref.	Ref.	
เคยเรียน	0.17 (0.06 ถึง 0.43)	4.04 (1.29 ถึง 12.59)	
การเข้ารับการอบรมด้านการวิจัย			< 0.001
ไม่เคยอบรม	Ref.	Ref.	
เคยอบรม	0.10 (0.04 ถึง 0.24)	11.70 (4.10 ถึง 33.38)	

ดัชนี (Index)

ดัชนีผู้เขียน (Author Index)

หน้า

กิตติกร สาสุจิตต์	Kittikorn Sasujit	5
กนกพร สังข์รักษ์	Kanokphorn Sangkharak	49
กัญญารัตน์ คุณหงษ์	Kanyarat Khoonhong	57
กานตกานท์ เทพนรงค์	Kantakan Thepnarong	15
จิตติมา ชอบเอียด	Chittima Chopaiad	32
จิระศักดิ์ เจริญพันธ์	Cheerasak Charoenpan	57
ชื่นใจ สุขปาน	Chuenjai Sukpan	32
ชำซียะห์ มะลี	Sumseeyah Malee	41
ณัฐพงษ์ วงกรินทร์	Nattapong Wongrin	5
ณัฐวุฒิ ดุษฎี	Natthawud Dussadee	5
ดวงพร คันทโชติ	Duangporn Kantachote	15
ดวงพร ถวัลย์ชัยวัฒน์	Duangporn Thawanchaiwat	66
เดือนเพ็ญ กษกรจารุพงศ์	Duenpen Kochakornjarupong	23
เทวัญ หยุ่นหนู	TewanYunu	49
นิรุวรรณ เทรินโบล์	Niruwan Turnbull	57
นิชา ไพจิตร	Nisa Paichid	49
ปาตีเมาะ ดอเลาะ	Patimoh Doloh	41
บุญญพัฒน์ ไชยเมล์	Bhunyabhadh Chaimay	66
พนิตา กังซุ่น	Panita Kongsune	41
ภานุวัฒน์ พรหมสังคหะ	Bhanuwat Phromsunkkhaha	66
มัลลิกา เกลี้ยงเกล้า	Mallika Kiangkhlae	23
เรณู สะหละ	Raynue Salaea	66
เรืองฤทธิ์ สุวรรณรัตน์	Ruengrit Suwannarat	66
วราพงศ์ แสนพินิจ	Warapong Sanpinit	5
วิสิทธิ์ บุญชุม	Visit Boonchoom	23
ศศิธร สอนนำ	Sasithorn Sonnam	49
สมเกียรติยศ วรเดช	Somkiattiyos Woradet	66
สมหมาย เขียววาริ์สัจจะ	Sommai Chiayvareesajja	15
สิทธิเดช ชูด้วง	Sittidet Chooduang	32

ดัชนี (Index)

ดัชนีคำสำคัญ

หน้า

กฎเชิงความหมาย	23
การบำบัดน้ำทิ้ง	15
การปรับตัวด้านสุขภาพตามการเปลี่ยนแปลงทางสภาพอากาศ	23
การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด	15
การวิจัย	66
การเสริมสร้างพลังอำนาจ	58
การอัดรีดขึ้นรูป	5
ไข่หวัดใหญ่	41
เครือข่ายหน่วยบริการสุขภาพปฐมภูมิ	66
เครื่องสำอาง	58
งานคุ้มครองผู้บริโภค	58
เชื้อเพลิงอัดแท่ง	5
น้ำหมักชีวภาพ	15
บุคลากรสาธารณสุข	66
พอลิไฮดรอกซีบิวทิเรต	49
พอลิไฮดรอกซีอัลคาโนเอต	49
โมเลกุลาร์ดอกกิ้ง	41
ยางแผ่นรมควันชั้น 3	32
วัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพด	5
วิธีโครมช่วยประสาทเทียม	32
วิธีดัชนีชี้้นำ	32
สารแอนโดรกราโฟไลด์และอนุพันธ์	41
ออนโทโลยี	23
อัลคาลิจีเนส ยูโทรฟัส	49
อีเอ็มบอล	15
อีแมกกลูตินิน	41

ดัชนี (Index)

Keywords Index	page
Alcaligenese Eutrophus	50
Andrographolide and Derivatives	42
Consumer Protection	58
Contracted Unit of Primary Care	67
Corn-Cob Residues	6
Cosmetics	58
Effluent Treatment	16
EM Ball	16
Empowerment	58
Extrusion Technique	6
Fermented Organic Matter	16
Freshwater Aquaculture	16
Fuel Briquettes	6
Health Personnel	67
Hemagglutinin	42
Indicators	33
Influenza Virus	42
Molecular Docking	42
Ontology	24
Personal Health Adaptation Related to Climate Change	24
Polyhydroxyalkanoate	50
Polyhydroxybutyrate	50
Research Conducting	67
Ribbed Smoked Rubber Sheet No.3	33
Semantic Rule	24
Technical Analysis	33

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ต้นฉบับบทความวิจัย บทความวิชาการที่ตีพิมพ์ในวารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ ปีที่ 18 ฉบับที่ 1 (เดือนมกราคม – มิถุนายน 2558) ได้รับการตรวจแก้ไขจากผู้ทรงคุณวุฒิตั้งรายนามต่อไปนี้

ภญ.รศ.ดร.ประภาพร บุญมี
รศ.ดร.ดนุพล ตันนโยภาส
รศ.ดร.วิไลวรรณ โชติเกียรติ
รศ.ดร.ขวัญชัย ลีเผ่าพันธ์
รศ.ดร.คมสัน สุริยะ
รศ.ดร.ลักขณา หล่อตระกูล
รศ.ดร.สุนีย์ นิธิสินประเสริฐ
รศ.ดร.วิเชียร ริมพนิชยกิจ
รศ.พญ.ศิริลักษณ์ อนันต์ณัฐศิริ
รศ.ยุพา ถาวรพิทักษ์
รศ.ประสพชัย พสุนนท์
รศ.วิลาวัลย์ เจริญจิระตระกูล
ผศ.ดร.พงศ์เชษฐ์ พิษิตกุล
ผศ.ดร.วิภาดา เวทย์ประสิทธิ์
ผศ.ดร.ลัดดา ปรีชาวีรกุล
ผศ.ดร.กรวิภา ก้องกุล
ผศ.ดร.กิตติการ สายธนู
ผศ.ดร.บุญญพัฒน์ ไชยเมล์
ผศ.ดร.จำนงค์ ธนะภพ

ผศ.กัลยา นิตีเรืองจรัส
อ.ดร.นือร จิรพงศธรกุล
อ.ดร.อรณิชา รัตนาภรณ์
อ.ดร.สิริยา สิทธิสาร

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยศิลปากร
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
คณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณ
สำนักวิชาสหเวชศาสตร์และสาธารณสุขศาสตร์
มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ