



วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร
สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2560

ISSN : 1905-4963

Vol.12 No.1 January-June 2017

**PHRANAKHON RAJABHAT
RESEARCH JOURNAL**
(Science and Technology)



วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

PHRANAKHON RAJABHAT RESEARCH JOURNAL (SCIENCE AND TECHNOLOGY)

ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2560) Vol.12 No.1 (January - June 2017) ISSN : 1905-4963

เจ้าของ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

วัตถุประสงค์

เพื่อเป็นสื่อกลางในการเผยแพร่ผลงานวิชาการและงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แก่ สาขาคณิตศาสตร์ สถิติ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา ชีวเคมี จุลชีววิทยา เทคโนโลยีชีวภาพ เกษตรศาสตร์ วิทยาศาสตร์การอาหาร คหกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ทางทะเล วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม วิทยาศาสตร์สุขภาพ การพยาบาล การสาธารณสุข คอมพิวเตอร์ วัสดุศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรม หรือวิทยาศาสตร์ประยุกต์

ที่ปรึกษา

ดร.ถนอม อินทรกำเนิด
ศาสตราจารย์ ดร.สนิท อักษรแก้ว
พลอากาศเอก ดร.นพพร จันทวานิช
ดร.ผดุงชาติ สุวรรณวงศ์
ศาสตราจารย์ ดร.พิเชษฐ ลิ้มสุวรรณ
ศาสตราจารย์ ดร.ผดุงศักดิ์ รัตนเดโช
ศาสตราจารย์ นพ.ชัชสิทธิ์ รัตนสาร
ศาสตราจารย์ ดร.พวงเพ็ญ ศิริรักษ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เดช บุญประจักษ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณฑล จันทร์แจ่มใส
อาจารย์จรูญ วรศักดิ์โยธิน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ศักดิ์ จักรกรณ์

อุปนายกสภามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
กรรมการสภามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
กรรมการสภามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
กรรมการสภามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
รักษาการแทนอธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
รองอธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
รองอธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

บรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โอภาส วัฒนชีวะ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

รองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนภูมิ ศรีงาม
ดร.จุฬาลักษณ์ ขาญกุล

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

กองบรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.นิรันดร์ จันทวงศ์
รองศาสตราจารย์ ดร.ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์
รองศาสตราจารย์ ดร.วสิน อังคพัฒนากุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาวดี ลิ้มสวัสดิ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ เชียงกา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติศักดิ์ชัย นามจันทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชมฤทัย ภาวะพัฒน์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณเวช ทรงธนศักดิ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประวีณ์ วิสูตรศักดิ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองคำ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัตรา โพธิ์เอี่ยม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐ มากุล

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยศิลปากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ดร.อริยา รัตนพิทยาภรณ์
ดร.เมธินี รัตสาร
ดร.ศิลาวัธ ดำรงศิริ
ดร.สมฤดี สาธิตคุณ
ดร.วีรณัฐ แก้ววิเศษ
ดร.กิตติพงษ์ เยวาวาจา
ดร.เปล่งสุรีย์ เทียนน้อย
ดร.ธงชัย พุ่มทองศิริ
ดร.วราภรณ์ กัมปนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สัปดาห์กุล สุชาติ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ ไม้สนธิ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนันทา ศรีม่วง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันต์กุล อินทรผดุง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อะเคื้อ กุลประสูติติก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วุฒิชัย แพงาม
ดร.ประกายดาว ยิ่งสง่า
ดร.รัศมี แสงศิริมงคลยิ่ง
ดร.สมคิด สุทธิธารวัช

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
กรมสอบสวนคดีพิเศษ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (วิทยาเขตกำแพงแสน)
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (วิทยาเขตศรีราชา)
มหาวิทยาลัยมหิดล
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

เลขานุการ

ดร.วิสุทธนา สมุทรศรี
ดร.ลดดา มัทธูรศ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ผู้ช่วยเลขานุการ

นางสาวสุธารัตน์ จัวยเจริญ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ผู้ช่วยกองบรรณาธิการ

นายจักรพันธ์ ก้อนมณี
นางเดือนเพ็ญ สุขทอง
นางสาวทัศนีย์ ปิ่นทอง
นางสาวนวมกมล พลบุญ
นางสาวมัทนา เกตุโพธิ์ทอง
นายรัชตะ อนุวัชกุล
นางสาวศุภราพร เกตุกลม
นางสาวสุธารัตน์ จัวยเจริญ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ติดต่อกองบรรณาธิการ

สถาบันวิจัยและพัฒนา ชั้น 4 อาคารเบญจามังกร (อาคาร 13) มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร 9 ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงอนุสาวรีย์
เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร 10220 โทรศัพท์/โทรสาร 0-2521-2288, 0-2521-1234 Email: PRRJ_Scitech@pnru.ac.th

กำหนดตีพิมพ์

2 ฉบับ ต่อปี (มกราคม-มิถุนายน และกรกฎาคม-ธันวาคม)

เงื่อนไขการพิจารณาบทความ

บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารนี้ จะได้รับการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาที่เกี่ยวข้อง (Peer Review) อย่างน้อย 2 ท่าน

การเผยแพร่

จัดส่งให้ห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ผู้ที่สนใจสามารถค้นหาที่ https://www.tci-thaijo.org/index.php/PRRJ_Scitech/user

พิมพ์ที่

บริษัท ทริเพิ้ล กรุ๊ป จำกัด

เลขที่ 95 ถ.แจ้งวัฒนะ ซ.6 แขวงตลาดบางเขน เขตหลักสี่ กทม. 10210 โทรศัพท์ : 0-2521-8420 (อัตโนมัติ) แฟกซ์ : 0-2521-8424

Email : contact.triplegroup@gmail.com, editor.triple@gmail.com Website : triple-group.co.th

บทบรรณาธิการ

วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2560 ได้รวบรวมบทความ เพื่อเผยแพร่ และแลกเปลี่ยนความรู้ทางวิชาการของคณาจารย์ นักศึกษา และผู้ทรงคุณวุฒิทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย

เนื้อหาสาระในวารสารฉบับนี้มีจำนวน 11 เรื่อง ประกอบด้วยบทความในกลุ่มสาขาดังนี้ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม การบริหารงานสาธารณสุข ฟิสิกส์ เคมี สุขศึกษา และพลศึกษา และเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการผลิต โดยทุกบทความได้ผ่านการกลั่นกรองจากผู้ทรงคุณวุฒิประจำฉบับเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าวารสารฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ทางวิชาการสำหรับนักวิชาการ นักวิจัย คณาจารย์ นักศึกษา และบุคคลทั่วไป

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โอภาส วณิชชีวะ
บรรณาธิการ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ (Reviewers)

ประจำวารสารวิจัยราชภัฏพระนคร (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)

1. ศาสตราจารย์ ดร.พิเชษฐ ลิ้มสุวรรณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
2. รองศาสตราจารย์ ดร.เรณูมาศ มาอ่อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. รองศาสตราจารย์ ดร.วิภาวดี ลิ้มสวัสดิ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สัตวแพทย์หญิง ดร.กาญจนา อิ่มศิลป์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรีสุดา รัศมีพงศ์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์
6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐ งามกุล มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญประภา เพชรบูรณ์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณพล อยู่บรรพต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิรัชญา ญบุญอบ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลักขณา เหล่าเกียรติ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐ งามกุล มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
12. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วุฒิชัย แสงงาม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
13. อาจารย์ ดร.วรวิทย์ โกสลาทิพย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
14. อาจารย์ ดร.อรรณพ เขาวลิต มหาวิทยาลัยศิลปากร
15. อาจารย์ ดร.ณัฐ ฐานิพานิชกุล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
16. อาจารย์ ดร.นพรัตน์ สิทธิวงศ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
17. อาจารย์ ดร.ณัฐวุฒิ สุวรรณภูมิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
18. อาจารย์ ดร.ธิดารัตน์ วิชัยดิษฐ์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
19. อาจารย์ ดร.ฉัตรชัย พะวงษ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
20. อาจารย์ ดร.รัศมี แสงศิริมงคลยิ่ง มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

สารบัญ

	หน้า
บทบรรณาธิการ	ก
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ	ข
สารบัญ	ค

บทความวิจัย

- ON QUASI-PRIME ϕ -IDEALS IN ORDERED ϕ -AG-GROUPS
Pairote Yiarayong and Supanit Jaremsuk 1
- ผลของความเป็นกรดต่างเริ่มต้นต่อการผลิตไบโอไฮโดรเจนจากเปลือกสับปะรดโดยจุลินทรีย์ในมูลวัว
เขมณิจจารีย์ สารพันธ์ 13
- ปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพ
ในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จังหวัดสุพรรณบุรี
ธวัชชัย เลือเมือง สุภกรรณ จันทพงษ์ และ วรเดช ช้างแก้ว 24
- การศึกษาแบบจำลองพฤติกรรมกรไหลของอากาศผ่านทรงกระบอกตันแบบ 2 มิติ
ด้วยเทคนิคพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ
ธัญญ์พรณ์ ถาวรวรรณ 38
- แนวทางการจัดการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการ
*ประสิทธิ์ กมลพรมงคล ยุวดี รอดจากภัย บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์
และ อนามัย เทศกะทิก* 51
- ฤทธิ์ในการยับยั้งแอลฟาอะไมเลสและแอลฟาไกลูโคซิเดสของสารสกัดฝาง
ม้ากระทืบโรง และปลาไหลเผือก
พรชนก ชโลปกรณ์ และ พงศธร กล่อมสกุล 64
- การศึกษาปัจจัยที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของสาหร่ายบอลลและความสามารถในการบำบัด
ฟอสเฟตในน้ำเสียจากปลาตาย
ราเมศ จุ้ยจุลเจิม 75
- สภาพ ปัญหา ความต้องการจำเป็น และแนวทางในการสร้างรูปแบบ กีฬาบาสเกตบอลแนวใหม่
อดิเทพ ณ พัทลุง อนันต์ มลารัตน์ วาสนา คุณาอภิสิทธิ์ และ ธงชัย เจริญทรัพย์มณี 84

- การจัดการเส้นทางการกระจายวัคซีนไปยังโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล
โดยการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดด้วยวิธีการฝูงผึ้ง : กรณีศึกษาอำเภอวังโป่ง จังหวัด เพชรบูรณ์
อูไรวรรณ คำภูแสน รัฐพล สังคะสุข สุขุมล เจริญทอง และ ลักขณา ฤกษ์เกษม 95
- โครงการจัดสภาพแวดล้อมเพื่อความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว
พัทรา สืบศิริ มณฑล จันทรแจ่มใส อธิยานันท์ จิตรโรจนรักษ์ และ ปัญชา บุรณสิงห์ 103

บทความวิชาการ

- NAM PHI STEEL – THAI SUSTAINABLE QUALITY STEEL
Adul Phuk-in 120
- ภาคผนวก 129
- ขั้นตอนการดำเนินงานการจัดทำวารสารวิจัยราชภัฏพระนคร 130
- รายละเอียดการเตรียมบทความเสนอการตีพิมพ์ 132

ON QUASI-PRIME Γ -IDEALS IN ORDERED Γ -AG-GROUPOIDS

Pairote Yiarayong* and Supanit Jarernsuk

Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University,
Phitsanuloke 65000, Thailand

*Email: pairote0027@hotmail.com

ABSTRACT

The aim of this short note is to introduce the concepts of quasi prime and prime Γ -ideals in ordered Γ -AG-groupoids with left identity. These concepts are related to the concepts of prime and quasi-prime Γ -ideals, and play an important role in studying the structure of some ordered Γ -AG-groupoids, so it seems to be interesting to study them.

Keywords: ordered Γ -AG-groupoid, left (right) Γ -ideal, quasi-prime, prime

INTRODUCTION

Let S be a non empty set. If there exists a mapping $S \times S \rightarrow S$ written as (a, b) by ab then S is called an Abel-Grassmann's groupoid (AG-groupoid) if $ab \in S$ such that the following left invertive law holds for all $a, b, c \in S$;

$$(a\gamma b)\alpha c = (c\gamma b)\alpha a.$$

Naseeruddin (1970) introduced the notion of Abel-Grassmann's groupoids. The fundamentals of this non associative algebraic structure were first discovered by Kazim and Naseeruddin (1977). An AG-groupoid is a non-associative algebraic structure mid way between a groupoid and a commutative semigroup. This structure is closely related to a commutative semigroup because if an AG-groupoid contains a right identity, then it becomes a commutative monoid (Mushtaq & Yousuf, 1978). It is a mid structure between a groupoid and a commutative semigroup with wide range of applications in the theory of flocks (Naseeruddin, 1970). The Ideals in AG-groupoids have been discussed in (Mushtaq & Yousuf, 1978) and (Mushtaq & Yousuf, 1988). In 1981 the notion of Γ -semigroups was introduced by Sen (Sen & Saha, 1986). Let S and Γ be any non empty sets. If there exists a mapping $S \times \Gamma \times S \rightarrow S$ written as (a, γ, b) by $a\gamma b$ then S is called an Γ -Abel-Grassmann's groupoid (Γ -AG-groupoid) (Khan et al., 2010) if $a\gamma b \in S$ such that the following Γ -left invertive law holds for all $a, b, c \in S$ and $\gamma, \alpha \in \Gamma$;

$$(a\gamma b)\alpha c = (c\gamma b)\alpha a.$$

This structure is also known as left almost semigroup (LA-semigroup). The concept of an ordered AG-groupoid was first given by Faisal, Naveed Yaqoob and Kostaq Hila in (Faisal & Hila, 2012) which is in fact a generalization of an ordered semigroup. In this paper we characterize the ordered Γ -AG-groupoid. We study prime and quasi-prime Γ -ideals in ordered Γ -AG-groupoids with left identity.

METHODS

In this section we refer to (Faisal & Hila, 2012; Yiarayong, 2014) for some elementary aspects and quote few definitions and examples which are essential to this study. For more details we refer to the papers in the references.

Definition 2.1 (Faisal & Hila, 2012) Let S be a nonempty set, $\cdot$ a binary operation on S and $\leq$ a relation on S . $(S, \Gamma, \leq)$ is called an ordered Γ -AG-groupoid if $(S, \cdot)$ is a Γ -AG-groupoid, $(S, \leq)$ is a partially ordered set and for all $a, b, c \in S$, $a \leq b$ implies that $a\gamma c \leq b\gamma c$ and $c\gamma a \leq c\gamma b$, where $\gamma \in \Gamma$.

Definition 2.2. (Yiarayong, 2014) A nonempty subset A of an ordered Γ -AG-groupoid S is called a Γ -AG-subgroupoid of S if $A\Gamma A \subseteq A$.

Let $(S, \Gamma, \leq)$ be an ordered Γ -AG-groupoid. For $A \subseteq S$, let $(A] = \{x \in S : x \leq a \text{ for some } a \in A\}$. The following lemma are similar to the case of ordered Γ -AG-groupoids.

Lemma 2.3 (Yiarayong, 2014) Let $(S, \Gamma, \leq)$ be an ordered Γ -AG-groupoid with left identity and A, B subsets of S . The following statements hold:

- (1) If $A \subseteq B$, then $(A] \subseteq (B]$.
- (2) $(A]\Gamma(B] \subseteq (A\Gamma B]$.
- (3) $((A]\Gamma(B]) \subseteq (A\Gamma B]$.
- (4) $A \subseteq (A]$.
- (5) $((A]) = (A]$.

Proof. We leave the straightforward proof to the reader.

Definition 2.4 (Faisal & Hila, 2012) A nonempty subset A of an ordered Γ -AG-groupoid S is called a left Γ -ideal of S if $(A] \subseteq A$ and $S\Gamma A \subseteq A$ and is called a right Γ -ideal of S if $(A] \subseteq A$ and $A\Gamma S \subseteq A$. A nonempty subset A of S is called a Γ -ideal of S if A is both left and right Γ -ideal of S .

Lemma 2.5 (Yiarayong, 2014) Let $(S, \Gamma, \leq)$ be an ordered Γ -AG-groupoid with left identity. Then every right Γ -ideal of S is a left Γ -ideal of S .

Proof. We leave the straightforward proof to the reader.

Lemma 2.6 (Yiarayong, 2014) Let $(S, \Gamma, \leq)$ be an ordered Γ -AG-groupoid with left identity and $A \subseteq S$. Then $S\Gamma(S\Gamma A) = S\Gamma A$ and $S\Gamma(S\Gamma A] \subseteq (S\Gamma A]$.

Proof. We leave the straightforward proof to the reader.

Lemma 2.7 (Yiarayong, 2014) If $(S, \Gamma, \leq)$ is an ordered Γ -AG-groupoid with left identity and let $a \in S$, then $(S\Gamma a]$ a left Γ -ideal of S .

Proof. We leave the straightforward proof to the reader.

Lemma 2.8. (Yiarayong, 2014) Let $(S, \Gamma, \leq)$ be an ordered Γ -AG-groupoid with left identity and $a \in S$. Then $\langle a \rangle = (S\Gamma a]$.

Proof. We leave the straightforward proof to the reader.

Lemma 2.9. (Yiarayong, 2014) If $(S, \Gamma, \leq)$ is an ordered Γ -AG-groupoid with left identity and let $a \in S$, then $(S\Gamma a^2]$ a Γ -ideal of S .

Proof. We leave the straightforward proof to the reader.

RESULTS

Let $\{(S_i, \Gamma_i, \leq_i) : i \in I\}$ be a nonempty family of ordered Γ_i -AG-groupoids. We consider the cartesian product $\prod_{i \in I} S_i$. Define a mapping

$$\prod_{i \in I} S_i \times \prod_{i \in I} \Gamma_i \times \prod_{i \in I} S_i \rightarrow \prod_{i \in I} S_i$$

written as $((x_i)_{i \in I}, (\gamma_i)_{i \in I}, (y_i)_{i \in I}) \mapsto (x_i)_{i \in I} (\gamma_i)_{i \in I} (y_i)_{i \in I}$,

by $(x_i)_{i \in I} (\gamma_i)_{i \in I} (y_i)_{i \in I} = (x_i \gamma_i y_i)_{i \in I}$.

Then $\prod_{i \in I} S_i$ is a $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -AG-groupoid. Moreover, $\prod_{i \in I} S_i$ is an ordered $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -AG-groupoid with the relation $\leq$ defined by $(x_i)_{i \in I} \leq (y_i)_{i \in I} \Leftrightarrow x_i \leq_i y_i$, for all $i \in I$. We consider the cartesian product of $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -ideals.

Lemma 3.1 Let $\{(S_i, \Gamma_i, \leq_i) : i \in I\}$ be a nonempty family of ordered Γ_i -AG-groupoids.

If A_i is a Γ_i -ideal of S_i for each $i \in I$, then the set $\prod_{i \in I} A_i$ is a $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -ideal of $\prod_{i \in I} S_i$.

Proof. Since $A_i \neq \emptyset$, for all $i \in I$, we have $\prod_{i \in I} A_i \neq \emptyset$. By Lemma 2.3, we have

$$\left(\prod_{i \in I} A_i \right] = \prod_{i \in I} (A_i] = \prod_{i \in I} A_i.$$

$$\begin{aligned} \text{Then } \prod_{i \in I} A_i \prod_{i \in I} \Gamma_i \prod_{i \in I} S_i &= \prod_{i \in I} A_i \Gamma_i S_i \\ &= \prod_{i \in I} A_i \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{and } \prod_{i \in I} S_i \prod_{i \in I} \Gamma_i \prod_{i \in I} A_i &= \prod_{i \in I} S_i \Gamma_i A_i \\ &= \prod_{i \in I} A_i. \end{aligned}$$

Therefore $\prod_{i \in I} A_i$ is a $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -ideal of $\prod_{i \in I} S_i$.

Proposition 3.2. If $(S_i, \Gamma_i, \leq_i)$ is an ordered Γ_i -AG-groupoid with left identity and

$(a_i)_{i \in I} \in \prod_{i \in I} S_i$, then $\left((a_i)_{i \in I} \cup \prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right)$ is a left $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -ideal of $\prod_{i \in I} S_i$.

Proof. Assume that $(S_i, \Gamma_i, \leq_i)$ is an ordered Γ_i -AG-groupoid with left identity. By Lemma 2.3,

we have $\left((a_i)_{i \in I} \cup \prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) = \left(\left((a_i)_{i \in I} \cup \prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \right)$. Then

$$\begin{aligned} \prod_{i \in I} S_i \prod_{i \in I} \Gamma_i \left((a_i)_{i \in I} \cup \prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) &\subseteq \left(\prod_{i \in I} S_i \prod_{i \in I} \Gamma_i \left((a_i)_{i \in I} \cup \prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \right) \\ &= \left(\prod_{i \in I} S_i \prod_{i \in I} \Gamma_i (a_i)_{i \in I} \cup \prod_{i \in I} S_i \prod_{i \in I} \Gamma_i \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \right) \\ &= \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \cup \prod_{i \in I} S_i \Gamma_i (S_i \Gamma_i a_i) \right) \\ &= \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \cup \prod_{i \in I} (S_i \Gamma_i S_i) \Gamma_i (S_i \Gamma_i a_i) \right) \\ &= \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \cup \prod_{i \in I} (a_i \Gamma_i S_i) \Gamma_i (S_i \Gamma_i S_i) \right) \\ &= \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \cup \prod_{i \in I} (a_i \Gamma_i S_i) \Gamma_i S_i \right) \\ &= \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \cup \prod_{i \in I} (S_i \Gamma_i S_i) \Gamma_i a_i \right) \\ &= \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \cup \prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \\ &= \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \\ &\subseteq \left((a_i)_{i \in I} \cup \prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right). \end{aligned}$$

Therefore $\left((a_i)_{i \in I} \cup \prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right)$ is a left $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -ideal of $\prod_{i \in I} S_i$.

Proposition 3.3. If $(S_i, \Gamma_i, \leq_i)$ is an ordered Γ_i -AG-groupoid with left identity and $(a_i)_{i \in I} \in \prod_{i \in I} S_i$, then $\left(\left(\prod_{i \in I} a_i \Gamma_i S_i \right) \cup \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \right)$ is a $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -ideal of $\prod_{i \in I} S_i$.

Proof. Assume that $(S_i, \Gamma_i, \leq_i)$ is an ordered Γ_i -AG-groupoid with left identity. By Lemma 2.3,

we have $\left(\left(\prod_{i \in I} a_i \Gamma_i S_i \right) \cup \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \right) = \left(\left(\left(\prod_{i \in I} a_i \Gamma_i S_i \right) \cup \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \right) \right)$. Then

$$\begin{aligned} \left(\left(\prod_{i \in I} a_i \Gamma_i S_i \right) \cup \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \right) \prod_{i \in I} \Gamma_i \prod_{i \in I} S_i &\subseteq \left[\left(\prod_{i \in I} a_i \Gamma_i S_i \right) \prod_{i \in I} \Gamma_i \prod_{i \in I} S_i \cup \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \prod_{i \in I} \Gamma_i \prod_{i \in I} S_i \right] \\ &= \left[\left(\prod_{i \in I} (a_i \Gamma_i S_i) \Gamma_i S_i \right) \cup \left(\prod_{i \in I} (S_i \Gamma_i a_i) \Gamma_i S_i \right) \right] \\ &= \left[\left(\prod_{i \in I} (S_i \Gamma_i S_i) \Gamma_i a_i \right) \cup \left(\prod_{i \in I} (S_i \Gamma_i a_i) \Gamma_i (S_i \Gamma_i S_i) \right) \right] \\ &= \left[\left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \cup \left(\prod_{i \in I} (S_i \Gamma_i S_i) \Gamma_i (a_i \Gamma_i S_i) \right) \right] \\ &= \left[\left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \cup \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i (a_i \Gamma_i S_i) \right) \right] \\ &= \left[\left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \cup \left(\prod_{i \in I} a_i \Gamma_i (S_i \Gamma_i S_i) \right) \right] \\ &= \left[\left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \cup \left(\prod_{i \in I} a_i \Gamma_i S_i \right) \right] \\ &= \left[\left(\prod_{i \in I} a_i \Gamma_i S_i \right) \cup \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \right]. \end{aligned}$$

Therefore $\left(\left(\prod_{i \in I} a_i \Gamma_i S_i \right) \cup \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \right)$ is a right $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -ideal of $\prod_{i \in I} S_i$. By Lemma 2.5, we have $\left(\left(\prod_{i \in I} a_i \Gamma_i S_i \right) \cup \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \right)$ is a $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -ideal of $\prod_{i \in I} S_i$.

Lemma 3.4. If $(S_i, \Gamma_i, \leq_i)$ is an ordered Γ_i -AG-groupoid with left identity and $(a_i)_{i \in I} \in \prod_{i \in I} S_i$, then $\left((a_i)_{i \in I} \cup \left(\prod_{i \in I} a_i \Gamma_i S_i \right) \cup \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \right)$ is a $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -ideal of $\prod_{i \in I} S_i$.

Proof. Assume that $(S_i, \Gamma_i, \leq_i)$ is an ordered Γ_i -AG-groupoid with left identity. By Lemma 2.3, we have

$$\left((a_i)_{i \in I} \cup \left(\prod_{i \in I} a_i \Gamma_i S_i \right) \cup \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \right) = \left(\left((a_i)_{i \in I} \cup \left(\prod_{i \in I} a_i \Gamma_i S_i \right) \cup \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \right) \right).$$

Then

$$\begin{aligned} \left[\begin{array}{c} (a_i)_{i \in I} \cup \\ \left(\prod_{i \in I} a_i \Gamma_i S_i \right) \cup \\ \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \end{array} \right] \prod_{i \in I} \Gamma_i \prod_{i \in I} S_i &\subseteq \left[\begin{array}{c} \left((a_i)_{i \in I} \prod_{i \in I} \Gamma_i \prod_{i \in I} S_i \right) \cup \left(\prod_{i \in I} a_i \Gamma_i S_i \right) \prod_{i \in I} \Gamma_i \prod_{i \in I} S_i \cup \\ \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \prod_{i \in I} \Gamma_i \prod_{i \in I} S_i \end{array} \right] \\ &= \left[\begin{array}{c} \left(\prod_{i \in I} a_i \Gamma_i S_i \right) \cup \left(\prod_{i \in I} (a_i \Gamma_i S_i) \Gamma_i S_i \right) \cup \\ \left(\prod_{i \in I} (S_i \Gamma_i a_i) \Gamma_i S_i \right) \end{array} \right] \\ &= \left[\begin{array}{c} \left(\prod_{i \in I} a_i \Gamma_i S_i \right) \cup \left(\prod_{i \in I} (S_i \Gamma_i S_i) \Gamma_i a_i \right) \cup \\ \left(\prod_{i \in I} (S_i \Gamma_i a_i) \Gamma_i (S_i \Gamma_i S_i) \right) \end{array} \right] \\ &= \left[\begin{array}{c} \left(\prod_{i \in I} a_i \Gamma_i S_i \right) \cup \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \cup \\ \left(\prod_{i \in I} (S_i \Gamma_i S_i) \Gamma_i (a_i \Gamma_i S_i) \right) \end{array} \right] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \left[\left(\prod_{i \in I} a_i \Gamma_i S_i \right) \cup \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \cup \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i (a_i \Gamma_i S_i) \right) \right] \\
 &= \left[\left(\prod_{i \in I} a_i \Gamma_i S_i \right) \cup \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \cup \left(\prod_{i \in I} a_i \Gamma_i (S_i \Gamma_i S_i) \right) \right] \\
 &= \left[\left(\prod_{i \in I} a_i \Gamma_i S_i \right) \cup \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \cup \left(\prod_{i \in I} a_i \Gamma_i S_i \right) \right] \\
 &= \left[\left(\prod_{i \in I} a_i \Gamma_i S_i \right) \cup \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \right] \\
 &\subseteq \left[(a_i)_{i \in I} \cup \left(\prod_{i \in I} a_i \Gamma_i S_i \right) \cup \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \right].
 \end{aligned}$$

Therefore $\left[(a_i)_{i \in I} \cup \left(\prod_{i \in I} a_i \Gamma_i S_i \right) \cup \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \right]$ is a right $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -ideal of $\prod_{i \in I} S_i$. By

Proposition 3.3, we have $\left[(a_i)_{i \in I} \cup \left(\prod_{i \in I} a_i \Gamma_i S_i \right) \cup \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \right]$ is a $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -ideal of $\prod_{i \in I} S_i$.

CONCLUSIONS AND DISCUSSIONS

We consider the product of prime $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -ideals in ordered $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -AG-groupoids.

Definition 4.1. Let $\prod_{i \in I} S_i$ be an ordered $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -AG-groupoid. A $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -ideal $\prod_{i \in I} P_i$ of $\prod_{i \in I} S_i$ is called prime if for every $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -ideals $\prod_{i \in I} A_i, \prod_{i \in I} B_i$ of $\prod_{i \in I} S_i$ such that $\prod_{i \in I} A_i \prod_{i \in I} \Gamma_i \prod_{i \in I} B_i \subseteq \prod_{i \in I} P_i$, we have $\prod_{i \in I} A_i \subseteq \prod_{i \in I} P_i$, or $\prod_{i \in I} B_i \subseteq \prod_{i \in I} P_i$.

Definition 4.2. Let $\prod_{i \in I} S_i$ be an ordered $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -AG-groupoid. A left $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -ideal $\prod_{i \in I} P_i$ of $\prod_{i \in I} S_i$ is called quasi-prime if for every left $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -ideals $\prod_{i \in I} A_i, \prod_{i \in I} B_i$ of $\prod_{i \in I} S_i$ such that $\prod_{i \in I} A_i \prod_{i \in I} \Gamma_i \prod_{i \in I} B_i \subseteq \prod_{i \in I} P_i$, we have $\prod_{i \in I} A_i \subseteq \prod_{i \in I} P_i$, or $\prod_{i \in I} B_i \subseteq \prod_{i \in I} P_i$.

Remark It is easy to see that every quasi- $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -prime ideal is $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -prime.

Theorem 4.3. Let $(S_i, \Gamma_i, \leq_i)$ be an ordered Γ_i -AG-groupoid with left identity and let P_i be a Γ_i -ideal of S_i . Then a $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -ideal $\prod_{i \in I} P_i$ of $\prod_{i \in I} S_i$ is quasi-prime if and only if $\prod_{i \in I} (a_i \Gamma_i (S_i \Gamma_i b_i)) \subseteq \prod_{i \in I} P_i$ implies that $(a_i)_{i \in I} \in \prod_{i \in I} P_i$ or $(b_i)_{i \in I} \in \prod_{i \in I} P_i$, where $(a_i)_{i \in I}, (b_i)_{i \in I} \in \prod_{i \in I} S_i$.

Proof. $\Rightarrow$ Assume that $(S_i, \Gamma_i, \leq_i)$ is an ordered Γ_i -AG-groupoid with left identity. Then

$$\begin{aligned}
 (a_i)_{i \in I} (\gamma_i)_{i \in I} (b_i)_{i \in I} &\in \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \left(\prod_{i \in I} \Gamma_i \right) \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i b_i \right) = \left(\prod_{i \in I} (S_i \Gamma_i a_i) \Gamma_i (S_i \Gamma_i b_i) \right) \\
 &= \left(\prod_{i \in I} ((S_i \Gamma_i b_i) \Gamma_i a_i) \Gamma_i S_i \right) \\
 &= \left(\prod_{i \in I} ((S_i \Gamma_i b_i) \Gamma_i a_i) \Gamma_i (S_i \Gamma_i S_i) \right) \\
 &= \left(\prod_{i \in I} (S_i \Gamma_i S_i) \Gamma_i (a_i \Gamma_i (S_i \Gamma_i b_i)) \right) \\
 &= \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i (a_i \Gamma_i (S_i \Gamma_i b_i)) \right) \\
 &= \left(\prod_{i \in I} S_i \right) \left(\prod_{i \in I} \Gamma_i \right) \left(\prod_{i \in I} (a_i \Gamma_i (S_i \Gamma_i b_i)) \right) \\
 &\subseteq \left(\prod_{i \in I} S_i \right) \left(\prod_{i \in I} \Gamma_i \right) \left(\prod_{i \in I} P_i \right) \\
 &\subseteq \prod_{i \in I} P_i.
 \end{aligned}$$

By Lemma 2.8, we have $(a_i)_{i \in I} \in \prod_{i \in I} P_i$ or $(b_i)_{i \in I} \in \prod_{i \in I} P_i$.

$\Leftarrow$ We leave the straightforward proof to the reader.

Lemma 4.4 Let $(S_i, \Gamma_i, \leq_i)$ be an ordered Γ_i -AG-groupoid with left identity. Then a $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -ideal $\prod_{i \in I} P_i$ of $\prod_{i \in I} P_i$ is quasi-prime if and only if $(a_i)_{i \in I} (\gamma_i)_{i \in I} (b_i)_{i \in I} \in \prod_{i \in I} P_i$ implies that $(a_i)_{i \in I} \in \prod_{i \in I} P_i$ or $(b_i)_{i \in I} \in \prod_{i \in I} P_i$, where $(a_i)_{i \in I}, (b_i)_{i \in I} \in \prod_{i \in I} S_i$.

Proof. $\Rightarrow$ Assume that $(S_i, \Gamma_i, \leq_i)$ is an ordered Γ_i -AG-groupoid with left identity. Then by hypothesis, $(a_i \gamma_i b_i)_{i \in I} = (a_i)_{i \in I} (\gamma_i)_{i \in I} (b_i)_{i \in I} \in \prod_{i \in I} P_i$, for any $(a_i)_{i \in I}$, $(b_i)_{i \in I} \in \prod_{i \in I} S_i$ and $(\gamma_i)_{i \in I} \in \prod_{i \in I} \Gamma_i$. Then

$$\begin{aligned}
 & \left[(a_i)_{i \in I} \cup \prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right] \prod_{i \in I} \Gamma_i \left[(b_i)_{i \in I} \cup \prod_{i \in I} S_i \Gamma_i b_i \right] \subseteq \left[\left((a_i)_{i \in I} \cup \prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \right. \\
 & \quad \left. \prod_{i \in I} \Gamma_i \left((b_i)_{i \in I} \cup \prod_{i \in I} S_i \Gamma_i b_i \right) \right] \\
 & = \left[\left((a_i)_{i \in I} \prod_{i \in I} \Gamma_i \left((b_i)_{i \in I} \cup \prod_{i \in I} S_i \Gamma_i b_i \right) \right) \cup \right. \\
 & \quad \left. \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \prod_{i \in I} \Gamma_i \left((b_i)_{i \in I} \cup \prod_{i \in I} S_i \Gamma_i b_i \right) \right] \\
 & = \left[\left((a_i)_{i \in I} \prod_{i \in I} \Gamma_i (b_i)_{i \in I} \cup \right. \right. \\
 & \quad \left. \left((a_i)_{i \in I} \prod_{i \in I} \Gamma_i \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i b_i \right) \cup \right. \right. \\
 & \quad \left. \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \prod_{i \in I} \Gamma_i (b_i)_{i \in I} \cup \right. \\
 & \quad \left. \left. \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \prod_{i \in I} \Gamma_i \left(\prod_{i \in I} S_i \Gamma_i b_i \right) \right) \right] \\
 & = \left[\left((a_i \gamma_i b_i)_{i \in I} \cup \prod_{i \in I} a_i \Gamma_i (S_i \Gamma_i b_i) \cup \right. \right. \\
 & \quad \left. \left. \prod_{i \in I} (S_i \Gamma_i a_i) \Gamma_i b_i \cup \prod_{i \in I} (S_i \Gamma_i a_i) \Gamma_i (S_i \Gamma_i b_i) \right) \right] \\
 & \subseteq \left[\left(\prod_{i \in I} P_i \cup \prod_{i \in I} S_i \Gamma_i (a_i \Gamma_i b_i) \cup \prod_{i \in I} (b_i \Gamma_i a_i) \Gamma_i S_i \cup \right. \right. \\
 & \quad \left. \left. \prod_{i \in I} S_i \Gamma_i ((S_i \Gamma_i a_i) \Gamma_i b_i) \right) \right] \\
 & = \left[\left(\prod_{i \in I} P_i \cup \prod_{i \in I} S_i \prod_{i \in I} \Gamma_i (a_i \gamma_i b_i)_{i \in I} \cup \prod_{i \in I} (b_i \Gamma_i a_i) \Gamma_i (S_i \Gamma_i S_i) \cup \right. \right. \\
 & \quad \left. \left. \prod_{i \in I} (b_i \Gamma_i a_i) \Gamma_i (S_i \Gamma_i S_i) \right) \right] \\
 & = \left[\left(\prod_{i \in I} P_i \cup \prod_{i \in I} S_i \prod_{i \in I} \Gamma_i \prod_{i \in I} P_i \cup \prod_{i \in I} (S_i \Gamma_i S_i) \Gamma_i (a_i \Gamma_i b_i) \cup \right. \right. \\
 & \quad \left. \left. \prod_{i \in I} (S_i \Gamma_i S_i) \Gamma_i (a_i \Gamma_i b_i) \right) \right] \\
 & \subseteq \left[\left(\prod_{i \in I} P_i \cup \prod_{i \in I} P_i \cup \prod_{i \in I} S_i \Gamma_i (a_i \Gamma_i b_i) \right) \right]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \left(\prod_{i \in I} P_i \cup \prod_{i \in I} S_i \prod_{i \in I} \Gamma_i (a_i \gamma_i b_i)_{i \in I} \right) \\
 &\subseteq \left(\prod_{i \in I} P_i \cup \prod_{i \in I} S_i \prod_{i \in I} \Gamma_i \prod_{i \in I} P_i \right) \\
 &\subseteq \left(\prod_{i \in I} P_i \cup \prod_{i \in I} P_i \right) \\
 &= \left(\prod_{i \in I} P_i \right) \\
 &= \prod_{i \in I} P_i.
 \end{aligned}$$

By hypothesis, $\left((a_i)_{i \in I} \cup \prod_{i \in I} S_i \Gamma_i a_i \right) \subseteq \prod_{i \in I} P_i$ or $\left((b_i)_{i \in I} \cup \prod_{i \in I} S_i \Gamma_i b_i \right) \subseteq \prod_{i \in I} P_i$ and so that $(a_i)_{i \in I} \in \prod_{i \in I} P_i$ or $(b_i)_{i \in I} \in \prod_{i \in I} P_i$.

$\Leftarrow$ We leave the straightforward proof to the reader.

Theorem 4.5. Let $(S_i, \Gamma_i, \leq_i)$ be an ordered Γ_i -AG-groupoid with left identity. Then a

$\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -ideal $\prod_{i \in I} P_i$ of $\prod_{i \in I} S_i$ is prime if and only if $(a_i^2)_{i \in I} (\gamma_i)_{i \in I} (b_i^2)_{i \in I} \in \prod_{i \in I} P_i$ implies that $(a_i^2)_{i \in I} \in \prod_{i \in I} P_i$ or $(b_i^2)_{i \in I} \in \prod_{i \in I} P_i$, where $(a_i)_{i \in I}, (b_i)_{i \in I} \in \prod_{i \in I} S_i$.

Proof. We leave the straightforward proof to the reader.

Theorem 4.6. Let $(S_i, \Gamma_i, \leq_i)$ be an ordered Γ_i -AG-groupoid with left identity and

let $\prod_{i \in I} P_i$ be a $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -ideal of $\prod_{i \in I} S_i$. Then $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -ideal $\prod_{i \in I} P_i$ of $\prod_{i \in I} S_i$ is prime if and only if $\prod_{i \in I} (a_i^2 \Gamma_i (S_i \Gamma_i b_i^2)) \subseteq \prod_{i \in I} P_i$ implies that $(a_i^2)_{i \in I} \in \prod_{i \in I} P_i$ or $(b_i^2)_{i \in I} \in \prod_{i \in I} P_i$, where $(a_i)_{i \in I}, (b_i)_{i \in I} \in \prod_{i \in I} S_i$.

Proof. We leave the straightforward proof to the reader.

Definition 4.7. An ordered $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -AG-groupoid $\prod_{i \in I} S_i$ is called ordered $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -AG-3-band if its every element satisfies

$$(a_i)_{i \in I} (\gamma_i)_{i \in I} ((a_i)_{i \in I} (\alpha_i)_{i \in I} (a_i)_{i \in I}) = ((a_i)_{i \in I} (\gamma_i)_{i \in I} (a_i)_{i \in I}) (\alpha_i)_{i \in I} (a_i)_{i \in I} = (a_i)_{i \in I}.$$

Proposition 4.8. Every left identity in an ordered $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -AG-3-band is a right identity.

Proof. Let $(e_i)_{i \in I}$ be a left identity and let $(a_i)_{i \in I}$ be any element in an ordered $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -AG-3-band S . Then

$$\begin{aligned} (a_i)_{i \in I} (\gamma_i)_{i \in I} (e_i)_{i \in I} &= ((a_i)_{i \in I} (\beta_i)_{i \in I} ((a_i)_{i \in I} (\alpha_i)_{i \in I} (a_i)_{i \in I})) (\gamma_i)_{i \in I} (e_i)_{i \in I} \\ &= ((e_i)_{i \in I} (\beta_i)_{i \in I} ((a_i)_{i \in I} (\alpha_i)_{i \in I} (a_i)_{i \in I})) (\gamma_i)_{i \in I} (a_i)_{i \in I} \\ &= ((a_i)_{i \in I} (\alpha_i)_{i \in I} (a_i)_{i \in I}) (\gamma_i)_{i \in I} (a_i)_{i \in I} \\ &= (a_i)_{i \in I} \end{aligned}$$

for all $(a_i)_{i \in I} \in \prod_{i \in I} S_i$ and $(\gamma_i)_{i \in I}, (\alpha_i)_{i \in I}, (\beta_i)_{i \in I} \in \prod_{i \in I} \Gamma_i$. Hence $(e_i)_{i \in I}$ is right identity.

Lemma 4.9. If an ordered $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -AG-band S has a left identity, then every left $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -ideal is a $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -ideal.

Proof. Let $\prod_{i \in I} S_i$ be an ordered $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -AG-3-band, and let $\prod_{i \in I} A_i$ be a left $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -ideal. Then

$$\begin{aligned} (a_i)_{i \in I} (\gamma_i)_{i \in I} (s_i)_{i \in I} &= (((a_i)_{i \in I} (\alpha_i)_{i \in I} (a_i)_{i \in I}) (\beta_i)_{i \in I} (a_i)_{i \in I}) (\gamma_i)_{i \in I} (s_i)_{i \in I} \\ &= ((s_i)_{i \in I} (\beta_i)_{i \in I} (a_i)_{i \in I}) (\gamma_i)_{i \in I} ((a_i)_{i \in I} (\alpha_i)_{i \in I} (a_i)_{i \in I}) \\ &\in \left(\prod_{i \in I} S_i \prod_{i \in I} \Gamma_i \prod_{i \in I} A_i \right) \prod_{i \in I} \Gamma_i \left(\prod_{i \in I} A_i \prod_{i \in I} \Gamma_i \prod_{i \in I} A_i \right) \\ &= \prod_{i \in I} A_i \prod_{i \in I} \Gamma_i \prod_{i \in I} A_i \\ &\subseteq \prod_{i \in I} A_i \end{aligned}$$

for all $(\gamma_i)_{i \in I}, (\alpha_i)_{i \in I}, (\beta_i)_{i \in I} \in \prod_{i \in I} \Gamma_i$, $(a_i)_{i \in I} \in \prod_{i \in I} A_i$ and $(s_i)_{i \in I} \in \prod_{i \in I} S_i$. Hence $\prod_{i \in I} A_i$ is a $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -ideal.

Theorem 4.10. Let $\prod_{i \in I} S_i$ be an ordered $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -AG-3-band with left identity. Then $\prod_{i \in I} P_i$ is a quasi-prime $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -ideal in $\prod_{i \in I} S_i$ if and only if $\prod_{i \in I} P_i$ is a prime $\prod_{i \in I} \Gamma_i$ -ideal in $\prod_{i \in I} S_i$.

Proof. We leave the straightforward proof to the reader.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors are very grateful to the anonymous referee for stimulating comments and improving presentation of the paper.

REFERENCES

- Faisal, N. & Hila, K. (2012). On fuzzy (2,2)-regular ordered Γ -AG**-groupoids. **Series A Applied Mathematics and Physics**. 74(2), 87-104.
- Kazim, M.A. & Naseeruddin, M. (1977). On almost semigroups. **Portugaliae mathematica**. 2, 1-7.
- Mushtaq, Q. & Yousuf, S.M. (1978). On LA-semigroups. **The Aligarh Bulletin of Mathematics**. 8, 65-70.
- Naseeruddin, M. (1970). **Some studies in almost semigroups and flocks**. Ph.D. thesis: Aligarh Muslim University: Aligarh: India.
- Sen, M.K. & Saha, N.K. (1986). On Γ -semigroups I. **Bulletin of Calcutta Mathematical Society**. 78, 180-186.
- Yiarayong, P. (2014). On m-systems and weak m-systems in ordered Γ -AG-groupoids. **Proceedings of the Jangjeon mathematical society**. 17(2), 237-246.

บทความวิจัย

ผลของความเป็นกรดต่างเริ่มต้นต่อการผลิตไบโอไฮโดรเจนจากเปลือกสับปะรด
โดยจุลินทรีย์ในมูลวัว

**EFFECT OF INITIAL pH ON BIOHYDROGEN PRODUCTION FROM
PINEAPPLE PEEL BY MICROBIAL CONSORTIUM IN COW DUNG**

เขมณิจจารีย์ สาริพันธ์

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

Khamanitjaree Saripan

Program of Environmental Science, Faculty of Science and Technology, Thepsatri Rajabhat University

E-mail: fangkum.a@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นกรดต่างเริ่มต้นที่เหมาะสมต่อการผลิตไบโอไฮโดรเจนจากเปลือกสับปะรดโดยจุลินทรีย์จากมูลวัว การทดลองทำการเติมหัวเชื้อจากมูลวัว อาหารเสริม น้ำป่นจากเปลือกสับปะรด และปรับค่าความเป็นกรดต่างเริ่มต้นเป็น 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 และ 8.0 ตามลำดับ ทำการหมักภายใต้สภาวะไร้อากาศบ่มที่อุณหภูมิห้อง (30-35 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 168 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่าค่าความเป็นกรดต่างเริ่มต้นมีผลต่อการผลิตไฮโดรเจน โดยค่าความเป็นกรดต่างเริ่มต้นที่ 5.5 มีความเหมาะสมสำหรับใช้ผลิตไฮโดรเจนจากน้ำป่นเปลือกสับปะรด เนื่องจากให้ค่าผลได้ของก๊าซไฮโดรเจนสูงที่สุดเท่ากับ 2.60 ± 0.01 โมลไฮโดรเจนต่อโมลน้ำตาล ในระหว่างกระบวนการหมักไฮโดรเจนระบบมีการใช้น้ำตาลไป 96-98% และสร้างกรดไขมันระเหยง่ายขึ้น โดยพบว่าค่ากรดไขมันระเหยที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความเป็นกรดต่างลดลงแล้วมีผลยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ผลิตไฮโดรเจน ทำให้จุลินทรีย์ที่ผลิตไฮโดรเจนสามารถผลิตไฮโดรเจนได้น้อยลง

คำสำคัญ: ไฮโดรเจน ความเป็นกรดต่าง เปลือกสับปะรด มูลวัว

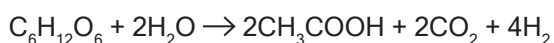
ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the optimum initial pH on biohydrogen production from pineapple peel by microbial consortium in cow dung. The experiments by adding cow dung inoculum, supplement medium into homogenized pineapple peel and adjusted to pH 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 6.5, 7.0, 7.5 and 8.0. The samples were then incubated at room temperature (30-35°C) under anaerobic condition for 168 h. The result showed that the initial pH effected hydrogen production. The optimum initial pH to produce hydrogen from pineapple peel was 5.5 which gave maximum hydrogen yield of 2.60 ± 0.01 mol H_2 /mol sugar. During the hydrogen fermentation, microbials in cow dung fermented sugar about 96-98% and created volatile fatty acid in fermentation broth leading to an decrease of pH. The activity of hydrogen producer fell to produce hydrogen.

Keywords: hydrogen, initial pH, pineapple peel, cow dung

บทนำ

ในปัจจุบันการศึกษาการผลิตไฮโดรเจนกำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากไฮโดรเจนเป็นพลังงานสะอาด เมื่อเกิดการเผาไหม้จะเกิดเป็นน้ำและไฮโดรเจน และยังให้พลังงานที่สูงถึง 33.3-39.4 kWh/kg เมื่อเปรียบเทียบกับพลังงานอื่น (Edwards et al., 2008) ไฮโดรเจนเป็นพลังงานทางเลือกที่สามารถใช้ทดแทนพลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิลได้ดีสามารถผลิตได้หลากหลายวิธี ได้แก่ กระบวนการผลิตก๊าซไฮโดรเจนโดยใช้อุณหภูมิสูง (thermo processes) กระบวนการผลิตก๊าซไฮโดรเจนโดยใช้ไฟฟ้าเคมี (electrochemical processes) และกระบวนการผลิตก๊าซไฮโดรเจนโดยวิธีทางชีวภาพ (biological processes) เป็นต้น กระบวนการในการผลิตไฮโดรเจนโดยวิธีทางชีวภาพแบบไม่ใช้แสง (dark fermentation) เกิดขึ้นโดยการย่อยสลายสารอินทรีย์ภายใต้สภาวะไร้อากาศโดยการทำงานของจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้อากาศ ซึ่งจะทำให้เกิดกรดอินทรีย์และไฮโดรเจนขึ้นดังสมการ (Ghimire et al., 2015)



การผลิตก๊าซไฮโดรเจนโดยวิธีทางชีวภาพแบบไม่ใช้แสงเป็นวิธีการผลิตที่น่าสนใจเนื่องจากเป็นกระบวนการที่มีข้อดีหลายประการได้แก่ วิธีการผลิตไม่ซับซ้อน ใช้ต้นทุนในการผลิตต่ำ ระบบการหมักง่ายต่อการควบคุม และสามารถใช้สารตั้งต้นได้หลากหลาย (Ramos et al., 2012; La Licata et al., 2011; Fangkum & Reungsang, 2011)

มูลวัวเป็นแหล่งของจุลินทรีย์กลุ่มผสมที่สามารถผลิตไฮโดรเจนได้โดย Fan et al. (2003) พบว่ามูลวัวที่ผ่านการปรับสภาพด้วยความร้อนสามารถเปลี่ยนน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์ให้เป็นก๊าซไฮโดรเจนได้นอกจากนี้ Girija et al. (2013) ยังพบว่ามีจุลินทรีย์กลุ่ม *Clostridium* sp. ในมูลซึ่งจุลินทรีย์กลุ่มนี้มีความสามารถในการผลิตก๊าซไฮโดรเจนได้ (Girija et al., 2013)

เปลือกสับปะรดเป็นส่วนที่เหลือจากการรับประทานเนื้อสับปะรด โดยพบว่ามีส่วนที่เป็นเศษสับปะรดเหลือทิ้งประมาณร้อยละ 35 ของผลสับปะรด (Siti Roha et al., 2012) ซึ่งเศษเหลือทิ้งเหล่านี้จะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นทุกปีโดยเฉพาะในช่วงเดือนเมษายนถึงมิถุนายนและเดือนพฤศจิกายนถึงมกราคม (Phojan, 2015) เปลือกสับปะรดเป็นของเสียเหลือทิ้งที่มีน้ำตาลและเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตไฮโดรเจนได้ง่าย การผลิตไฮโดรเจนโดยวิธีการทางชีวภาพมีปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ ค่าความเป็นกรดต่างเริ่มต้น ซึ่งค่า pH เริ่มต้นที่เหมาะสมในการผลิตไฮโดรเจนจะแตกต่างกันตามชนิดของจุลินทรีย์และสารตั้งต้นที่ใช้ในการผลิตไฮโดรเจน เนื่องจากค่า pH เริ่มต้นมีผลต่อกิจกรรมของเอนไซม์ไฮโดรจีเนสและวิธีการผลิตไฮโดรเจนโดยจุลินทรีย์ (Ramos et al., 2012) จึงทำให้การผลิตไฮโดรเจนที่ค่า pH เริ่มต้นที่ต่างกันมีผลได้ของไฮโดรเจนที่ต่างกัน จากการศึกษาของ Saraphirom & Reungsang (2010) รายงานว่าค่า pH เริ่มต้นที่เหมาะสมในการผลิตไฮโดรเจนจากน้ำข้าวฟ่างหวานโดยจุลินทรีย์ในระบบ Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) เท่ากับ 4.75 ให้ผลได้ของก๊าซไฮโดรเจนเท่ากับ $2.22 \text{ mol H}_2/\text{mol sugar}$ ส่วนการศึกษาของ Lee et al. (2002) พบว่าค่า pH ที่เหมาะสมในการผลิตไฮโดรเจนจากน้ำตาลซูโครสเท่ากับ 9.0 และงานวิจัยของ Fangkum & Reungsang (2011) พบว่า ค่า pH เริ่มต้นที่เหมาะสมในการผลิตไฮโดรเจนจากไฮโดรไลเสทชานอ้อยโดยกลุ่มจุลินทรีย์ในมูลช้างเท่ากับ 6.5 ให้ผลได้ของก๊าซไฮโดรเจนเท่ากับ $0.84 \text{ mol H}_2/\text{mol sugar}$ จากผลการทดลองของงานวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นได้ว่า ค่า pH เริ่มต้นที่เหมาะสมในการผลิตไฮโดรเจนจากสารตั้งต้นแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีความสนใจที่จะศึกษาค่า pH ที่เหมาะสมต่อการผลิตก๊าซไฮโดรเจนจากเปลือกสับปะรดโดยกลุ่มจุลินทรีย์ในมูลวัว ซึ่งนอกจากจะได้พลังงานไฮโดรเจนที่เป็นพลังงานสะอาดแล้วยังช่วยลดปัญหาจากขยะอินทรีย์ที่มาจากสับปะรดได้อีกทางหนึ่งด้วย

วิธีการ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่ใช้ในงานวิจัยการเตรียมวัตถุดิบ การเตรียมวัตถุดิบตั้งต้น การเตรียมเชื้อจุลินทรีย์ การเตรียมอาหารเสริม การทดลองเพื่อผลิตก๊าซไฮโดรเจนและการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

- วัตถุดิบที่ใช้ในงานวิจัย

- 1) จุลินทรีย์จากมูลวัว (cow dung microbial) ทำการเก็บมูลวัวจากบ้านเลขที่ 58 หมู่ที่ 6 ตำบลจี้วราย อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี โดยทำการเก็บในคอกเดียวกันหรือกองมูลเดียวกัน
- 2) เปลือกสับปะรดพันธุ์ศรีราชา เก็บมาจากร้านขายผลไม้ในตลาดบนเมือง อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี แล้วนำมาทำการคัดแยกเอาส่วนใบและก้านออกให้เหลือเฉพาะเปลือกเพื่อนำไปใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตไบโอไฮโดรเจน

- การเตรียมวัตถุดิบตั้งต้น

การเตรียมน้ำปั่นเปลือกสับปะรดพันธุ์ศรีราชา ทำโดยหั่นเปลือกสับปะรดเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำไปปั่นให้ละเอียดโดยผสมกับน้ำประปาในอัตราส่วน เปลือกสับปะรด 1 kg ต่อน้ำ 2 L ทำการปั่นให้ละเอียดโดยใช้เครื่องปั่นผลไม้ยี่ห้อ Philips เป็นเวลา 2 min นำน้ำปั่นเปลือกสับปะรดที่ได้ปั่นแล้วไปใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตไบโอไฮโดรเจน

- การเตรียมหัวเชื้อจุลินทรีย์

นำมูลวัวซึ่งมีจุลินทรีย์อยู่หลากหลายชนิดมาทำการปรับสภาพโดยการอบด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 25 min เพื่อยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มที่ผลิตมีเทน เมื่อทำการปรับสภาพเชื้อแล้วให้ทำการเตรียมหัวเชื้อจุลินทรีย์โดยเติมมูลวัวที่ผ่านการปรับสภาพแล้วลงในขวดดูแรนขนาด 500 mL (50% v/v) โดยมีกลูโคสความเข้มข้น 10 g/L เป็นแหล่งคาร์บอนแล้วนำไปปรับความเป็นกรดต่างเป็น 5.5 จากนั้นทำการเลี้ยงในสภาพไร้อากาศเป็นเวลา 24 h ก่อนนำไปใช้เป็นหัวเชื้อในการหมักเพื่อผลิตไฮโดรเจน (ดัดแปลงจาก Fangkum & Reungsang, 2011)

- การเตรียมอาหารเสริม

เตรียมอาหารเสริมสำหรับการผลิตไบโอไฮโดรเจนโดยชั่ง NH_4HCO_3 5240 mg, K_2HPO_4 125 mg, $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 15 mg, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 25 mg, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 5 mg, $\text{CoCl}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0.125 mg, และ NaHCO_3 5600 mg ละลายในน้ำกลั่นจนผสมให้เข้ากันแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 L (Endo et al., 1982)

- วิธีการทดลองเพื่อผลิตก๊าซไฮโดรเจน

นำน้ำปั่นเปลือกสับปะรดที่ปั่นละเอียดมาใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการหมักเพื่อผลิตไฮโดรเจน โดยทำการวิเคราะห์ความเข้มข้นของน้ำตาลทั้งหมดของน้ำปั่นเปลือกสับปะรด เมื่อทราบความเข้มข้นของน้ำตาลทั้งหมดแล้วเตรียมน้ำปั่นเปลือกสับปะรดให้ได้ความเข้มข้นของน้ำตาลที่ 10.0 g/L โดยทำการเจือจางด้วยน้ำกลั่น เติมหัวเชื้อจากมูลวัว ในอัตราส่วน 20% v/v และเติมอาหารเสริมในอัตราส่วน 1.5 mL/L ใส่ลงในขวดทดลองขนาด 60 mL ทำการปรับ pH ของน้ำปั่นเปลือกสับปะรด เป็น 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 และ 8.0 ด้วย 1N HCl หรือ 1N NaOH ใส่อากาศภายในขวดออกด้วยการพ่นก๊าซไนโตรเจนเข้าไปแทนที่ เพื่อให้ขวดอยู่ในสภาวะไร้ออกซิเจน ปิดฝาขวดทดลองด้วยจุกยางแล้วปิดด้วยอะลูมิเนียมแคป นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง (30-35 °C) นาน 168 h วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) ทำการทดลองทริทเมนต์ละ 4 ซ้ำ ติดตามผลการทดลอง โดยวัดปริมาตรของก๊าซทั้งหมดที่เกิดขึ้น โดยใช้หลอดฉีดยาแล้ววิเคราะห์หาความเข้มข้นของก๊าซไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นด้วยเครื่อง gas chromatography (GC) นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาปริมาตรไฮโดรเจนสะสมโดยใช้สมการ mass balance equation รายงานผลในหน่วย mL/L (Zhang & Shen, 2006)

$$V_{H,i} = V_{H,i-1} + C_{H,i}(V_{G,i} + V_{G,i-1}) + V_H(C_{H,i} - C_{H,i-1})$$

เมื่อ $V_{H,i}$ และ $V_{H,i-1}$ คือ ปริมาตรไฮโดรเจนสะสมที่เวลาปัจจุบัน (i) และเวลาที่ผ่านมา (i-1) ตามลำดับ

$V_{G,i}$ และ $V_{G,i-1}$ คือ ปริมาตรก๊าซชีวภาพทั้งหมดที่เวลาปัจจุบันและเวลาที่ผ่านมา ตามลำดับ

$C_{H,i}$ และ $C_{H,i-1}$ คือ สัดส่วนของก๊าซไฮโดรเจนใน headspace ที่เวลาปัจจุบันและเวลาที่ผ่านมา ตามลำดับ

V_H คือ ปริมาตร headspace ในถังหมัก

นำปริมาตรก๊าซสะสมที่ได้มาคำนวณหาผลได้ของก๊าซไฮโดรเจนรายงานผลในหน่วยโมลไฮโดรเจนต่อโมลน้ำตาลโดยคำนวณได้จากสูตรดังนี้

ติดตามการเกิดกรดไขมันระเหยง่าย (volatile fatty acid; VFA) ด้วยวิธีการไทเทรต รายงานผลในหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร (DiLallo & Albertson, 1961) ติดตามความเข้มข้นของน้ำตาลที่เปลี่ยนแปลงไปด้วยวิธีฟีนอลซัลฟิวริก (phenol sulfuric method) และรายงานผลในหน่วยกรัมต่อลิตร (Onsoy, 2008)

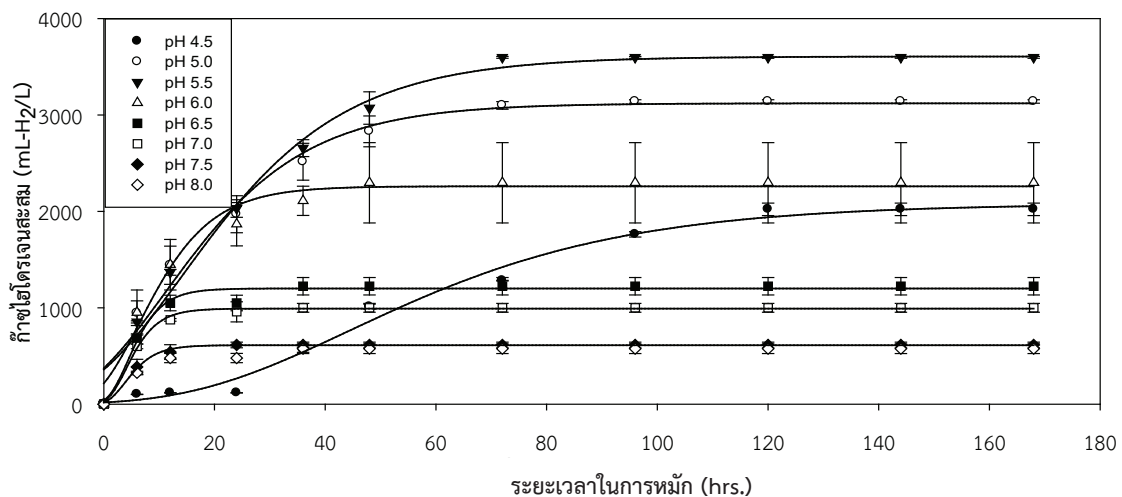
ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

- ปริมาตรก๊าซไฮโดรเจนสะสม

ผลของ pH เริ่มต้นที่มีต่อปริมาตรไฮโดรเจนสะสมแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ปริมาตรก๊าซไฮโดรเจนสะสมจะเพิ่มขึ้นเมื่อค่า pH เริ่มต้นเพิ่มขึ้นในช่วง 4.5-5.5 และก๊าซไฮโดรเจนสะสมจะลดลงเมื่อค่า pH เริ่มต้นเพิ่มขึ้นเป็น 6.0-8.0 จากปริมาตรก๊าซไฮโดรเจนสะสมดังกล่าวพบว่าค่า pH เริ่มต้น 5.5 มีปริมาตรก๊าซไฮโดรเจนสะสมสูงที่สุดเท่ากับ 3597.53 ± 9.53 mL-H₂/L รองลงมาคือค่า pH เริ่มต้น 5.0 6.0 4.5 6.5 7.0 7.5 และ 8.0 มีปริมาตรก๊าซไฮโดรเจนสะสมเท่ากับ 3139.46 ± 17.89 2296.62 ± 416.49 2020.87 ± 64.60 1222.72 ± 90.38 998.72 ± 45.90 614.11 ± 28.59 และ 575.18 ± 49.73 mL-H₂/L ตามลำดับ (รูปที่ 1) ดังนั้นค่า pH เริ่มต้นเท่ากับ 5.5 เป็นค่า pH เริ่มต้นที่ทำให้จุลินทรีย์ผลิตก๊าซไฮโดรเจนสะสมได้สูงสุด หากค่า pH เริ่มต้นสูงหรือต่ำมากเกินไปจะทำให้ปริมาตรก๊าซไฮโดรเจนสะสมที่ได้ลดลง เนื่องจากค่า pH เริ่มต้นไม่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ไฮโดรจีเนสซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สำคัญในการผลิตไฮโดรเจน (Nigam, 2000) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pattra et al. (2008) ที่มีการศึกษาค่า pH ที่เหมาะสมในการผลิตไฮโดรเจนจากไฮโดรไลเสทชานอ้อยพบว่าค่า pH ที่เหมาะสมคือ 5.5 โดยสามารถผลิตก๊าซไฮโดรเจนได้สูงสุด

- ปริมาณน้ำตาลและกรดไขมันระเหยง่าย

องค์ประกอบของเปลือกสับปะรดมีน้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุคโตสเป็นส่วนประกอบ (Siti Roha et al., 2012) ซึ่งจุลินทรีย์สามารถนำน้ำตาลดังกล่าวมาใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตก๊าซไฮโดรเจนได้ เมื่อนำเปลือกสับปะรดบดที่เตรียมแล้วมาวิเคราะห์คุณสมบัติเบื้องต้น พบว่า มีค่า pH เริ่มต้น ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด และปริมาณกรด เท่ากับ 4.20 9.8 g/L และ 380 mg/L ตามลำดับ จากการติดตามปริมาณน้ำตาลในน้ำปั่นเปลือกสับปะรดที่ผ่านการหมักเพื่อผลิตไฮโดรเจนโดยจุลินทรีย์จากมูลวัว พบว่าปริมาณการนำน้ำตาลไปใช้จะเพิ่มขึ้นตามค่า pH เริ่มต้นที่เพิ่มขึ้น จากค่า pH เริ่มต้น 4.5-5.5 (96-98%) หลังจากค่า pH เพิ่มขึ้นมากกว่า 5.5 ปริมาณน้ำตาลที่ถูกใช้ไปจะคงที่ (98%) (ตารางที่ 1) การลดลงของปริมาณน้ำตาลเนื่องมาจากในระหว่างการหมักจุลินทรีย์ได้นำน้ำตาลในน้ำปั่นเปลือกสับปะรดมาใช้ในการกระบวนการผลิตก๊าซไฮโดรเจนและผลิตภัณฑ์อื่น จึงทำให้เมื่อสิ้นสุดการหมักปริมาณน้ำตาลในระบบลดลง และจากความสัมพันธ์ดังกล่าว แสดงให้เห็นได้ว่าจุลินทรีย์ใช้น้ำตาลเพิ่มมากขึ้นเพื่อนำไปผลิตก๊าซไฮโดรเจนเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามที่ค่า pH เริ่มต้นที่มากกว่า 5.5 พบว่าปริมาณก๊าซไฮโดรเจนสะสมที่ได้ลดลงในขณะที่มีปริมาณการใช้น้ำตาลสูง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะน้ำตาลที่ถูกใช้ไปนั้นไม่ได้ถูกนำไปสร้างก๊าซไฮโดรเจนเพียงอย่างเดียว แต่ถูกนำไปสร้างเป็นผลิตภัณฑ์อื่นร่วมด้วย เช่น กรดไขมันระเหยง่าย แอลกอฮอล์ เป็นต้น (รูปที่ 2)

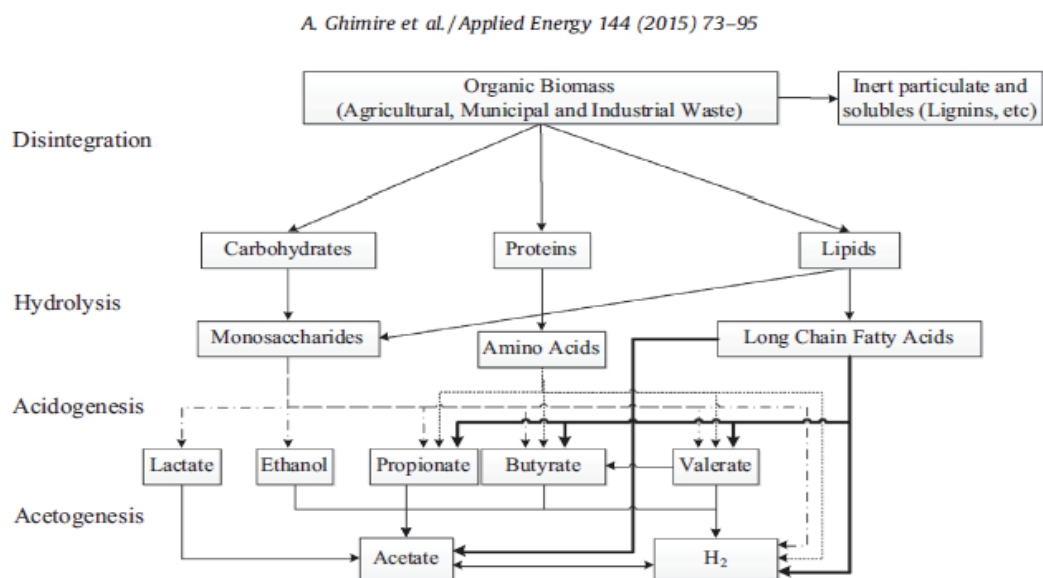


รูปที่ 1 ปริมาณก๊าซไฮโดรเจนสะสมเมื่อมีการแปรผันค่า pH เริ่มต้น

ตารางที่ 1 ปริมาณน้ำตาลที่ถูกใช้ไปเมื่อมีการแปรผันค่า pH

pH	น้ำตาลเริ่มต้น (g/L)	น้ำตาลสุดท้าย (g/L)	น้ำตาลที่ถูกใช้ไป (g/L)	น้ำตาลที่ถูกใช้ไป (%)
4.5	10.02	0.31	9.71	96.88 ^a
5.0	10.00	0.37	9.63	96.32 ^a
5.5	10.15	0.13	10.02	98.73 ^a
6.0	10.44	0.15	10.29	98.54 ^a
6.5	10.20	0.19	10.01	98.15 ^a
7.0	10.32	0.16	10.16	98.42 ^a
7.5	10.20	0.14	10.06	98.68 ^a
8.0	10.14	0.18	9.96	98.23 ^a

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันเมื่อทดสอบแบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 2 วิธีในการผลิตไฮโดรเจนจากสารอินทรีย์ (Ghimire et al., 2015)

กรดไขมันระเหย เป็นกรดไขมันระเหยง่ายที่สามารถถูกสร้างขึ้นได้ในกระบวนการผลิตไฮโดรเจน ผลของการผลิตกรดไขมันระเหยที่ค่า pH เริ่มต้นต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าที่ค่า pH เริ่มต้นที่เพิ่มขึ้นจุลินทรีย์จะมีการสร้างกรดไขมันระเหยง่ายเพิ่มขึ้นทำให้ค่า pH ลดลงจากเริ่มต้น เมื่อค่า pH ลดลงจะส่งผลให้ไฮโดรเจนไอออนผ่านเยื่อหุ้มเซลล์และเข้าไปในไซโทพลาสซึมของเซลล์มีผลทำลายกิจกรรมของ

เอนไซม์ โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ ดีเอ็นเอ โปรตีน และยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในที่สุด (Ferchichi et al., 2005)

ตารางที่ 2 ปริมาณกรดไขมันระเหยง่ายเมื่อมีการแปรผันค่า pH

pH	กรดไขมันระเหยง่ายสุดท้าย (mg/L)	กรดไขมันระเหยง่าย เริ่มต้น (mg/L)	กรดไขมันระเหยที่เกิดขึ้น (mg/L)
4.5	2841.67	500.00	2341.67 ^a
5.0	3062.50	508.33	2554.17 ^b
5.5	3208.33	558.33	2649.99 ^b
6.0	3479.17	433.33	3045.83 ^c
6.5	3645.83	466.67	3179.17 ^d
7.0	3795.83	416.67	3379.17 ^e
7.5	3900.00	500.00	3400.00 ^e
8.0	4133.33	483.33	3649.99 ^f

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันเมื่อทดสอบแบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

- ผลได้ของก๊าซไฮโดรเจน

ผลของค่า pH เริ่มต้นต่อผลได้ของการผลิตก๊าซไฮโดรเจนจากน้ำป่นเปลือกสับปะรดพบว่าผลได้ของก๊าซไฮโดรเจนจะเพิ่มขึ้นเมื่อค่า pH เริ่มต้นเพิ่มขึ้นจาก 4.5 เป็น 5.5 โดยมีผลได้ของก๊าซไฮโดรเจนเพิ่มขึ้นจาก 1.51 ± 0.05 mol H₂/mol sugar เป็น 2.60 ± 0.01 mol H₂/mol sugar หลังจากนั้นเมื่อเพิ่มค่า pH เริ่มต้นที่มากกว่า 5.5 ผลได้ของก๊าซไฮโดรเจนจะลดลงเป็น 0.42 ± 0.04 mol H₂/mol sugar (ตารางที่ 3) ทั้งนี้เนื่องมาจากค่า pH เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อผลได้ของก๊าซไฮโดรเจน เพราะค่า pH ที่ต่ำหรือสูงเกินไปจะมีผลกระทบต่อการทำงานของเอนไซม์ที่สำคัญในการผลิตไฮโดรเจน (Nigam, 2000) จากการเปรียบเทียบผลได้ของการผลิตไฮโดรเจนจากน้ำป่นเปลือกสับปะรดกับงานวิจัยอื่นๆ (ตารางที่ 4) พบว่าจุลินทรีย์กลุ่มผสมในมูลวัวสามารถผลิตไฮโดรเจนได้และให้ผลได้ที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่นที่ผ่านมา ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุหลายอย่าง เช่น แหล่งของเชื้อจุลินทรีย์แตกต่างกัน สารตั้งต้นที่ใช้ต่างกัน และช่วงค่า pH ที่ศึกษาต่างกัน รวมทั้งวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ เป็นต้น

จากผลการศึกษาในงานวิจัยนี้จะเห็นได้ว่าค่า pH เริ่มต้นมีผลต่อการผลิตไฮโดรเจนจากน้ำป่นเปลือกสับปะรด โดยเมื่อค่า pH ต่ำหรือสูงเกินไปจะทำให้จุลินทรีย์ผลิตไฮโดรเจนได้น้อยลง เมื่อเปรียบเทียบการผลิตไฮโดรเจนต่อหนึ่งหน่วยของสารตั้งต้นจะพบว่าค่า pH เริ่มต้นที่ 5.5 มีความเหมาะสมในการผลิตไฮโดรเจน เนื่องจากให้ผลได้ของก๊าซไฮโดรเจนและปริมาตรก๊าซไฮโดรเจนสะสมสูงสุดเท่ากับ 2.60 ± 0.01 mol H₂/mol sugar และ 3597.53 ± 9.53 mL-H₂/L

ตารางที่ 3 ผลของค่า pH ต่างต่อผลได้ไฮโดรเจน

pH	ผลได้ของก๊าซไฮโดรเจน (molH ₂ /mol sugar)
4.5	1.51 ± 0.05^c
5.0	2.36 ± 0.01^d
5.5	2.60 ± 0.01^d
6.0	1.62 ± 0.29^c
6.5	0.88 ± 0.06^b
7.0	0.71 ± 0.03^b
7.5	0.44 ± 0.02^a
8.0	0.42 ± 0.04^a

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันเมื่อทดสอบแบบ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

สรุป

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของค่า pH เริ่มต้นต่อการผลิตก๊าซไฮโดรเจนจากน้ำป่นเปลือกสับปะรดโดยจุลินทรีย์จากมูลวัว ผลการทดลองพบว่าค่า pH เริ่มต้นที่เหมาะสมในการผลิตไฮโดรเจนคือค่า pH เริ่มต้นที่ 5.5 เนื่องจากให้ค่าผลได้ของก๊าซไฮโดรเจนสูงที่สุดเท่ากับ 2.60 ± 0.01 molH₂/mol sugar ในระหว่างกระบวนการผลิตไฮโดรเจนระบบมีการสร้างกรดไขมันระเหยง่ายขึ้น โดยพบว่าค่ากรดไขมันระเหยที่เพิ่มขึ้นนั้นส่งผลให้ค่า pH ลดลงซึ่งมีผลยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ที่ผลิตไฮโดรเจน นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตที่ได้กับงานวิจัยอื่นแล้วจะเห็นได้ว่าจุลินทรีย์ในมูลวัวสามารถผลิตก๊าซไฮโดรเจนได้มาก มีความเหมาะสมในการพัฒนาหรือขยายขนาดในการทดลองต่อไป

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบผลได้ของก๊าซไฮโดรเจนกับงานวิจัยที่ผ่านมา

สารตั้งต้น	จุลินทรีย์	pH ที่ เหมาะสม	เครื่องมือวิเคราะห์	ผลได้ของก๊าซ ไฮโดรเจน (molH ₂ / mol sugar)	อ้างอิง
ไฮโดรไลเสท ชานอ้อย	<i>Clostridium butyricum</i>	5.5	GC, HPLC	1.73	Pattra et al., 2008
ไฮโดรไลเสท ชานอ้อย	มูลช้าง	6.5	GC, HPLC	0.84	Fangkum & Reungsang, 2011
น้ำเปลือก สับปะรด	กลุ่มจุลินทรีย์ ผสม	5.56	GC, HPLC	1.83	Reungsang & Sreela-or, 2013
น้ำปั่นเปลือก สับปะรด	มูลวัว	5.5	GC, Spectrophotometer	2.60	งานวิจัยนี้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยสร้างองค์ความรู้ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

REFERENCES

- DiLallo, R. & Albertson, DE. (1961). Volatile acids by direct titration. **Journal Water Polution Control Federation**, 33 (4), 356-365.
- Edwards, P.P., Kuznetsov, V.L., David, W.I.F. & Brandon, N.P. (2008). Hydrogen and fuel cells: towards a sustainable energy future. **Energy Policy**, 36 (12), 4356-4362.
- Endo, G., Noike, T. & Matsumoto, T. (1982). Characteristics of cellulose and glucose decomposition in acidogenic phase of anaerobic digestion. **Proceedings of the American Society of Civil Engineers**, 325 (9), 61-68.
- Fan, Y.T., Liao, X.Ch., Lu, H.J. & Hou, H.W. (2003). Study on biohydrogen production by anaerobic biological fermentation of organic wasters. **Environmental Science**, 24 (3), 152-155.
- Fangkum, A. & Reungsang, A. (2011). Biohydrogen production from sugarcane bagasse hydrolysate by elephant dung: Effects of initial pH and substrate concentration. **International Journal of Hydrogen Energy**, 36 (14), 8687-8696.

- Ferchichi, M., Crabbe, E., Gil, G.H., Hintz, W. & Almadidy, A. (2005). Influence of initial pH on hydrogen production from cheese whey. **Journal of Biotechnology**, 120 (4), 402-409.
- Ghimire, A., Frunzo, L., Pirozzi, F., Trably, E., Escudie, R., Lens, P.N.L. & Esposito, G. (2015). A review on dark fermentative biohydrogen production from organic biomass: Process parameters and use of by-products. **Applied Energy**, 144, 73-95.
- Girija, D., Deepa, K., Xavier, F., Antony, I. & Shidhi, P.R. (2013). Analysis of cow dung microbiota - A metagenomic approach. **Indian Journal of Biotechnology**, 12, 372-378.
- La Licata, B., Sagnelli, F., Boulanger, A., Lanzini, A., Leone, P. & Zitella, P. (2011). Bio-hydrogen production from organic wastes in a pilot plant reactor and its use in a SOFC. **International Journal of Hydrogen Energy**, 36 (13), 7861-7865.
- Lee, Y.J., Miyahara, T. & Noike, T. (2002). Effect of pH on microbial hydrogen fermentation. **Journal of Chemistry Technology Biotechnology**, 77 (6), 694-698.
- Nigam, J.N. (2000). Cultivation of *Candida lusitana* in sugarcane bagasse hemicellulosic hydrolysate for the production of single cell protein. **World Journal of Microbiology Biotechnology**, 16(4), 367-372.
- Onsoy, T. (2008). **Factors effecting ethanol production from Jerusalem artichoke juice by *Zymomonas mobilis* TISTR 548 using batch fermentation**. M.D. Thesis, Faculty of Technology, Khonkean University. (in Thai)
- Pattra, S., Sangyoka, S., Boonmee, M. & Reungsang, A. (2008). Bio-hydrogen production from the fermentation sugarcane bagasse hydrolysate by *Clostridium butyricum*. **International Journal of Hydrogen Energy**, 33 (19), 5256-5265.
- Phojan, S. (2015). **The use of pineapple by-product to a beef-dairy diet**. Retrieved July5, 2558, from http://expert.dld.go.th/attachments/article/166/pine_ap.pdf (in Thai)
- Ramos, C., Buitron, G., Moreno-Andrade, I. & Chamy, R. (2012). Effect of the initial total solids concentration and initial pH on the bio-hydrogen production from cafeteria food waste. **International Journal of Hydrogen Energy**, 37(18), 13288-13295.
- Saraphirom, P. & Reungsang, A. (2010). Optimization of biohydrogen production from sweet sorghum syrup using statistical methods. **International Journal of Hydrogen Energy**, 35(24), 13435-13444.
- Siti Roha, A.M., Zainal, S., Noriham, A. & Nadzirah, K.Z. (2013). Determination of sugar content in pineapple waste variety N36. **International Food Research Journal**, 20 (4), 1941-1943.
- Zhang, Y. & Shen, J. (2006). Effect of temperature and iron concentration on growth and hydrogen production of mixed bacteria. **International Journal of Hydrogen Energy**, 31(4), 441-446.

บทความวิจัย

ปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพ ในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จังหวัดสุพรรณบุรี

FACTORS AFFECTING HEALTH PRODUCT CONSUMER PROTECTION IN SUB- DISTRICT HEALTH PROMOTING HOSPITAL, SUPHANBURI PROVINCE

ธวัชชัย เสือเมือง^{1*} สุภกรรณ์ จันทวงศ์² และ วรเดช ช่างแก้ว³

^{1*}หลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการบริหารงานสาธารณสุข มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น

²มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น

³วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี ราชบุรี อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี 70000

Tawatchai Suamuang^{1*}, Supakun Juntawong², Woradate Changkaew³

^{1*} Master of Public Health Program in Public Health Administration, Western University, Pathumtani, 12150

² Western University, Pathumtani, 12150

³ Boromarajonani College of Nursing Ratchaburi, Ratchaburi, 70000

*E-mail : tawatchaisunthai@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ เป็นการศึกษาเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จังหวัดสุพรรณบุรี ปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จังหวัดสุพรรณบุรีและเพื่อศึกษาความสามารถของตัวแปรที่สามารถเป็นปัจจัยเชิงทำนายที่มีผลต่อการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพ ซึ่งศึกษาในเจ้าหน้าที่สาธารณสุขที่ได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบงานคุ้มครองผู้บริโภคในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลทุกแห่งในจังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 174 คน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลผลการปฏิบัติงานในปีงบประมาณ 2558 ซึ่งทำการเก็บข้อมูลในระหว่างวันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2559 ถึง 31 พฤษภาคม พ.ศ.2559 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถาม การวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย การแจกแจงค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบไคสแควร์ วิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันและการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณเชิงเส้นตรง ผลการวิจัยพบว่า โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลส่วนใหญ่มีผลการประเมินผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 57.47 ผลการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จังหวัดสุพรรณบุรีผ่านเกณฑ์ระดับพื้นฐานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.28 ($\mu=1.28$ $\sigma=0.26$) ปัจจัยสนับสนุนการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ

ต่ำลงอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.27 ($\mu=3.27$, $\sigma=0.54$) ปัจจัยด้านกระบวนการบริหารงานการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.41 ($\mu=3.41$, $\sigma=0.47$) ปัจจัยคุณลักษณะส่วนบุคคลไม่มีความสัมพันธ์กับผลการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จังหวัดสุพรรณบุรี ปัจจัยสนับสนุนการดำเนินงานและปัจจัยด้านกระบวนการบริหารงานมีความสัมพันธ์กับผลการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จังหวัดสุพรรณบุรี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.366$ $p < 0.01$, $r = 0.504$ $p < 0.01$) ตามลำดับ ซึ่งสามารถพยากรณ์ปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานนี้ ปัจจัยด้านกลยุทธ์สามารถใช้ทำนายผลการดำเนินงานได้ร้อยละ 18 ($R^2 = 0.180$ $F = 39.054$ $p < 0.01$) และปัจจัยด้านกลยุทธ์และด้านค่านิยมสามารถใช้ทำนายผลการดำเนินงานได้ร้อยละ 24.4 ($R^2 = 0.244$ $F = 28.932$ $p < 0.01$)

คำสำคัญ: คุ้มครองผู้บริโภค ผลิตภัณฑ์สุขภาพ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล

ABSTRACT

This is a cross-sectional descriptive research. The objective was to study operating results health product consumer protection of health personal in sub-district health promoting hospitals, factors affecting health product consumer protection of health personnel in sub-district health promoting hospitals, Suphanburi province. And to study the ability of variable factors that can predict the factors that influence product consumer protection of health personal. The questionnaire was health officials have been assigned to health product consumer protection of health personal in sub-district health promoting hospitals with 174 subjects. The collecting information from a performance in fiscal 2016. Data collection was carried out from February 1, 2016 to May 31, 2016. The instrument used for data collection was a questionnaire. For data analysis include the frequency, percentage, average, standard deviation, Chi-squared test, Pearson's Product Correlation Coefficient and Stepwise multiple regression analysis. The results were as follows: most sub-district health promoting hospitals passed the evaluation criteria 57.47 percent and product consumer protection standard level = 1.28 ($\mu=1.28$ $\sigma=0.26$), Factors supporting operations of health product consumer protection of health personnel are middle level = 3.27 ($\mu=3.27$ $\sigma=0.54$). Factors in management of health product consumer protection of health personal are high level = 3.41 ($\mu=3.41$ $\sigma=0.47$). Factors personal characteristics no relation to operating results of health product consumer protection of health personnel in sub-district health promoting hospitals, suphanburi province. Factors supporting operations and Factors management in relation to operating results of health product consumer protection of health personnel in sub-district health promoting hospitals, suphanburi province statistically significant ($r=0.366$ $p < 0.01$, $r=0.504$ $p < 0.01$). Could predict factors affecting operations, Strategic factors can be used to predict the health product consumer protection was 18 percent ($R^2 = 0.180$ $F = 39.054$ $p < 0.01$) And the strategic and values can be used to predict the health product consumer protection was 24.4 percent ($R^2 = 0.244$ $F = 28.932$ $p < 0.01$).

Keywords : consumer protection, health product, sub-district health promoting hospital

บทนำ

ผลิตภัณฑ์สุขภาพ คือ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการอุปโภคบริโภค เป็นผลิตภัณฑ์ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต และมีวัตถุประสงค์เพื่อสุขภาพอนามัย ตลอดจนผลิตภัณฑ์ที่อาจมีผลกระทบโดยตรงหรือโดยอ้อมต่อสุขภาพอนามัยของผู้บริโภค ผลิตภัณฑ์สุขภาพ อันได้แก่ อาหาร ยา เครื่องสำอาง เครื่องมือแพทย์ วัตถุเสพติด และวัตถุอันตรายที่ใช้ในบ้านเรือน ส่วนหนึ่งเป็นสิ่งจำเป็นที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ผู้บริโภคจะต้องสัมผัสและบริโภคทุกวัน ดังนั้น การบริโภคอย่างปลอดภัยและเป็นประโยชน์ต่อร่างกายจึงเป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะในปัจจุบันที่ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและการส่งเสริมการค้าเสรี ผู้ประกอบการธุรกิจมีจำนวนมาก ทำให้เกิดการแข่งขันทางการค้าสูง ผู้ประกอบการพยายามผลิตและพัฒนาสินค้าเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค รวมถึงมีการสร้างแรงจูงใจเพื่อดึงดูดให้ผู้บริโภคหันมาใช้ผลิตภัณฑ์ของตน เพื่อให้มียอดขายมากที่สุด ทั้งนี้ไม่ว่าจะโดยการโฆษณาทางสื่อต่าง ๆ บางครั้งก็หลอกลวงหรือการโฆษณาอาหารเกินจริง หรือการให้ข่าวสาร ข้อเท็จจริงเพียงด้านเดียว ทำให้ผู้บริโภคสับสนและเข้าใจผิด หรือการใช้วัตถุดิบที่ไม่มีคุณภาพ เพื่อให้ราคาสินค้าถูก มีของแถม ของแถม เหล่านี้ ล้วนมีส่วนส่งเสริมให้เกิดพฤติกรรมกรรมการบริโภคที่ไม่ถูกต้องทั้งสิ้น

จากข้อมูลของศูนย์เฝ้าระวังและรับเรื่องร้องเรียนผลิตภัณฑ์สุขภาพ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา พบว่าในปีงบประมาณ 2556 มีเรื่องร้องเรียนเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์สุขภาพทั้งสิ้น 1,236 เรื่อง โดยเรื่องร้องเรียนด้านอาหารสูงถึงร้อยละ 47.09 โดยประเด็นที่มีการร้องเรียนมากที่สุด คือ การโฆษณาอาหารเกินจริงนอกจากนี้ยังมีปัญหาการขายยาโดยไม่ขออนุญาต ขายยาโดยไม่มีเภสัชกร ขายยาหมดอายุ ยาชุด เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่ามีกรณีโฆษณาที่ผิดกฎหมายจำนวน 9,008 ราย ผลกระทบที่เกิดจากผลิตภัณฑ์สุขภาพไม่ปลอดภัย มีผลกระทบต่อผู้บริโภค ไม่ว่าจะเป็นการเสียโอกาสในการรักษา ได้รับอันตรายต่อชีวิตและสุขภาพ เสียทรัพย์สินและสุขภาพจิต ภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องสิ้นเปลืองงบประมาณ เป็นภาระต่อการรักษา ผู้ประกอบการที่ปฏิบัติถูกต้องไม่ได้รับความเป็นธรรมในการแข่งขัน และผลกระทบต่อชาวเชิงลบที่เกิดขึ้น

หน่วยงานหลักในการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพ คือ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ในส่วนภูมิภาค คือ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ซึ่งหน่วยงานดังกล่าวมีหน้าที่รับผิดชอบในการคุ้มครองผู้บริโภค เพื่อให้ผู้บริโภคได้ใช้ผลิตภัณฑ์สุขภาพที่ดี มีคุณภาพมาตรฐาน และมีความปลอดภัย โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) ถือเป็นหน่วยบริการภาครัฐที่อยู่ใกล้ชิดชุมชนในระดับต้น ๆ หากบุคลากรผู้ปฏิบัติงาน สามารถดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านสาธารณสุข (คปส.) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ก็จะมีส่วนช่วยให้ผู้ป่วยและผู้บริโภคในชุมชน ได้รับความปลอดภัยจากการบริโภคยา และผลิตภัณฑ์สุขภาพต่าง ๆ

จากผลการปฏิบัติงานปี 2557 ของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสุพรรณบุรีตามเกณฑ์การดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลซึ่งทางสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาได้ทำการตรวจประเมินตามเกณฑ์ตัวชี้วัดพบว่า โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลทุกแห่งในจังหวัดสุพรรณบุรีผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด และในปีงบประมาณ 2556 งานคุ้มครองผู้บริโภค สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสุพรรณบุรีได้รับคัดเลือกจากสำนักงานส่งเสริมและสนับสนุนอาหารปลอดภัยให้เป็นจังหวัดนาร่องการพัฒนากระบวนการคุณภาพงานอาหารปลอดภัยระดับจังหวัด นอกจากนี้ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสุพรรณบุรียังได้มีคำสั่งแต่งตั้งทีมเชี่ยวชาญงานคุ้มครองผู้บริโภคซึ่งประกอบด้วยผู้รับผิดชอบงานคุ้มครองผู้บริโภคในระดับตำบลเพื่อทำหน้าที่ดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคในพื้นที่รับผิดชอบ ดังนั้นจังหวัดสุพรรณบุรีจึงน่าจะเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการทำการศึกษาจากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาในเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จังหวัดสุพรรณบุรี เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงพัฒนานโยบายงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพและกลไกการบริหารงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลต่อไป โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาผลการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จังหวัดสุพรรณบุรี 2) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จังหวัดสุพรรณบุรี และ 3) เพื่อศึกษาความสามารถของตัวแปรที่สามารถทำนายผลการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จังหวัดสุพรรณบุรีโดยผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แนวคิดปัจจัยการสนับสนุนจากองค์กร (Organizational support) และทฤษฎีปัจจัยการบริหารแบบจำลอง 7'S (McKinsey 7-S Framework) เป็นแนวคิดหลักในการกำหนดตัวแปรอิสระ และมีตัวแปรตามคือผลสำเร็จในการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล

วิธีการ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจแบบภาคตัดขวาง กลุ่มประชากรคือเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบหลักของงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จังหวัดสุพรรณบุรี ที่ปฏิบัติงานอยู่ในปีงบประมาณ 2558 จำนวน 174 คน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม ช่วงระยะเวลาระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2559 - พฤษภาคม พ.ศ.2559

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถาม โดยผู้วิจัยได้สร้างขึ้นและดัดแปลงจากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำข้อมูลในส่วนดังกล่าวนี้มาสร้างเป็นแบบสอบถาม

โดยแบ่งแบบสอบถามเป็น 2 ชุด ได้แก่ ชุดที่ 1 คำถามเกี่ยวกับการปฏิบัติงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จังหวัดสุพรรณบุรี ชุดที่ 2 แบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 7 ข้อ ตอนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับปัจจัยสนับสนุนที่มีผลต่อการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคจำนวน 14 ข้อ ตอนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับกระบวนการบริหารงานจำนวน 23 ข้อ และตอนที่ 4 คำถามเกี่ยวกับปัญหาอุปสรรคในการดำเนินงาน

การตรวจสอบเครื่องมือนำไปหาความตรงเชิงเนื้อหา โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ จำนวน 5 ท่าน เป็นผู้พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนของเนื้อหาแล้วนำมาคำนวณค่าดัชนีความตรงของเนื้อหา การหาความเชื่อมั่นของเครื่องมือ โดยนำเครื่องมือไปทดลองใช้ (Try out) กับประชากรที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน หาค่าความเที่ยง (Reliability) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป แบบสอบถาม ชุดที่ 1 มีค่าความเที่ยง (Reliability) เท่ากับ 0.833 และ แบบสอบถามชุดที่ 2 มีค่าความเที่ยง (Reliability) เท่ากับ 0.824

การพิทักษ์สิทธิของกลุ่มประชากร การวิจัยนี้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น เมื่อวันที่ 11 มกราคม 2559 ในการประชุม ครั้งที่ 2/2559 เอกสารรับรองเลขที่ WTU 2559-0021 รหัสโครงการ HE-WTU542565

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ไคสแควร์ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันและการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน

ผลการวิจัย

1. ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มประชากร มีรายละเอียดดังนี้

ประชากรผู้รับผิดชอบงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลส่วนใหญ่เป็นชายร้อยละ 59.80 มีอายุอยู่ในช่วง 20 – 29 ปี มากที่สุดร้อยละ 37.93 อายุเฉลี่ย 35.48 ปี อายุต่ำที่สุด คือ 19 ปี อายุสูงที่สุด คือ 59 ปี ส่วนใหญ่มีการศึกษาในระดับปริญญาตรีหรือเทียบเท่าร้อยละ 69.54 มีตำแหน่งปัจจุบันคือ เจ้าพนักงานสาธารณสุขชุมชนมากที่สุด ร้อยละ 49.42 รองลงมาคือนักวิชาการสาธารณสุขร้อยละ 44.82 มีระยะเวลาการปฏิบัติงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลส่วนใหญ่ 1 – 5 ปี ร้อยละ 52.90 มีจำนวนงานที่รับผิดชอบหลักส่วนใหญ่ 1 – 5 งาน ร้อยละ 57.50 และส่วนใหญ่เคยเข้าร่วมการอบรมเพื่อพัฒนาความรู้ของงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ร้อยละ 73.00 เคยเข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่ 1 – 2 ครั้ง ร้อยละ 52.30

2. ผลการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จังหวัดสุพรรณบุรี โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลส่วนใหญ่มีผลการประเมินผ่านเกณฑ์ระดับพื้นฐาน 77 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 44.25 ไม่ผ่านเกณฑ์ระดับพื้นฐาน 74 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 42.53 ผ่านเกณฑ์ระดับดี 16 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 9.20 และผ่านเกณฑ์ระดับดีมาก 7 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 4.02 ผลการดำเนินงานผ่านเกณฑ์ระดับพื้นฐานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.28 ($\mu=1.28$ $\sigma=0.26$) ดังตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลจำแนกตามผลการประเมินการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพ

ผลการประเมินมาตรฐาน	จำนวน	ร้อยละ
ผ่านเกณฑ์	100	57.47
- ผ่านเกณฑ์ระดับดีมาก	7	4.02
- ผ่านเกณฑ์ระดับดี	16	9.20
- ผ่านเกณฑ์ระดับพื้นฐาน	77	44.25
ไม่ผ่านเกณฑ์ระดับพื้นฐาน	74	42.53
รวม	174	100.00

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จังหวัดสุพรรณบุรี จำแนกรายละเอียดการดำเนินงาน

การดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภค	μ	σ	ระดับ
การพัฒนาระบบฐานข้อมูล	1.30	0.34	ผ่านเกณฑ์ระดับพื้นฐาน
การตรวจสอบเฝ้าระวังผลิตภัณฑ์สุขภาพ	1.45	0.34	ผ่านเกณฑ์ระดับพื้นฐาน
การตรวจสอบเฝ้าระวังรถเร่	1.10	0.31	ไม่ผ่านเกณฑ์
การตรวจสอบเฝ้าระวังการโฆษณา	1.10	0.40	ไม่ผ่านเกณฑ์
การรับและจัดการเรื่องร้องเรียน	1.18	0.35	ไม่ผ่านเกณฑ์
การพัฒนาศักยภาพผู้บริโภค	1.27	0.42	ผ่านเกณฑ์ระดับพื้นฐาน
การพัฒนาศักยภาพผู้ประกอบการ	1.29	0.46	ผ่านเกณฑ์ระดับพื้นฐาน
โดยภาพรวม	1.28	0.26	ผ่านเกณฑ์ระดับพื้นฐาน

3. ปัจจัยสนับสนุนด้านการบริหารมีผลอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.27 ($\mu=3.27$ $\sigma=0.54$) ปัจจัยด้านกระบวนการบริหารงานมีผลอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.41 ($\mu=3.41$ $\sigma=0.47$) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จำแนกตามประเภทของปัจจัยที่ศึกษา

ปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงาน	μ	σ	ระดับ
ปัจจัยสนับสนุนการบริหารงาน	3.27	0.54	ปานกลาง
ปัจจัยกระบวนการบริหารจัดการ	3.41	0.47	มาก

4. ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภค พบว่า ปัจจัยสนับสนุนด้านการบริหารและปัจจัยด้านกระบวนการบริหารจัดการมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จังหวัดสุพรรณบุรี มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.246-0.430 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.01$ และพบว่า ปัจจัยคุณลักษณะส่วนบุคคลไม่มีความสัมพันธ์กับผลการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จังหวัดสุพรรณบุรี ดังตารางที่ 4, 5 และ 6

ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสนับสนุนการบริหารและปัจจัยกระบวนการบริหารจัดการกับผลการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จำแนกตามตัวแปรที่ศึกษา (N=174)

ตัวแปรที่ศึกษา	ผลการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภค	
	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ p	p
ด้านกำลังคน	0.364	0.000**
ด้านงบประมาณ	0.272	0.000**
ด้านวัสดุอุปกรณ์	0.246	0.001**
ด้านการบริหารจัดการ	0.280	0.000**
กลยุทธ์	0.430	0.000**
โครงสร้าง	0.297	0.000**
ระบบ	0.396	0.000**
รูปแบบ	0.383	0.000**
การจัดบุคคลเข้าทำงาน	0.391	0.000**
ทักษะ	0.366	0.000**
ค่านิยมร่วม	0.350	0.000**

**ค่า $p < 0.01$

ตารางที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณลักษณะส่วนบุคคลกับผลการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลจำแนกตามตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษา	χ^2	p
เพศ	0.148	0.701
ระดับการศึกษาสูงสุด	1.058	0.589
ตำแหน่งปัจจุบัน	0.382	0.826
การอบรมเรื่องงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพ	1.082	0.298

* $P < 0.05$ **ค่า $p < 0.01$

ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณลักษณะส่วนบุคคลกับผลการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลจำแนกตามตัวแปรที่ศึกษา (N=174)

ตัวแปรที่ศึกษา	p	p
อายุ	-0.043	0.576
ระยะเวลาที่ปฏิบัติงานคุ้มครองผู้บริโภค	0.073	0.340
จำนวนงานในความรับผิดชอบ (ผู้รับผิดชอบหลัก)	0.004	0.962
จำนวนครั้งของการอบรมฯ	0.060	0.429

* $P < 0.05$ ** $p < 0.01$

5. การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple regression coefficient) ผลการศึกษา ก่อนนำมาวิเคราะห์ปัจจัยทำนาย ได้ตรวจสอบความสัมพันธ์ภายในระหว่างตัวแปรที่ศึกษา พบว่าตัวแปร ทั้ง 11 ตัวมีความสัมพันธ์กันไม่เกิน 0.8 ดังตารางที่ 7 ดำเนินการวิเคราะห์หาปัจจัยทำนายที่ดีที่สุด ด้วยวิธี Stepwise multiple regression analysis ผลการวิเคราะห์ ได้โมเดลทั้งสิ้น 2 โมเดล ดังนี้

โมเดลที่ 1 ตัวแปรด้านกลยุทธ์สามารถใช้ทำนายผลการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ได้ร้อยละ 18 ($R^2 = 0.180$, $F = 39.054$, $p < 0.01$) ดังตารางที่ 8

โมเดลที่ 2 ตัวแปรด้านกลยุทธ์และด้านค่านิยมสามารถใช้ทำนายผลการดำเนินงานงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ได้ร้อยละ 24.4 ($R^2 = 0.244$, $F = 28.932$, $p < 0.01$) เพิ่มขึ้นจากโมเดลที่ 1 ร้อยละ 6.4 ดังตารางที่ 9

สามารถเขียนสมการพยากรณ์ได้ดังนี้ ผลการดำเนินงาน = $0.343 + 0.153(\text{กลยุทธ์}) + 0.116$ (ค่านิยมร่วม)

ตารางที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างปัจจัยสนับสนุนการบริหารกับปัจจัยกระบวนการ
ด้านบริหารงาน (N=174)

		Man	Money	Material	Manage	Strategy	Structure	System	Style	Staff	Skill	Share	Total
Man	ρ p	1											
Money	ρ p	0.597** 0.000	1										
Material	ρ p	0.397** 0.000	0.403** 0.000	1									
Manage	ρ p	0.515** 0.000	0.562** 0.000	0.617** 0.000	1								
Strategy	ρ p	0.609** 0.000	0.580** 0.000	0.255** 0.000	0.522** 0.000	1							
Structure	ρ p	0.551** 0.000	0.552** 0.000	0.225** 0.000	0.430** 0.000	0.718** 0.000	1						
System	ρ p	0.408** 0.000	0.334** 0.000	0.512** 0.000	0.485** 0.000	0.486** 0.000	0.560** 0.000	1					
Style	ρ p	0.597** 0.000	0.627** 0.000	0.374** 0.000	0.555** 0.000	0.714** 0.000	0.596** 0.000	0.565** 0.000	1				
Staff	ρ p	0.521** 0.000	0.365** 0.000	0.462** 0.000	0.481** 0.000	0.397** 0.000	0.475** 0.000	0.525** 0.000	0.454** 0.000	1			
Skill	ρ p	0.468** 0.000	0.411** 0.000	0.588** 0.000	0.544** 0.000	0.425** 0.000	0.375** 0.000	0.454** 0.000	0.569** 0.000	0.564** 0.000	1		
Share	ρ p	0.205** 0.000	0.166** 0.000	0.439** 0.000	0.438** 0.000	0.225** 0.000	0.122 0.109	0.471** 0.000	0.276** 0.000	0.559** 0.000	0.418** 0.000	1	
Total	ρ p	0.364** 0.000	0.272** 0.000	0.246** 0.001	0.280** 0.000	0.430** 0.000	0.297** 0.000	0.396** 0.000	0.383** 0.000	0.391** 0.000	0.366** 0.000	0.350** 0.000	1

*ค่า p-value <0.05 **ค่า p-value <0.01

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์อำนาจพยากรณ์ของตัวพยากรณ์โมเดลที่ 1 ที่มีต่อการดำเนินงานคุ้มครอง
ผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (N=174)

ตัวแปรพยากรณ์	B	β	t	p
กระบวนการบริหารงาน				
- กลยุทธ์ (Strategy)	0.178	0.430	6.249	.000**

a = 0.696 R² = 0.180 F = 39.054 S.E.=0.096 , ** p<0.01

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์อำนาจพยากรณ์ของตัวพยากรณ์โมเดลที่ 2 ที่มีต่อการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (N=174)

ตัวแปรพยากรณ์	B	β	t	p
กระบวนการบริหารงาน				
- กลยุทธ์ (Strategy)	0.153	0.370	5.457	.000**
- ค่านิยมร่วม (Shared Values)	0.116	0.267	3.939	.000**

a = 0.343 R² = 0.244 F = 28.932 S.E.=0.129 ** p<0.01

สรุปและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จังหวัดสุพรรณบุรี ปรากฏผลตามวัตถุประสงค์การวิจัยและสมมติฐานการวิจัย ได้ดังนี้คือ

1. ผลของการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จังหวัดสุพรรณบุรี ปีงบประมาณ 2558 ตามคู่มือการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพสำหรับพนักงานเจ้าหน้าที่ระดับอำเภอ (2558) พบว่า โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลส่วนใหญ่มีผลการประเมินผ่านเกณฑ์ระดับพื้นฐาน 77 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 44.25 ไม่ผ่านเกณฑ์ระดับพื้นฐาน 74 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 42.53 ผ่านเกณฑ์ระดับดี 16 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 9.20 และผ่านเกณฑ์ระดับดีมาก 7 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 4.02 ซึ่งจะเห็นว่าผลการประเมินอยู่ในระดับต่ำซึ่งอาจเกิดจากที่ผ่านมาไม่เคยมีการกำหนดมาตรฐานในการประเมินการปฏิบัติงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ประกอบกับในปี 2558 สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาได้จัดทำคู่มือการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพสำหรับพนักงานเจ้าหน้าที่ระดับอำเภอ (2558) ซึ่งเป็นแนวทางที่กำหนดให้พนักงานเจ้าหน้าที่ระดับอำเภอได้ปฏิบัติซึ่งเป็นแนวทางใหม่ทำให้เจ้าหน้าที่รับผิดชอบงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลอาจไม่เข้าใจในการดำเนินงานตามแนวทางที่กำหนด และนอกจากนี้คู่มือการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพสำหรับพนักงานเจ้าหน้าที่ระดับอำเภอ (2558) บางกิจกรรมยังระบุแนวทางการดำเนินงานที่ไม่มี ความชัดเจนมากเพียงพอทำให้ผลการดำเนินงานส่วนใหญ่ออกมาในระดับพื้นฐานและไม่ผ่านเกณฑ์ระดับพื้นฐาน

2. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณลักษณะส่วนบุคคล การสนับสนุนการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพ และกระบวนการบริหารงานดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพกับผลการดำเนินงานตามแนวทางการปฏิบัติงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล

ปัจจัยคุณลักษณะส่วนบุคคล ไม่มีความสัมพันธ์กับผลการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จังหวัดสุพรรณบุรี หมายความว่า แม้ผู้รับผิดชอบงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลจะมีเพศ อายุ ระดับการศึกษาสูงสุด ตำแหน่งปัจจุบัน ระยะเวลาที่ปฏิบัติงานคุ้มครองผู้บริโภค จำนวนงานในความรับผิดชอบและการอบรมเรื่องงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพอย่างไรก็ไม่ส่งผลให้เกิดความแตกต่างในการปฏิบัติงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ซึ่งอาจเป็นเพราะลักษณะการทำงานในปัจจุบันมีการกำหนดแนวทางการปฏิบัติงานอย่างชัดเจนจึงส่งผลให้ปัจจัยคุณลักษณะส่วนบุคคลไม่มีผลกับการปฏิบัติงาน สอดคล้องกับการวิจัยของ Impong (2014) เรื่องปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพของเจ้าหน้าที่สาธารณสุขในศูนย์สุขภาพชุมชน จังหวัดจันทบุรี การศึกษาไม่มีความความสัมพันธ์กับการปฏิบัติงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพของเจ้าหน้าที่สาธารณสุขในศูนย์สุขภาพชุมชนและสอดคล้องกับ Rodroca (2013) เรื่อง ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ในการปฏิบัติงานของข้าราชการสำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ส่วนกลาง ว่า ผลสัมฤทธิ์ในการปฏิบัติงานของข้าราชการไม่ได้ขึ้นอยู่กับระดับการศึกษาสูงสุดของผู้รับผิดชอบงาน

ปัจจัยที่สนับสนุนด้านการบริหาร จากการศึกษาพบว่าปัจจัยสนับสนุนด้านการบริหารการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลมีความสัมพันธ์กับผลการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จังหวัดสุพรรณบุรี หมายความว่า ผู้รับผิดชอบงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลที่ได้รับการสนับสนุนปัจจัยด้านคน งบประมาณ วัสดุอุปกรณ์และการบริหารจัดการ จะมีผลต่อการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล สอดคล้องกับ Impong (2014) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพของเจ้าหน้าที่สาธารณสุขในศูนย์สุขภาพชุมชนจังหวัดจันทบุรี พบว่าการปฏิบัติงานขององค์กรต้องอาศัยทรัพยากรสนับสนุนการปฏิบัติงาน ได้แก่ คน เงิน วัสดุสิ่งของและการบริหารจัดการ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล สอดคล้องกับ Vetchakit (2014) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติงานของกองช่างองค์การบริหารงานส่วนจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติงานของกองช่างองค์การบริหารส่วนจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติงานดังนี้ ปัจจัยด้านเจ้าหน้าที่และบุคลากร ปัจจัยด้านงบประมาณ ปัจจัยด้านอุปกรณ์เครื่องมือและเทคโนโลยีและปัจจัยด้านขั้นตอนในการปฏิบัติงาน พบว่าปัจจัยทั้ง 4 ด้าน มีผลต่อการปฏิบัติงานของกองช่างองค์การบริหารส่วนจังหวัดพระนครศรีอยุธยาในภาพรวมอยู่ในระดับมาก

ปัจจัยด้านกระบวนการบริหารงาน จากการศึกษาพบว่าปัจจัยด้านกระบวนการบริหารงาน คຸ່ມครองผู้บริโศดด้านผลิตภัณท์สุขภพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภพตำบลมีความสัมพันธ์กับผลการดำเนินงานคຸ່ມครองผู้บริโศดด้านผลิตภัณท์สุขภพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภพตำบล จังหวัดสุพรรณบุรี หมายความว่า เมื่อผู้บริโศดขอขงานคຸ່ມครองผู้บริโศดด้านผลิตภัณท์สุขภพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภพตำบลมีการปฏิบัติตามกระบวนการบริหารงานที่ดีขึ้น จะส่งผลให้ผลการดำเนินงานคຸ່ມครองผู้บริโศดด้านผลิตภัณท์สุขภพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภพตำบลดีขึ้นตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Dessler (2005) ว่าการบริหารเพื่อให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ได้นั้นจำเป็นต้องมีองค์ประกอบกระบวนการบริหารที่ดี และ Jumpang (2012) ที่ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จในการพัฒนาคุณภาพการบริหารจัดการภาครัฐตามการรับรู้ของบุคลากรในหน่วยงานระดับเขตกระทรวงสาธารณสุขพบว่าค่านิยมร่วมองค์การ กลยุทธ์องค์การ ระบบงาน ทักษะบุคลากร และโครงสร้างองค์การมีอิทธิพลต่อความสำเร็จในการพัฒนาคุณภาพการบริหารจัดการภาครัฐตามการรับรู้ของบุคลากรในหน่วยงานระดับเขตกระทรวงสาธารณสุข

3. ปัจจัยเชิงทำนายที่มีผลต่อการดำเนินงานคຸ່ມครองผู้บริโศดด้านผลิตภัณท์สุขภพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภพตำบล จังหวัดสุพรรณบุรี พบว่า ปัจจัยด้านกลยุทธ์สามารถใช้ทำนายผลการปฏิบัติงานคຸ່ມครองผู้บริโศดด้านผลิตภัณท์สุขภพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภพตำบล จังหวัดสุพรรณบุรีได้ ร้อยละ 18 ($R^2 = 0.180$, $F = 39.054$, $p = 0.00$) และปัจจัยด้านกลยุทธ์ร่วมกับด้านค่านิยมสามารถใช้ทำนายผลการปฏิบัติงานคຸ່ມครองผู้บริโศดด้านผลิตภัณท์สุขภพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภพตำบล จังหวัดสุพรรณบุรีได้ร้อยละ 24.4 ($R^2 = 0.244$, $F = 28.932$, $p = 0.00$) เพิ่มขึ้น ร้อยละ 6.4 แสดงให้เห็นว่าการที่จะทำให้ผลการดำเนินงานด้านคຸ່ມครองผู้บริโศดด้านผลิตภัณท์สุขภพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภพตำบล จังหวัดสุพรรณบุรีต้องมีการวางแผนกลยุทธ์ร่วมกับการกำหนดค่านิยมร่วมในการทำงาน ซึ่งเป็นปัจจัยกระบวนการด้านการบริหาร ร่วมกันจะทำให้เกิดผลการดำเนินงานมากขึ้น

4. ปัญหาอุปสรรคในการดำเนินงานคຸ່ມครองผู้บริโศดด้านผลิตภัณท์สุขภพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภพตำบล พบว่า ปัญหาส่วนใหญ่ที่เกิดและส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานคຸ່ມครองผู้บริโศด คือ ประชาชนขาดความตระหนักในการคຸ່ມครองผู้บริโศดด้านผลิตภัณท์สุขภพส่งผลให้การดำเนินงานคຸ່ມครองผู้บริโศดในจังหวัดสุพรรณบุรีไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ปัญหาการไม่สามารถบังคับใช้กฎหมายได้อย่างจริงจัง และขาดสิ่งอำนวยความสะดวกในการดำเนินงานคຸ່ມครองผู้บริโศดด้านผลิตภัณท์สุขภพ เช่น สื่อต่าง ๆ ชุดทดสอบสารปนเปื้อน เป็นต้น

ข้อเสนอแนะด้านนโยบาย

1. โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภพตำบลควรได้มีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายและแผนงานในการปฏิบัติงานตามบริบทของพื้นที่ เพื่อให้สามารถจัดการกับปัญหาในพื้นที่ได้จริง

2. สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดควรมีการติดตามประเมินผลการปฏิบัติงานด้านคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพอย่างต่อเนื่องเพื่อยกระดับการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลให้มีมาตรฐานที่สูงขึ้นและช่วยแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการปฏิบัติงานในพื้นที่

ข้อเสนอแนะการนำผลวิจัยไปประยุกต์ใช้

1. โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลควรได้มีส่วนร่วมจัดทำกลยุทธ์ แผนและแผนงานโครงการอย่างแท้จริง ควรมีการจัดทำแผนแบบล่างขึ้นบนเพื่อให้เกิดการแก้ปัญหาในพื้นที่โดยให้เจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพเข้ามามีส่วนร่วมในการปฏิบัติงานตามบริบทของพื้นที่ พร้อมกันนั้นต้องมีการสร้างค่านิยมขององค์กรในการดำเนินงานให้ชัดเจนและเป็นรูปธรรม นอกจากนี้สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดควรมีการติดตามประเมินผลการปฏิบัติงานด้านคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพอย่างต่อเนื่องเพื่อยกระดับการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภค

2. ด้านคน ควรมีการพัฒนาศักยภาพในการปฏิบัติงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพให้กับเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบงานโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลอย่างต่อเนื่อง และผู้บริหารควรมีข้อเสนอพิเศษสำหรับเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพเพื่อเพิ่มแรงจูงใจในการทำงาน

3. การจัดการ ควรมีการนำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่มาช่วยในการดำเนินงาน เช่น การใช้ระบบกำหนดพิกัดเพื่อให้ง่ายต่อการหาสถานที่ การเพิ่มช่องทางการสื่อสารให้คำปรึกษาแบบทันทีที่เกิดเหตุการณ์ฉุกเฉิน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาตัวแปรที่อยู่ภายใต้กรอบแนวคิดทางการบริหารประเภทอื่น ที่น่าจะมีอิทธิพลต่อผลการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพ เช่น การบริหารแบบมุ่งผลสัมฤทธิ์ แรงจูงใจ ภาวะผู้นำ เป็นต้น อันจะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปปรับใช้ในการวางกลยุทธ์การพัฒนาหน่วยงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. ควรมีการศึกษาโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในเขตจังหวัดและภาคอื่น ๆ เพื่อจะได้ทราบถึงผลการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในภาพรวมได้อย่างครอบคลุมทุกพื้นที่มากยิ่งขึ้น

3. ควรมีการขยายขอบเขตของการศึกษาให้ครอบคลุมถึงประชากรกลุ่มอื่น ๆ ที่ปฏิบัติงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์ เช่น อสม. โรงเรียน อย.น้อย เป็นต้น เพื่อที่จะได้ทราบถึงความสำเร็จในการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์อย่างครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

REFERENCES

- Dessler, G. (2005). **Human Resource Management**. 10th Edition. New Jersey : Pearson Prentice Hall.
- Food and Drug Administration, Ministry of Public Health. (2014). **Results of the Healthcare Product Surveillance and Compliance Center**. Nonthaburi. (in Thai)
- Hair, F.J., Black, C.W. & Babin, J.B. (2006). **Multivariate Data Analysis**. 6th Edition. New Jersey : Pearson Prentice Hall.
- Impong, W. (2014). **Factors Related to the Performance of Consumer Protection on Health Product of Health Officers in Primary Care Units, Chanthaburi Province**. Master thesis, Department of Health Sciences, Faculty of Public Health Sukhothai Thammathirat Open University, Bangkok. (in Thai)
- Jumpang, T. (2012). Factors Influencing the Success of Public Sector Management Quality Award Based on Perception of the Personnel at the Regional Level, Ministry of Public Health. **The Public Health Journal of Burapha University**, 7(2), 38-52. (in Thai)
- Rodroca, N. (2013). Factors Affecting the Result of Performance of Government Officers in the Central Office of the Permanent Secretary for Agricultural and Cooperatives. **Modern Management Journal**, 11(1), 48-60. (in Thai)
- Rural and Local Consumer Health Products Protection Promotion Division, Food and Drug Administration, Ministry of Public Health. (2015). **Health Product Consumer Protection For district officials Handbook**. Bangkok : 617 Company Limited. (in Thai)
- Siangprasert, P. (2013). A Model of Health Consumer Protection at Local Administrative Level : the Case of Health Products in Pathumthani. **Journal of Health Science**. 23(6) ,984-991. (in Thai)
- Suphanburi Provincial Health Office. (2015). **Summary Operating Results Fiscal Year 2014**. Suphanburi. (in Thai)
- Vetchakit, S. (2014). **Factors Affecting the Performance of the Engineering Divisions of Phanakornsri-Ayutthaya Provincial Administration Organization**. Master thesis, Department of Civil Engineering Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima. (in Thai)

บทความวิจัย

การศึกษาแบบจำลองพฤติกรรมการไหลของอากาศผ่านทรงกระบอกตันแบบ 2 มิติ ด้วยเทคนิคพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ

A STUDY OF TWO-DIMENSIONAL MODELING OF BEHAVIOR OF AIR FLOW THROUGH THE CYLINDER BY COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS TECHNIQUE (CFD)

ฉันทบูรณ์ ถาวรรณ*

สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

Tanyaboon Tawonwan*

Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University, Uttaradit 53000

*Email: Tawonwan@hotmail.com

บทคัดย่อ

เทคนิคพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics, CFD) เป็นเทคนิคที่ช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาทางด้านพลศาสตร์ของไหล ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำเอาหลักการและวิธีการสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ ด้วยเทคนิคพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (CFD) มาเป็นเครื่องมือเพื่อศึกษาพฤติกรรมการไหลของอากาศผ่านทรงกระบอกตันผิวเรียบในสองมิติ และจากผลงานวิจัยนี้จะได้มีการนำเอาข้อมูลไปใช้ประกอบการสร้างอุโมงค์ลมและออกแบบแท่งดูดความชื้นของระบบทำความเย็นแบบระเหยต่อไป โดยได้มีศึกษาพฤติกรรมการไหลของอากาศ คือ การกระจายตัวของความเร็วอากาศ สัมประสิทธิ์การดูด (Re_d) และ เลขเรย์โนลด์ (Reynolds Number, Re_d) ที่ค่าความเร็วอากาศเริ่มต้นที่ 0.01, 0.03, 0.05, 0.1, 0.3, 0.5, 1, 3, 5, 10, 30 และ 50 m/s โดยมีเงื่อนไขเลขเรย์โนลด์ที่ $Re_d \leq 10^3$ เป็นการไหลเป็นแบบราบเรียบและใช้แบบจำลองความหนืด (Viscous Model) แบบ Laminar เงื่อนไขเลขเรย์โนลด์ที่ $10^3 \leq Re_d \leq 10^5$ การไหลเป็นแบบปั่นป่วนและใช้แบบจำลองความหนืดแบบ k - epsilon และเงื่อนไขเลขเรย์โนลด์ที่ $Re_d > 10^5$ การไหลเป็นแบบปั่นป่วนเต็มรูปแบบและใช้แบบจำลองความหนืดแบบ k - epsilon และสามารถเปรียบเทียบผลการทดลองจากการสร้างแบบจำลองตามทฤษฎีชั้นขอบเขต ซึ่งมีผลที่ได้จากการทดลองสร้างแบบจำลองจะมีความสอดคล้องกัน ในช่วงค่าของเลขเรย์โนลด์ ที่ 10^3 ถึง 10^5 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดเฉลี่ยโดยการทดลองสร้างแบบจำลอง CFD จะมีค่า 1.62 และค่าสัมประสิทธิ์การดูดเฉลี่ยโดยการคำนวณตามทฤษฎี จะมีค่า 1.03 และค่าสัมประสิทธิ์การดูดของอากาศที่ไหลผ่านทรงกระบอกตันผิวเรียบที่ใช้จริงตามทฤษฎี จะมีค่าอยู่ที่ 1.20

คำสำคัญ: พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ การไหลของอากาศผ่านทรงกระบอกตันผิวเรียบ

ABSTRACT

Computational fluid dynamics technique (CFD) is a relatively new field of technology in Thailand. This technique has been developed and used widely. CFD utilizes computer softwares to solve problems such as aerospace engineering, heat transfer and fluid mechanics etc. This research used the principles and methods of computer modeling with CFD as a tool by studying the flow of air through the cylinder in two-dimensional plane, which is part of the evaporative cooling model in low speed wind tunnel. The parameters studied in this study include the distribution of air velocity, coefficient of drag (C_D) and the Reynolds Number, (Re_d). The air velocity inlet of 0.01, 0.03, 0.05, 0.1, 0.3, 0.5, 1, 3, 5, 10, 30 and 50 m/s with Reynolds Number of $Re_d \leq 10^3$, $10^3 \leq Re_d \leq 10^5$ and $Re_d > 10^5$ were used to study laminar flow, low turbulent flow, respectively. The comparison of modeling for this research with boundary - layer theory, shows consistency of the studied models. For the values of Reynolds Number between 10^3 and 10^5 , the average value of coefficient of drag coefficient by CFD is 1.62. The average value of coefficient of drag coefficient from theoretical calculations is 1.03 whereas the real value of drag coefficient is 1.20.

Keywords: computational fluid dynamics (CFD), smooth cylinder cross flow

บทนำ

วิธีทางพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics, CFD) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้วิเคราะห์พลศาสตร์ของไหลด้วยวิธีทางคณิตศาสตร์ ซึ่งอาศัยความสามารถของคอมพิวเตอร์สมัยใหม่ช่วยในการคำนวณโดยใช้วิธีไฟไนต์อีลิเมนต์ (Finite Element Method) โดยมีกระบวนการตามรูปที่ 2 ในการทำการวิเคราะห์ปัญหาทางพลศาสตร์ของไหลได้ในระยะเวลาอันสั้นเพียงไม่กี่ชั่วโมง ทำให้กระบวนการออกแบบมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการแบบเดิมๆ เช่น ในการออกแบบอากาศยานที่เมื่อออกแบบและสร้างตัวต้นแบบแล้ว จะต้องทำการทดลองหาผลทางอากาศพลศาสตร์ในอุโมงค์ลม ซึ่งทำให้มีขั้นตอนในการศึกษาและวิจัยที่มีความยุ่งยาก แต่ปัจจุบันการใช้โปรแกรมคำนวณทางพลศาสตร์ของไหล ที่เริ่มมีการใช้กันโดยแพร่หลายและมากขึ้น เริ่มเข้ามามีบทบาทต่อการเรียนการศึกษาในปัจจุบัน ซึ่งพฤติกรรมการไหลของของไหลสามารถอธิบายโดยใช้แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยการจำลองปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางพลศาสตร์ของไหลจะคำนวณด้วยชุดของสมการอนุรักษ์ (Conservation Equations) และประกอบด้วยสมการอนุรักษ์มวล (Conservation of mass Equations) หรือสมการความต่อเนื่อง (Continuity Equations) สมการอนุรักษ์โมเมนตัม (Momentum Equations) และสมการอนุรักษ์พลังงาน (Conservation of Energy Equations) ซึ่งวิธี CFD นั้นสามารถช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการออกแบบ พัฒนา ปรับปรุง และสามารถทำให้เห็นภาพของการไหลได้ชัดเจนขึ้นผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้การวิเคราะห์ทางพลศาสตร์ของไหลจะมีปัจจัยและองค์ประกอบใหญ่ ๆ 3 องค์ประกอบ คือ สมการเชิงอนุพันธ์ย่อย (Partial Differential Equations) ที่อธิบายความเป็นจริงของปัญหา เงื่อนไขขอบเขต (Boundary Conditions) ของปัญหาที่ทำการศึกษานั้น และลักษณะรูปร่าง (Geometry) ของปัญหา โดยทั้ง 3 องค์ประกอบนี้หากองค์ประกอบหนึ่งองค์ประกอบใดมีการเปลี่ยนแปลงจะทำให้ผลลัพธ์มีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ตัวอย่างของการประยุกต์ใช้วิธี CFD ในการคำนวณด้าน

ต่าง ๆ เช่น การนำ CFD มาช่วยในการออกแบบทางพลศาสตร์ของอากาศ การนำ CFD มาช่วยวิเคราะห์ปัญหาการหมุนวนของอากาศ และการศึกษาผลกระทบเนื่องจากรูปแบบของครีบท่อการถ่ายเทความร้อน เป็นต้น ซึ่งในการศึกษาแบบจำลองพฤติกรรมการไหลของอากาศผ่านทรงกระบอกตันใน 2 มิติ ด้วยเทคนิคพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ ได้มีวัตถุประสงค์ในการวิจัยอยู่ 3 ประการ คือ

1. เพื่อเป็นการศึกษาพฤติกรรมของการไหลอากาศที่เคลื่อนที่ผ่านทรงกระบอกตัน ด้วยวิธีการทางพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ

2. ศึกษาผลกระทบของกระแสอากาศที่มีต่อทรงกระบอกตันกับแบบจำลองอุโมงค์ลม

3. เพื่อนำข้อมูลที่ได้นี้ไปต่อยอดสร้างอุโมงค์ลม ในการศึกษาและวิจัยทางพลศาสตร์ของไหล

ดังนั้นการศึกษาและวิเคราะห์รูปแบบพฤติกรรมของอากาศที่ไหลผ่านทรงกระบอกตันในเงื่อนไขแบบ 2 มิติ จากงานวิจัยนี้สามารถนำผลที่ได้จากการจำลองไปใช้เป็นหลักการพื้นฐานสำหรับการทำนายพฤติกรรมการไหลของอากาศ เพื่อใช้ในการออกแบบสร้างอุโมงค์ลมและการวางแผนของแท่งกระบอกดูดความชื้นของงานวิจัยระบบการทำความเย็นแบบระเหยของอากาศ ทั้งนี้ยังสามารถช่วยให้เห็นผลกระทบจากการออกแบบและนำไปปรับปรุงกรณ์ต่าง ๆ ของระบบอุโมงค์ลมของระบบทำความเย็นแบบระเหยได้ เพื่อให้ให้อากาศไหลผ่านระบบทำความเย็นแบบระเหยและวัตถุทรงกระบอกดูดความชื้นเป็นไปได้ด้วยความสะดวก และมีประสิทธิภาพของการทำความเย็นที่ดี

วิธีการ

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองสร้างแบบจำลอง CFD เพื่อศึกษาพฤติกรรมการไหลของอากาศผ่านแบบจำลองของวัตถุทรงกระบอกตันในอุโมงค์ลม แบบ 2 มิติ โดยมีเงื่อนไขขอบเขต (Bell & Mehta, 1989) ดังแสดงในรูปที่ 2 แล้วนำผลการคำนวณที่ได้มาวิเคราะห์ความเป็นไปได้กับทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ซึ่งปริมาณที่ได้จากการทดลองสร้างแบบจำลอง CFD และนำมาเปรียบเทียบกับทฤษฎี ได้แก่ สัมประสิทธิ์การดูด (C_D) และเลขเรย์โนลด์ (Re_d) ซึ่งเป็นปริมาณที่บ่งบอกถึงพฤติกรรมของของไหล ดังสมการที่ (4) ถึง (6) โดยได้กำหนดค่าความเร็วลมที่ 0.01 ถึง 50 m/s และแบบจำลองของวัตถุทรงกระบอกตันมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของวัสดุทดสอบ (D) มีขนาด 0.025 m และแบบจำลองอุโมงค์ลมมีความกว้าง H หรือ 8D และมีความยาว 20D ซึ่งสามารถกำหนดเงื่อนไขเลขเรย์โนลด์ (Re_d) ของแบบจำลองความหนืด (viscous Model) ที่ความเร็วของอากาศในอุโมงค์ลม (velocity inlet) สำหรับการไหลท่วมทรงกระบอกตันและเป็นการไหลแบบเต็มท่อ ได้แก่ $Re_d \leq 10^3$ สำหรับการไหลเป็นแบบราบเรียบจะใช้แบบจำลองความหนืดแบบ Laminar, $10^3 \leq Re_d \leq 10^5$ สำหรับการไหลเป็นแบบปั่นป่วนจะใช้แบบจำลองความหนืดแบบ k - epsilon และ $Re_d > 10^5$ สำหรับการไหลเป็นแบบปั่นป่วนเต็มรูปแบบจะใช้แบบจำลองความหนืดแบบ k - epsilon

1. รูปแบบสมการในระบบการวิเคราะห์ผลทางพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ แบบ 2 มิติ

การกำหนดคุณลักษณะของแบบจำลองทางกายภาพและการคำนวณทาง CFD ได้แก่ การกำหนดรูปแบบสมการของการเคลื่อนที่ของของไหล สมการเอนทัลปี (Enthalpy) และสมการอนุรักษ์มวล ซึ่งโดยทั่วไปการพิจารณาสนามการไหลในของไหลแบบ Navier-Stokes ซึ่งจะมีการวิเคราะห์ผลเชิงตัวเลขทางด้านพลศาสตร์ของไหล ที่จะต้องให้ความสำคัญ โดยมีสมการควบคุมสนามการไหลของของไหลหลัก ๆ คือ สมการอนุรักษ์มวลหรือสมการความต่อเนื่อง สมการพลังงาน และสมการโมเมนตัม ซึ่งได้แสดงในสมการที่ (1) ถึง (3) (Techaampai, 2013; Versteeg & Malalasekera, 1995)

1.1 สมการอนุรักษ์มวลหรือสมการความต่อเนื่อง (ของไหลที่บีบอัดตัวได้) ใน 2 มิติ

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot (\rho \vec{V}) = 0$$

$$\text{หรือ} \quad \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial \rho u}{\partial x} + \frac{\partial \rho v}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

เมื่อ ρ คือ ความหนาแน่นของของไหล [kg/m³]

t คือ เวลา [s]

u และ v คือ ความเร็วย่อยในทิศแกน x และ y [m/s]

$\vec{V}$ คือ ความเร็วของของไหล [m/s]

1.2 สมการอนุรักษ์โมเมนตัมในแนวแกน x และ y

$$\begin{aligned} \text{x-component: } & \frac{\partial(\rho u)}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot (\rho u \vec{V}) = -\frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y} + \rho f_x \\ \text{y-component: } & \frac{\partial(\rho v)}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot (\rho v \vec{V}) = -\frac{\partial p}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \rho f_y \end{aligned} \quad (2)$$

เมื่อ p คือ แรงอันเนื่องมาจากความดัน [N]

σ_x คือ ความเค้นตั้งฉากกับแกน y (normal stress) ที่กระทำในแนวแกน x

ρf_x คือ แรงอันเนื่องมาจากน้ำหนักของตัวเองในแนวแกน x

τ_{yx} คือ ความเค้นเฉือนในแนวแกน x (shear stress) (สำหรับตัวห้อยแรก ในที่นี้คือ y ระบุด้านที่ตั้งฉากกับแกน y ซึ่งมีความเค้นเฉือนนี้กระทำอยู่ ส่วนตัวห้อยหลังในที่นี้คือ x ระบุทิศทางของความเค้นเฉือนที่กระทำ)

1.3 สมการอนุรักษ์พลังงานใน 2 มิติ

$$\frac{\partial}{\partial t} \left[\rho \left(e + \frac{V^2}{2} \right) \right] + \vec{\nabla} \cdot \left[\rho \left(e + \frac{V^2}{2} \right) \vec{V} \right] = \rho \bar{Q} + \vec{\nabla} \cdot (k \vec{\nabla} T) - p \cdot \vec{\nabla} \vec{V} \\ \left[\frac{\partial u \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial u \tau_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} \right] + \rho \vec{f} \cdot \vec{V} \quad (3)$$

เมื่อ e คือ พลังงานภายใน [J]

$\frac{V^2}{2}$ คือ พลังงานจลน์ของของไหล [J] ที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว V [m/s]

p คือ ความดันของของไหล [Pa]

k คือ สัมประสิทธิ์การนำความร้อน (thermal conductivity) [W/(m·K)]

T คือ อุณหภูมิของของไหล [K]

$\bar{Q}$ คือ ปริมาณฟลักซ์ความร้อนทั้งหมดที่เกิดขึ้นในของไหล [W/m²]

2. การวิเคราะห์พฤติกรรมของของไหล

การวิเคราะห์พฤติกรรมของของไหลสามารถวิเคราะห์ได้ ดังสมการที่ (4) ถึง (6) ซึ่งเป็นสมการที่ใช้วิเคราะห์สัมประสิทธิ์การฉุดสำหรับการไหลท่วมทรงกระบอกตัน (C_D) และสมการการวิเคราะห์เลขเรย์โนลด์สำหรับการไหลท่วมทรงกระบอกตัน (Re_d)

2.1 สมการสัมประสิทธิ์การฉุดสำหรับการไหลท่วมทรงกระบอกตัน (Schlichting, 1979) โดยที่ L คือ ความยาวของทรงกระบอก [m], d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางทรงกระบอก [m], V คือ ความเร็วของของไหล [m/s] และ D_T คือ แรงฉุดรวม [N]

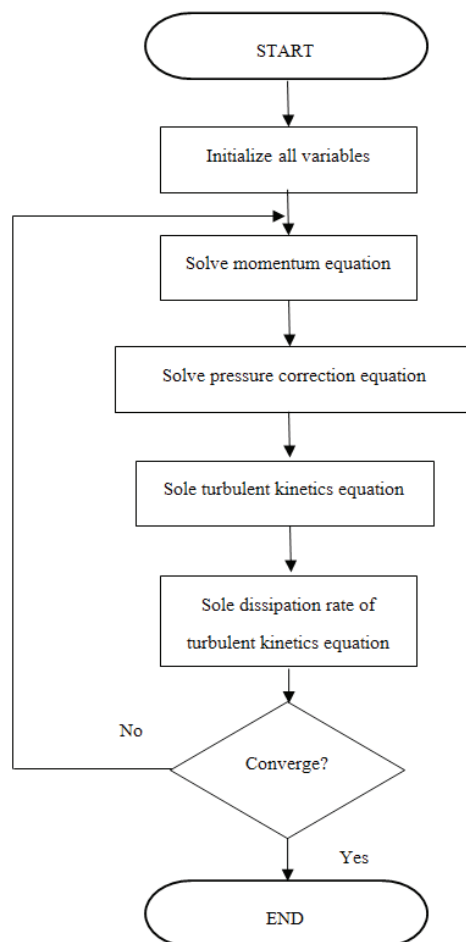
$$C_D = \frac{D_T}{\frac{1}{2} \rho V^2 L d} \quad (4)$$

2.2 สมการสัมประสิทธิ์การฉุดในพจน์ของเลขเรย์โนลด์ (Re_d) สำหรับการไหลท่วมทรงกระบอกตัน (Piroonkaset, 2004)

$$C_D = 1 + \frac{10}{Re_d^{2/3}} \quad (5)$$

2.3 เลขเรย์โนลด์ (Reynolds Number, Re_d) สำหรับการไหลท่วมทรงกระบอกตัน (Piroonkaset, 2004) โดยที่ u_∞ คือ ความเร็วของของไหลที่ฟรีสตรีม [m/s], ρ คือ ความหนาแน่นของของไหล [kg/m³], และ μ คือ สัมประสิทธิ์ความหนืดพลศาสตร์ [kg/(m·s)]

$$Re_d = \frac{\rho u_\infty d}{\mu} \quad (6)$$



รูปที่ 1 ผังงานแสดงกระบวนการทางพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ ที่มีการหาผลเฉลยด้วยวิธีการทางระเบียบวิธีทางตัวเลขแบบซิมเปิล (SIMPLE algorithm)(Tawonwan, 2007)

3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนของการดำเนินการวิจัยนี้ ผู้วิจัยกำหนดขั้นตอนในการวิจัยไว้ 7 ขั้นตอนดังนี้

3.1 สร้างแบบจำลอง CFD แบบ 2 มิติ เพื่อทำนายพฤติกรรมการไหลของอากาศผ่านแบบจำลองของวัตถุทรงกระบอกตัน

3.2 สร้างเงื่อนไขขอบเขตของแบบจำลองทรงกระบอกและแบบจำลองอุโมงค์ลม โดยมีข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 2

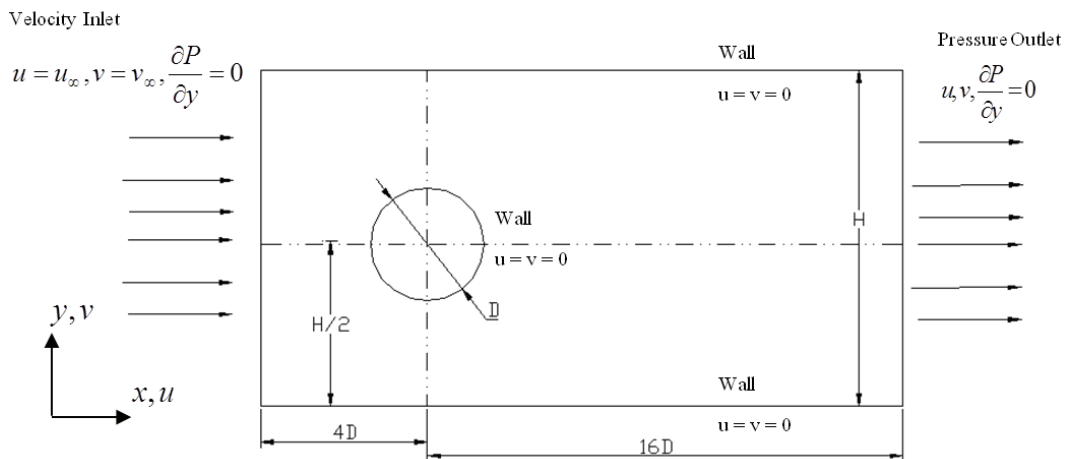
3.3 แบบจำลองการไหลที่ใช้ในการวิจัยนี้จะใช้เป็นแบบปั่นป่วน หรือ k - epsilon และกำหนดให้การจำลองนี้เป็นการจำลองแบบคงตัว (Steady State)

3.4 ศึกษาปริมาณที่ได้จากการสร้างแบบจำลอง CFD ได้แก่ สัมประสิทธิ์การดูด (C_D) เลขเรย์โนลด์ (Re_D) ซึ่งเป็นปริมาณที่บ่งบอกถึงพฤติกรรมของของไหล โดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (4) ถึง (6)

3.5 ค่าความเร็วลมขาเข้าอุโมงค์ลมที่ใช้ในการจำลอง คือ 0.01, 0.03, 0.05, 0.1, 0.3, 0.5, 1, 3, 5, 10, 30 และ 50 m/s

3.6 เปรียบเทียบผลการจำลองกับการคำนวณทางทฤษฎีและผลการทดลองที่ได้รับการยอมรับ ดังแสดงในรูปที่ 3

3.7 สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัยในผลของพฤติกรรมการณ์เคลื่อนที่ของอากาศผ่านแบบจำลองทรงกระบอกตัน



รูปที่ 2 เงื่อนไขขอบเขตของการวิเคราะห์ทางพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (CFD) ของแบบจำลองทรงกระบอกตันในแบบจำลองอุโมงค์ลม แบบ 2 มิติ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การเปรียบเทียบผลการทดลองในการสร้างแบบจำลองตามเงื่อนไขขอบเขต ดังรูปที่ 1 และในหัวข้อวิธีดำเนินการวิจัยและระเบียบวิธีวิจัย ซึ่งจะมีทฤษฎีขั้นขอบเขต ใช้เป็นทฤษฎีอ้างอิงสำหรับการสร้างแบบจำลองนี้ เพื่อศึกษาพฤติกรรมของการไหลของอากาศโดยมีปริมาณในสมการที่ (4) ถึง (6) เป็นสมการหลักในการใช้อ้างอิง โดยการทดลองศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสัมประสิทธิ์การดูด กับ เลขเรย์โนลด์ ดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การดูด กับ เลขเรย์โนลด์ของการทดลองศึกษาพฤติกรรมของการไหลของอากาศผ่านทรงกระบอกตันในอุโมงค์ลม ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดต่าง ๆ และใช้เปรียบเทียบกับผลการทดลองสร้างแบบจำลอง และจากการทดลองสร้างแบบจำลอง CFD เพื่อศึกษาพฤติกรรมของการไหลของอากาศผ่านทรงกระบอกกลม ที่มีเงื่อนไขเป็นแบบจำลอง 2 มิติ พบว่าผลของการสร้างแบบจำลอง ผลของการคำนวณตามทฤษฎี และผลของการทดลองทฤษฎีขั้นขอบเขต มีความสอดคล้องและเป็นไปในทางที่ใกล้เคียงกัน ดังแสดงในรูปที่ 4 ซึ่งในการทดลองสร้างแบบจำลองได้กำหนดช่วงค่าของเลขเรย์โนลด์ อยู่ที่ 10^1 ถึง 10^5 และกำหนดค่าความเร็วลมที่ทางเข้าของอุโมงค์ลม (Velocity

inlet) เป็น 0.01, 0.03, 0.05, 0.1, 0.3, 0.5, 1, 3, 5, 10, 30 และ 50 m/s และสำหรับการใช้งานจริงของค่าสัมประสิทธิ์การดูดของอากาศที่ไหลผ่านทรงกระบอกตันผิวเรียบ จะมีค่าอยู่ที่ 1.2 และ เลขเรย์โนลด์อยู่ที่ 10^5 (Bertin, 2002) และได้แสดงตัวอย่างผลการจำลองในรูปแบบภาพกราฟิกในรูปที่ 5 และ 6 ซึ่งเป็นการแสดงรูปแบบการกระจายตัวของความเร็วอากาศ การกระจายตัวของเวกเตอร์ความเร็วของอากาศ และการกระจายตัวของความดันที่เกิดขึ้น ณ ค่าความเร็วของอากาศที่ทางเข้าต่าง ๆ กัน

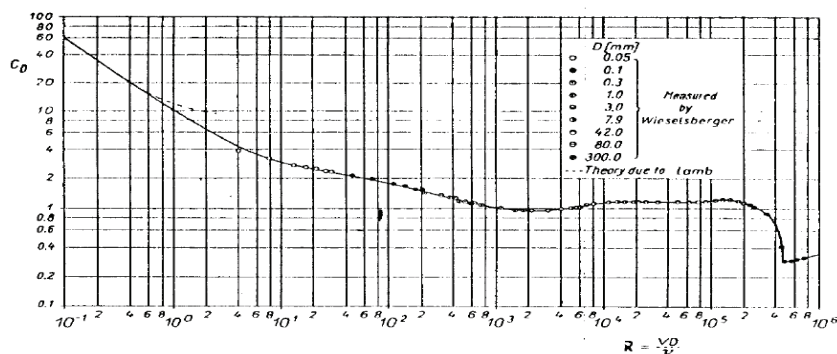
ตารางที่ 1 เปรียบเทียบตัวเลขเรย์โนลด์ (Re_d) และสัมประสิทธิ์การดูดที่คำนวณในทางทฤษฎี (C_D Theory) กับสัมประสิทธิ์การดูดจากผลของแบบจำลอง CFD (C_D CFD) ที่ความเร็วของอากาศต่าง ๆ ณ ทางเข้าของแบบจำลองอุโมงค์ลม

velocity inlet (m/s)	Re_d	C_D Theory	C_D CFD
0.01	1.57E+01	2.59	3.88
0.03	4.72E+01	1.77	3.15
0.05	7.87E+01	1.54	2.86
0.1	1.57E+02	1.34	2.70
0.3	4.72E+02	1.16	2.41
0.5	7.87E+02	1.12	2.47
1	1.57E+03	1.07	2.12
3	4.72E+03	1.04	1.41
5	7.87E+03	1.03	1.05
10	1.57E+04	1.02	1.75
30	4.72E+04	1.01	1.76
50	7.87E+04	1.01	1.68

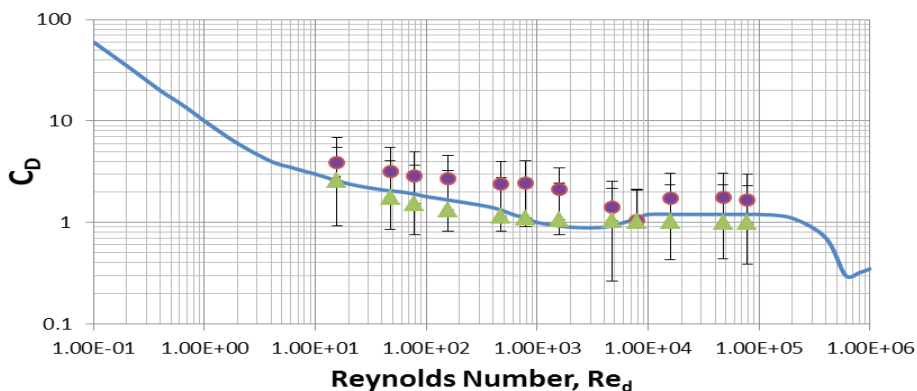
ผลการทดลอง

จากการสร้างแบบจำลอง CFD เพื่อศึกษาพฤติกรรมการไหลของอากาศผ่านทรงกระบอกกลมที่มีเงื่อนไขเป็นแบบจำลอง 2 มิติ พบว่าผลของการสร้างแบบจำลอง ผลของการคำนวณตามทฤษฎี และผลของการทดลองทฤษฎีขึ้นขอบเขต มีความสอดคล้องและเป็นไปในทางที่ใกล้เคียงกัน ดังแสดงในรูปที่ 3 และรูปที่ 4 และสามารถเปรียบเทียบผลการทดลองได้ดังตารางที่ 1 ซึ่งในการทดลองจะเพิ่มความเร็วอากาศที่ทางเข้ามากขึ้น คือ 0.01, 0.03, 0.05, 0.1, 0.3, 0.5, 1, 3, 5, 10, 30 และ 50 m/s จะเห็นได้ว่าที่ความเร็วอากาศเข้าที่ 0.1 m/s และ 1 m/s รูปแบบการไหลของอากาศ และรูปแบบของเวกเตอร์การไหลของอากาศจะมีลักษณะหมุนวน (Vortex) เนื่องจากเงื่อนไขค่าของเลขเรย์โนลด์ ของการไหลของอากาศที่อยู่ในช่วงของการเริ่มเปลี่ยนแปลงจากการไหลแบบราบเรียบไปเป็นการไหลแบบปั่นป่วน สอดคล้องกับตัวอย่างในรูปที่ 7 ซึ่งเป็นรูปแบบการกระจายตัวของความดันที่ความเร็วอากาศเข้าที่ 0.1 m/s และ

1 m/s ในบริเวณอากาศหมุนวนจะมีค่าความดันที่ต่ำเมื่อเทียบกับบริเวณข้างเคียง โดยในการทดลองสร้างแบบจำลองได้กำหนดช่วงค่าของเลขเรย์โนลด์ อยู่ที่ 10^1 ถึง 10^5 และค่าสัมประสิทธิ์การดูด ของอากาศที่ไหลผ่านทรงกระบอกตันผิวเรียบ ที่ได้จากการทดลองสร้างแบบจำลอง CFD จะมีค่าอยู่ในช่วง 1.68 ถึง 3.88 และค่าสัมประสิทธิ์การดูด เฉลี่ยโดยการทดลองสร้างแบบจำลอง CFD ในช่วงค่าของเลขเรย์โนลด์ ที่ 10^3 ถึง 10^5 จะมีค่า 1.62 และค่าสัมประสิทธิ์การดูด เฉลี่ยโดยการคำนวณตามทฤษฎี ในช่วงค่าของเลขเรย์โนลด์ ที่ 10^3 ถึง 10^5 จะมีค่า 1.03 และสำหรับการใช้งานจริงของค่าสัมประสิทธิ์การดูด ของอากาศที่ไหลผ่านทรงกระบอกตันผิวเรียบ จะมีค่าอยู่ที่ 1.2 และ เลขเรย์โนลด์ อยู่ที่ 10^5 (Bertin, 2002)



รูปที่ 3 ผลการทดลองของการไหลของอากาศผ่านทรงกระบอกตันจากทฤษฎีชั้นขอบเขต (Boundary - Layer Theory) กับสัมประสิทธิ์การดูด (C_D) และตัวเลขเรย์โนลด์ (Re_D) ต่าง ๆ (Schlichting, 1979)



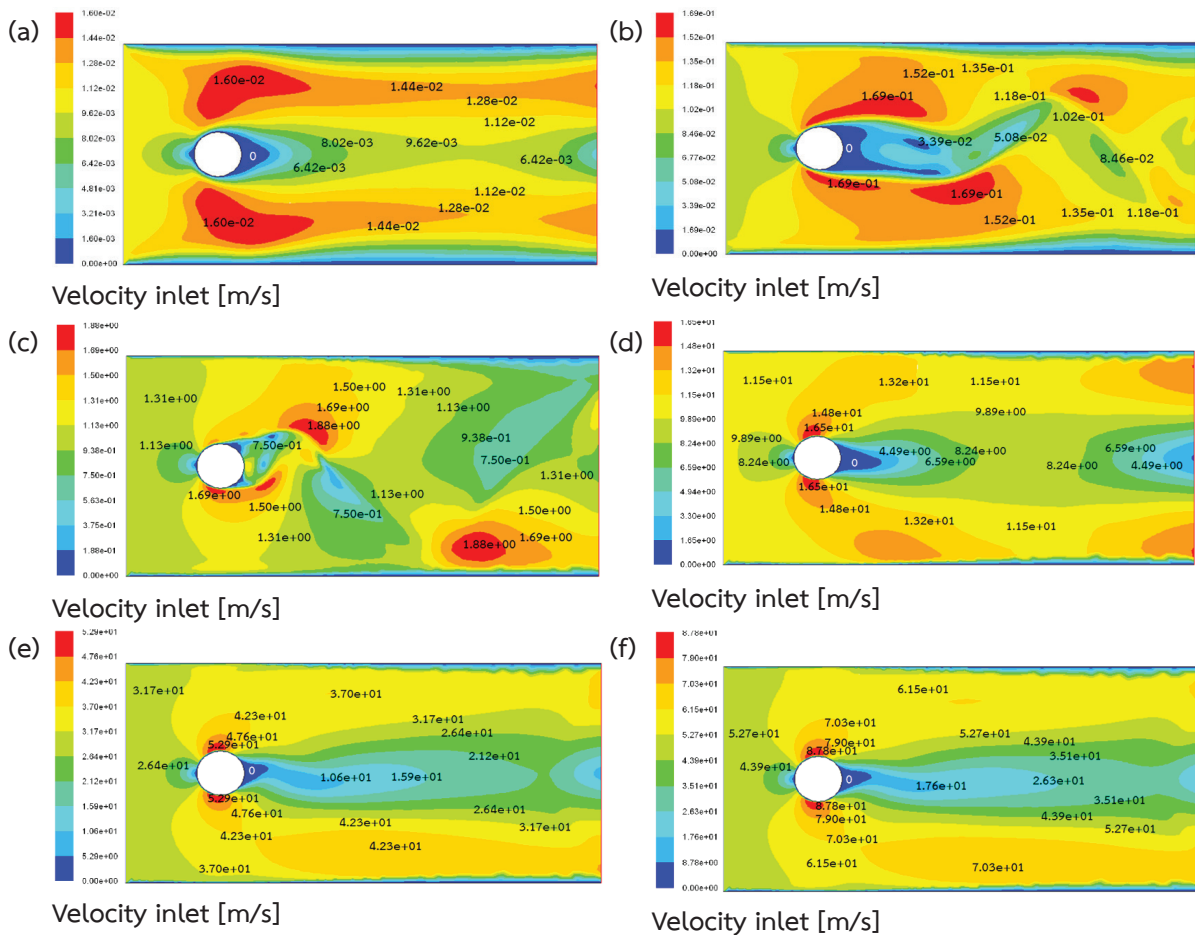
รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การดูด (C_D) ของอากาศที่ไหลผ่านทรงกระบอกตันเปรียบเทียบกับเลขเรย์โนลด์ (Re_D) ที่ได้จากแบบจำลอง CFD ที่เปรียบเทียบกับผลการทดลองของทฤษฎีชั้นขอบเขต (Boundary - Layer Theory) และทฤษฎีการไหลทั่ววัตถุทรงกระบอกตัน ในสมการที่ 4 ถึง 6 โดยที่ — คือผลของเลขเรย์โนลด์ จากการทดลองตามทฤษฎีชั้นขอบเขต (Boundary-Layer Theory) (Schlichting, 1979), ▲ คือผลของเลขเรย์โนลด์ จากการทดลองจากทฤษฎีการไหลทั่ววัตถุทรงกระบอกตัน และ ● คือผลของเลขเรย์โนลด์ จากแบบจำลอง CFD ของอากาศที่ไหลผ่านทรงกระบอกตัน

สรุปและวิจารณ์ผล

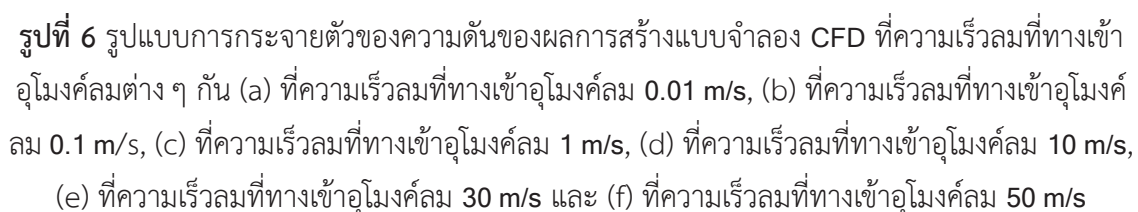
ในงานวิจัยนี้จะมีการสร้างแบบจำลองทางพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณแบบ 2 มิติ เพื่อทำนายพฤติกรรมการไหลของอากาศผ่านแบบจำลองของวัตถุทรงกระบอกตัน โดยมีการสร้างเงื่อนไขขอบเขตของแบบจำลองทรงกระบอกและแบบจำลองอุโมงค์ลมซึ่งแสดงข้อมูลในรูปที่ 2 และได้กำหนดรูปแบบของแบบจำลองการไหล (Flow model) เป็นแบบปั่นป่วน (k - epsilon) และมีเงื่อนไขสถานการณ์จำลองของการคำนวณทางพลศาสตร์ของไหลเป็นการจำลองแบบคงตัว (Steady State) โดยผลของพฤติกรรมการไหลของอากาศผ่านทรงกระบอกตัน แบบ 2 มิติ ด้วยวิธีการทางพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณได้แสดงผลของการทดลองในตารางที่ 1 และในรูปที่ 4 ในส่วนของค่าสัมประสิทธิ์การดูดที่คำนวณในทางทฤษฎี (C_D Theory) กับสัมประสิทธิ์การดูดจากผลของแบบจำลอง CFD (C_D CFD) ที่ความเร็วลมที่ทางเข้าอุโมงค์ลมขนาดต่าง ๆ ปรากฏว่าในค่าสัมประสิทธิ์การดูด (C_D) เหล่านั้น มีค่าที่ใกล้เคียงกับที่ตัวเลขเรย์โนลด์ (Re_D) ประมาณระหว่าง 4.00×10^3 ถึง 7.00×10^3 ซึ่งอยู่ในช่วงของความเร็วกะแสลมเข้าอุโมงค์ลมระหว่าง 3 ถึง 5 m/s โดยมีลักษณะของพฤติกรรมการไหลของอากาศอยู่ในช่วงขอบเขตการไหลแบบปั่นป่วน (Turbulent flow) และเป็นการไหลแบบปั่นป่วนที่ไม่สูงมาก ดังนั้น จากผลการวิเคราะห์แบบจำลองนี้จึงสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้วิเคราะห์เพื่อกำหนดค่าความเร็วและอัตราการไหลของอากาศ ณ ตำแหน่งเข้าอุโมงค์ลมของเครื่องทำความเย็นแบบระเหย (Evaporative cooling) ซึ่งจะถูกนำไปใช้ในงานวิจัยต่อไป เพื่อที่จะได้ศึกษาประสิทธิภาพของระบบการทำความเย็นแบบระเหยโดยใช้น้ำ และศึกษาผลของสมรรถนะของการดูดความชื้นของแห้งดูดความชื้นที่มีลักษณะรูปร่างเป็นทรงกระบอกตันเช่นเดียวกับตัวงานในงานวิจัยนี้ต่อไป

จากประสบการณ์การทดลองและวิจัยทางด้านพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ ซึ่งผู้วิจัยจะขอแสดงความคิดเห็นว่า ในวิจัยค้นคว้าด้วยการสร้างแบบจำลองทางพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ เพื่อการวิจัยค้นหาผลเฉลยหรือคำตอบของปริมาณทางฟิสิกส์ต่าง ๆ และการศึกษาพฤติกรรมของของไหลภายใต้เงื่อนไขขอบเขตใด ๆ ของการแก้ปัญหาทางพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ ที่มักจะต้องอาศัยวิธีการทางระเบียบวิธีเชิงตัวเลขผสมผสานกับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อการหาผลเฉลยนั้น ผู้วิจัยจะต้องทราบว่าผลเฉลยที่ได้นั้นจะเป็นค่าโดยประมาณ โดยสามารถตรวจสอบผลเฉลยหรือคำตอบที่ได้จากกระบวนการทางพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณด้วยการเปรียบเทียบความสอดคล้องระหว่างผลเฉลยหรือคำตอบที่ได้ ซึ่งจะมีความใกล้เคียงหรือแตกต่างกันทางพฤติกรรมและปริมาณทางฟิสิกส์ต่าง ๆ ด้วยผลเฉลยที่ได้จากการคำนวณตามทฤษฎีที่เกี่ยวข้องหรือจากการทดลองจริงในสภาวะเงื่อนไขขอบเขตเดียวกันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุด และนอกจากนั้นผู้ที่ทำการวิเคราะห์จำเป็นต้องมีองค์ความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์กายภาพในหลายสาขา มีความเข้าใจในระบบเชิงอุณหพลศาสตร์ มีความรู้กระบวนการของระเบียบวิธีเชิงตัวเลขและระเบียบวิธีไฟไนต์อีลิเมนต์ มีความเข้าใจในระบบการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และสุดท้ายจะต้องมี

ประสบการณ์การทำงานวิจัยทางพลศาสตร์ของไหลเชิงการคำนวณ หรือ CFD อันพอสสมควร (Techaampai, 2013) เหล่านี้จะช่วยในการวิเคราะห์และสามารถค้นหาคำตอบของปัญหาได้รวดเร็วและแม่นยำยิ่งขึ้น



รูปที่ 5 รูปแบบการกระจายตัวของความเร็วลมของผลการสร้างแบบจำลอง CFD ที่ความเร็วลมที่ทางเข้าอุโมงค์ลมต่าง ๆ กัน (a) ที่ความเร็วลมที่ทางเข้าอุโมงค์ลม 0.01 m/s, (b) ที่ความเร็วลมที่ทางเข้าอุโมงค์ลม 0.1 m/s, (c) ที่ความเร็วลมที่ทางเข้าอุโมงค์ลม 1 m/s, (d) ที่ความเร็วลมที่ทางเข้าอุโมงค์ลม 10 m/s, (e) ที่ความเร็วลมที่ทางเข้าอุโมงค์ลม 30 m/s และ (f) ที่ความเร็วลมที่ทางเข้าอุโมงค์ลม 50 m/s



ขอขอบคุณ คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์โปรแกรมสร้างแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (CFD) และมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการวิจัย

REFERENCES

- Bell, J.H. & Mehta, R.D. (1989). Boundary-Layer Predictions for Small Low-Speed Contractions. **AIAA Journal**, 27(3), 372-374.
- Benitz, M.A., Carlson, D.W., Seyed-Aghazadeh, B., Modarres-Sadeghi, Y., Lackner, M.A. & Schmidt, D.P. (2016). CFD simulations and experimental measurements of flow past free-surface piercing, finite length cylinders with varying aspect ratios. **Computers and Fluids**, 136, 247-259.
- Bertin, J.J. (2002). **Aerodynamics for Engineers**. 4th Edition.. Department of Aerodynamics. New Jersey: United States Air Force Academy Prentice Hall.
- Kumar, A., Joshi, J.B., Nayak, A.K. & Vijayan, P.K. (2014). 3D CFD simulation of air cooled condenser-I: Natural convection over a circular cylinder. **International Journal of Heat and Mass Transfer**, 78. 1265-1283.
- Piroonkaset, M. (2004). **Fluid Dynamics**. 2nd Edition. Bangkok: Vitayapat Company Limited. (In Thai)
- Schlichting, H. (1979). **Boundary-Layer Theory**. Germany: Engineering University of Braunschweig.
- Sen, U., Mukhopadhyay, A. & Sen, S. (2017). Effects of fluid injection on dynamics of flow past a circular cylinder. **European Journal of Mechanics B/Fluids**, 61. 187-199
- Tawonwan, T. (2007). **A Study of Air Flow Behavior Through the Solar Chimney by Computational Fluid Dynamics (CFD) Technique**. (Master's Thesis). King Mongkut's University of Technology Thonburi. Bangkok, Thailand. (In Thai)
- Tawonwan, T. & Wansao, C. (2016). **A Study and Comparison of Dehumidification of Air with Silica Gel and Charcoal in Evaporative Cooling System**. 12th Conference on Energy Network of Thailand (E-nett12th), (1298-1306) Phitsanulok, Thailand. (In Thai)
- Tawonwan, T. & Wansao, C. (2016). A Study of Behavior of Air Flow through Circular Cylinder Rows in Low speed Wind Tunnel with Computational Fluid Dynamics technique. **Rmutsb Academic Journal**, 4(1), 35-45. (In Thai)
- Techaampai, P. (2013). **Computational Fluid Dynamics by Finite Element and Finite Volume Methods**. 2nd Edition. Bangkok: Chula Press. (In Thai)
- Versteeg, H. K. & Malalasekera, W. (1995). **An introduction to Computational Fluid Dynamics the finite volume method**. Malaysia: Pearson Prentice Hall.
- Witte, A. & Polifke, W. (2017). Dynamics of unsteady heat transfer in pulsating flow across a cylinder. **International Journal of Heat and Mass Transfer**, 109. 1111-1131.

บทความวิจัย

แนวทางการจัดการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการ
**THE MANAGEMENT GUIDELINES FOR PROMOTING PHYSICAL
EXERCISE FOR EMPLOYEES IN THE WORKPLACES**

ประสิทธิ์ กมลพรมงคล* ยวดี รอดจากภัย บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ และ อนามัย เทศกะทีก

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี

Prasit Kamonpornmongkol*, Yuvadee Rodjarkpai, Boontham Kijpreedarborisuthi, and
Anamai Thetkhathuek

Faculty of Public Health, Burapha University, Chonburi Province

*E-mail: psk13@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการใช้เทคนิคเดลฟาย โดยสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสร้างเสริมสุขภาพ จำนวน 17 ท่าน วิเคราะห์โดยหาค่ามัธยฐาน และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการประกอบด้วย 3 ส่วน 1) แนวทางด้านการวางแผนการส่งเสริมการออกกำลังกาย ประกอบด้วย มีการกำหนดนโยบายและประกาศนโยบาย มีคำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการและกำหนดบทบาทหน้าที่ มีการสำรวจและจัดทำข้อมูล มีการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการออกกำลังกาย จัดทำแผนงาน/โครงการ ให้การสนับสนุนทรัพยากร 2) แนวทางปฏิบัติงานการส่งเสริมการออกกำลังกายมีกลวิธีการดำเนินงาน ประกอบด้วย การมีส่วนร่วม การสนับสนุนและการสร้างแรงจูงใจ การสื่อสารสุขภาพ การสร้างทักษะส่วนบุคคล การเข้าถึงบริการสุขภาพและการออกกำลังกาย และ 3) แนวทางการประเมินผลการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการ ประกอบด้วย การประเมินผลเป็นระยะ ๆ การประเมินผลที่ได้รับจากการดำเนินการ การประเมินผลลัพธ์ที่ได้รับจากการดำเนินการ การประเมินผลกระทบที่ได้รับจากการดำเนินการ รายงานผลและการเผยแพร่ผลการดำเนินการ มีความเป็นไปได้ในระดับมากถึงมากที่สุด ส่วนความสอดคล้องของคำตอบในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างเสริมสุขภาพ พบว่า ส่วนใหญ่มีความสอดคล้องกันในทุก ๆ ด้าน ในระดับสูงถึงสูงมาก

คำสำคัญ: แนวทางการจัดการ การส่งเสริมการออกกำลังกาย พนักงาน สถานประกอบการ เทคนิคเดลฟาย

ABSTRACT

This study aimed to investigate the management guidelines health promoting physical exercise for employees in the workplaces by using the Delphi Technique for studying, seventeen Health Promoting experts were asked to form their opinion on three sections. In the first section, the open-ended questionnaires were used to identify the restricted main point. After that, every data was synthesized in order to create a close-ended questionnaire. In the second section these experts and administrators were asked with a close-ended questionnaire whether they would like to confirm their prior opinion or they wanted to change their opinion. the data was the second section was analyzed by median and interquartile range, the researcher found that: The management guideline, for healthy promotional exercises for employees in the workplaces consist of three parts, i.e. 1) Planning Guidelines for the promotional exercises including imposed policies, announced policies, the board Appointments order the assign roles, the surveys and preparation of data, Analysis of the factors that influence exercise behavior, resources support. 2) Implementing guidelines for exercise promotion, include participation, support and motivation, health communication, creating personal skills, access to health and exercise. 3) The evaluation guidelines for the promotional exercises for employees in the workplace including evaluation, periodic, evaluation of the productivity gained from the implementation, evaluate the results of implementation, evaluate the impact that has been conducted, reported and published the results.

Keywords: management guidelines, health promotion exercise, employees, workplaces, Delphi technique

บทนำ

สภาพสังคมไทยในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปสู่สังคมอุตสาหกรรมมากขึ้น พนักงานในสถานประกอบการจะใช้เวลาส่วนใหญ่จะอยู่ในที่ทำงาน 8-12 ชั่วโมง พนักงานเป็นกลไกสำคัญในภาคอุตสาหกรรมที่ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญในการดูแล เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของพนักงานให้มีความพร้อมในการผลิต และแข่งขันกับนานาประเทศ การยกระดับความสามารถและความพร้อมของพนักงานมีความสำคัญ โดยเฉพาะการพัฒนาด้านสุขภาพของพนักงานให้มีสุขภาพอนามัยที่สมบูรณ์พร้อมในการทำงานในสถานประกอบการอยู่เสมอ อันจะนำไปสู่การเสริมสร้างสังคมที่มีสุขภาพ (Well being) ซึ่งหมายถึง สุขภาพกาย จิตใจ สังคม และจิตวิญญาณที่ดีของพนักงาน (Chindawatana et al, 2007) พนักงานเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีส่วนสำคัญต่อกระบวนการผลิต และการเติบโตของธุรกิจอุตสาหกรรมที่สามารถช่วยเพิ่มระดับผลผลิตให้มากขึ้น การส่งเสริมสุขภาพจึงมีความสำคัญที่สถานประกอบการทุกแห่งจะต้องให้ความสำคัญ และจะต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่อง เพราะกระบวนการส่งเสริมสุขภาพเป็นกระบวนการที่เพิ่มความสามารถในการควบคุม ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อสุขภาพ และพัฒนาสุขภาพของตนเองให้ดีขึ้น (World Health Organization, 1986)

จากการรายงานสำรวจภาวะสุขภาพพนักงานไทยเฉพาะผู้ทำงานอายุ 15-59 ปี ในปี พ.ศ. 2553 พบว่า พนักงานป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ ร้อยละ 32.5 โรคปวดหลังหรือปวดกล้ามเนื้อ ร้อยละ 20.7 มีความเครียด นอนไม่หลับ ปวดศีรษะ ร้อยละ 18.9 ส่วนโรคเรื้อรังและเป็นโรคประจำตัว ลำดับสูงสุด

ที่แรงงานมี ส่วนใหญ่เป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด ร้อยละ 32.4 รองลงมาเป็นโรคเบาหวาน/ความผิดปกติของต่อมไทรอยด์ ร้อยละ 21.1 (National Statistics Office, 2010) จากการศึกษาภาวะสุขภาพของพนักงานในสถานประกอบการเขตเมืองใหญ่ พบว่า ดัชนีมวลกายอยู่ในระดับปกติร้อยละ 45.0 มีภาวะน้ำหนักเกิน ร้อยละ 16.6 มีภาวะอ้วน ร้อยละ 24.9 และอ้วนลงพุง ร้อยละ 34.8 มีภาวะความดันโลหิตสูง ร้อยละ 20.90 มีความเสี่ยงสูงและสูงมากต่อการเป็นโรคเบาหวานร้อยละ 28.4 (Karoongamphan et al, 2012) และจากการประเมินร่างกายของพนักงานด้วยการตรวจสอบสุขภาพในสถานประกอบการขนาดกลางและขนาดเล็ก พบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีค่าดัชนีมวลกายผิดปกติ ร้อยละ 57.6 ค่าความดันโลหิตผิดปกติ ร้อยละ 45.8 ค่าระดับน้ำตาลในเลือดผิดปกติร้อยละ 10.6 ค่าระดับไขมันในเลือดผิดปกติ ร้อยละ 72.1 (Intawong et al, 2013)

การออกกำลังกายเป็นวิธีการที่ช่วยในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้นกับพนักงานในสถานประกอบการได้ ซึ่งองค์การอนามัยโลกได้ประมาณว่า การไม่มีกิจกรรมทางกายเพียงพอเป็นสาเหตุของโรคหัวใจและหลอดเลือดร้อยละ 22-23 โรคกระดูกงอร้อยละ 16-17 โรคเบาหวานร้อยละ 15 โรคหลอดเลือดสมอง ร้อยละ 12-13 (Ministry of Tourism and Sports, 2011) จะเห็นว่าการออกกำลังกายเป็นปัจจัยส่วนหนึ่งที่สามารถช่วยลดความเสี่ยงต่อปัญหาที่เกิดขึ้นได้เพียงพอพนักงานมีการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง แต่ผลจากการศึกษาพฤติกรรมการออกกำลังกายของพนักงานที่ทำงานในสถานประกอบการขนาดกลาง พบว่า ไม่ออกกำลังกาย ร้อยละ 53.4 (Kaso et al, 2009) และพนักงานที่ทำงานในสถานประกอบการขนาดกลางและขนาดย่อม พบว่า ไม่ออกกำลังกาย ร้อยละ 52.0 และออกกำลังกายบางครั้ง ร้อยละ 20.4 (Sukdee et al, 2010) และพนักงานที่ทำงานในสถานประกอบการเขตเมืองใหญ่ พบว่า ไม่สามารถออกกำลังกายตามแบบแผนได้อย่างสม่ำเสมอ ร้อยละ 65.8 ไม่สามารถออกกำลังกายได้อย่างต่อเนื่อง ร้อยละ 69.2 และ ไม่ออกกำลังกาย ร้อยละ 43.7 (Kaso et al, 2009) เช่นเดียวกับพฤติกรรมการออกกำลังกายของพนักงานในสถานประกอบการเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า พนักงานส่วนใหญ่มีการออกกำลังกายไม่สม่ำเสมอร้อยละ 62.3 (Methakanjanasak & Methakanjanasak, 2013)

นอกจากนี้ยังมีปัจจัยส่วนบุคคลที่มีผลทำให้พนักงานไม่สามารถออกกำลังกายได้ เกิดจากพนักงานไม่มีเวลา ร้อยละ 67.5 เนื่องมาจากภาระงานที่รับผิดชอบ การเดินทางมาทำงานและเดินทางกลับบ้านต้องใช้เวลามาก การทำงานเกินเวลา ทำงานเป็นผลัด ทำให้มีเวลาเหลือเพียงสั้น ๆ หลังจากเสร็จสิ้นการทำงานในแต่ละวัน ทำให้เกิดความขี้เกียจ ไม่มีแรงจูงใจพอหรือไม่ตระหนักในสุขภาพของตนเอง มีความเชื่อว่าการทำงานคือการออกกำลังกายชนิดหนึ่ง และไม่สนุกหรือรู้สึกมีความสุขในการออกกำลังกาย และส่วนปัจจัยภายนอกตัวบุคคลที่มีผลต่อการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอได้แก่ ขาดปัจจัยสนับสนุนไม่มีสถานที่สำหรับออกกำลังกาย ร้อยละ 12.8 และไม่มีเพื่อนออกกำลังกาย ร้อยละ 6.6 (Karoongamphan et al, 2012; Methakanjanasak & Methakanjanasak, 2013; Kawela et al, 2013)

การส่งเสริมการออกกำลังกายมีความสำคัญ ที่จะทำให้นักงงานมีพฤติกรรมการออกกำลังกายที่ถูกต้องและต่อเนื่องส่งผลให้นักงงานมีคุณภาพชีวิตที่ดี แต่ถ้การส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานมีแนวทางการจัดการที่สนับสนุนไม่สอดคล้องกับบริบทในการดำเนินการส่งเสริมสุขภาพก็เป็นการยากที่จะทำให้นักงงานมีการออกกำลังกาย เพราะพฤติกรรมการออกกำลังกายของพนักงานมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัยดังที่กล่าวมาแล้ว ผู้วิจัยจึงให้ความสนใจที่จะศึกษาแนวทางการจัดการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการ เพื่อให้นักงงานมีพฤติกรรมการออกกำลังกายอย่างถูกต้องและมีความต่อเนื่อง และทำให้การออกกำลังกายเป็นส่วนหนึ่งของวิถีการดำเนินชีวิต ในการวิจัยครั้งนี้ใช้การวิจัยแบบเทคนิคเดลฟาย เพื่อหาฉันทามติของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างเสริมสุขภาพในสถานประกอบการ เพื่อหาแนวทางการจัดการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการในครั้งนี้ และไปใช้เป็นแนวทางในการสร้างเป็นคู่มือในการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการต่อไป โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการ

วิธีการ

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างเสริมสุขภาพในสถานประกอบการและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างเสริมสุขภาพในสถานประกอบการ จำนวน 17 คน ซึ่งจากการศึกษาการวิจัยแบบเทคนิคเดลฟายเกี่ยวกับจำนวนผู้เชี่ยวชาญนั้น Witayaanoomas (1987) ได้เสนอผลวิจัยเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยแบบเดลฟาย พบว่า หากมีผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 17 คน ขึ้นไป อัตราการลดลงของความคลาดเคลื่อนจะมีน้อยมากและเริ่มมีค่าคงที่ ดังนั้นจึงถือว่าจำนวนผู้เชี่ยวชาญ 17 คนนี้เป็นกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม การเลือกกลุ่มตัวอย่างนั้นใช้วิธีการเลือกตัวอย่างใช้แบบก้อนหิมะ (Snowball sampling) โดยเลือกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างเสริมสุขภาพในสถานประกอบการ แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญที่ถูกเลือกเป็นผู้แนะนำผู้เชี่ยวชาญต่อจนได้ครบตามจำนวน 17 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบสอบถามชนิดปลายเปิด และแบบสอบถามชนิดปลายปิด โดยแบบสอบถาม เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับแนวทางการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการ สอบถามแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ (ระดับ 1 คือ เห็นด้วยน้อยที่สุด ระดับ 2 คือ เห็นด้วยน้อย ระดับ 3 คือ เห็นด้วยปานกลาง ระดับ 4 คือ เห็นด้วยมาก ระดับ 5 คือ เห็นด้วยมากที่สุด)

3. วิธีการสร้างเครื่องมือวิจัย

3.1 กำหนดประเด็นการพัฒนาการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการ โดยใช้แนวคิดแบบจำลองการส่งเสริมสุขภาพของ Pender (1996) นำมาประยุกต์ร่วมกับแนวคิด The Precede-Proceed Model ของ Green & Kreuter (2005) และแนวคิดทางการจัดการ (Bridges & Roquemore, 2001)

3.2 สร้างแบบสอบถามปลายเปิด ให้ครอบคลุมเนื้อหาตามวัตถุประสงค์การวิจัย

3.3 สร้างแบบสอบถามปลายปิดให้ครอบคลุมเนื้อหาตามวัตถุประสงค์การวิจัยและประเด็นของแบบสอบถามรอบที่ 1 เพื่อสร้างแบบสอบถามสำหรับเป็นแบบสอบถามตามเนื้อหาในรอบที่ 2 และ 3

4. การหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย

4.1 สำหรับแบบสอบถามชนิดปลายเปิดได้นำมาหาคุณภาพโดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างเสริมสุขภาพสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Validity) จำนวน 5 ท่าน

4.2 สำหรับแบบสอบถามชนิดปลายปิดได้หาคุณภาพโดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย (IOC: Index of Item-Objective Congruence) และเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปมาเป็นข้อคำถามในแบบสอบถามในงานวิจัยครั้งนี้

4.3 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามการวิจัยด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ในแต่ละด้านของแบบสอบถามการวิจัย ได้ค่าตั้งแต่ 0.891-0.982

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1 นำแบบสอบถามชนิดปลายเปิดที่ได้ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญตามประเด็นที่กำหนดไปให้กลุ่มตัวอย่างแสดงความคิดเห็นเป็นรอบที่ 1

5.2 นำข้อมูลหรือความคิดเห็นที่ได้ในประเด็นต่าง ๆจากผู้เชี่ยวชาญที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในรอบที่ 1 มาสร้างเป็นแบบสอบถามปลายปิดพร้อมทั้งหาค่าความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม

5.3 นำแบบสอบถามชนิดปลายปิดที่ผ่านการหาความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นแล้วไปสอบถามความคิดเห็นจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ หรือกลุ่มตัวอย่างเดิมอีก ซึ่งเป็นการทำเทคนิคเดลฟายรอบที่ 2

5.4 นำข้อมูลหรือความคิดเห็นที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างในรอบที่ 2 มาวิเคราะห์หามัธยฐาน และหาค่าพิสัยระหว่างควอไทล์เพื่อดูความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างว่าอยู่ในตำแหน่งใกล้เคียงกัน หรือแตกต่างกันเพียงใด

5.5 นำแบบสอบถามชนิดปลายปิดที่มีมัธยฐานและค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ของแต่ละข้อคำถาม และแสดงตำแหน่งของคำตอบของผู้เชี่ยวชาญที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเดิมพร้อมทั้งแสดงตำแหน่งของกลุ่มด้วย จากนั้นส่งแบบสอบถามถามชุดนี้กลับไปยังผู้เชี่ยวชาญหรือกลุ่มตัวอย่างเดิม ให้ทำการยืนยันหรือเปลี่ยนแปลงคำตอบในแต่ละข้อคำถามรอบที่ 3

5.6 นำข้อมูลที่ได้จากรอบที่ 3 มาวิเคราะห์หามัธยฐานและค่าพิสัยระหว่างควอไทล์อีกครั้ง

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 วิเคราะห์หามัธยฐาน (Median) สำหรับการแปลความหมายของมัธยฐานที่คำนวณได้จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ แปลความหมายได้ดังนี้

มัธยฐานต่ำกว่า 1.50 แสดงว่า ข้อความนั้นเป็นไปได้น้อยที่สุด

ระหว่าง 1.50 – 2.49 แสดงว่า ข้อความนั้นเป็นไปได้น้อย

ระหว่าง 2.50 – 3.49 แสดงว่า ข้อความนั้นเป็นไปได้ปานกลาง

ระหว่าง 3.50 – 4.49 แสดงว่า ข้อความนั้นเป็นไปได้มาก

ตั้งแต่ 4.50 ขึ้นไป แสดงว่า ข้อความนั้นเป็นไปได้มากที่สุด

6.2 ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ (Interquartile Range) สำหรับการแปลความหมายของค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ เป็นการคำนวณหาค่าความแตกต่างระหว่างควอไทล์ที่ 3 และควอไทล์ที่ 1 โดยค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ของข้อความที่มีค่าไม่มากกว่า 1.50 แสดงว่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อข้อความนั้นสอดคล้องกัน และถ้าค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ของข้อความที่มีค่ามากกว่า 1.50 แสดงว่า ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อข้อความนั้นไม่สอดคล้องกัน

ผลการวิจัย

แนวทางการจัดการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการ ประกอบด้วย 3 แนวทาง พบว่า ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญสอดคล้องกันตามแนวทางที่สร้างขึ้นที่นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ แยกเป็นรายด้าน ดังนี้

แนวทางที่ 1 ความคิดเห็นต่อแนวทางการวางแผนการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการ รอบที่ 3 ศึกษา พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นกับข้อความแต่ละข้ออยู่ในระดับมากที่สุดทุกข้อ โดยค่ามัธยฐานอยู่ระหว่าง 4.0 – 5.0 สอดคล้องกันกับแนวทางด้านการวางแผนการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการ โดยพบว่าค่าพิสัยควอไทล์ (IQR) ไม่เกิน 1.5

แนวทางที่ 2 ความคิดเห็นต่อแนวทางการปฏิบัติงานการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการ รอบที่ 3 พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นกับข้อความแต่ละข้ออยู่ในระดับมากที่สุดทุกข้อ โดยค่ามัธยฐานอยู่ระหว่าง 4.00 – 5.00 สอดคล้องกันกับแนวทางด้านการปฏิบัติงานการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการ โดยพบว่าค่าพิสัยควอไทล์ (IQR) ไม่เกิน 1.5

แนวทางที่ 3 ความคิดเห็นต่อแนวทางการประเมินผลการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการ รอบที่ 3 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นกับข้อความแต่ละข้ออยู่ในระดับมากที่สุดทุกข้อ โดยค่ามัธยฐานอยู่ระหว่าง 4.00 – 5.00 สอดคล้องกันกับแนวทางด้านการประเมินผลการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการ โดยพบว่าค่าพิสัยควอไทล์ (IQR) ไม่เกิน 1.5

สรุปและวิจารณ์ผล

จากข้อค้นพบที่ได้แนวทางการจัดการส่งเสริมสุขภาพสำหรับพนักงานในสถานประกอบการ ประกอบด้วยแนวทาง 3 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 แนวทางการวางแผนการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการ ส่วนที่ 2 แนวทางการปฏิบัติงานการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการ ส่วนที่ 3 แนวทางการประเมินผลการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการ สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 แนวทางการวางแผนการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการ ได้แก่ ผู้บริหารกำหนดนโยบายและประกาศให้พนักงานทุกคนรับทราบ มีการแต่งตั้งคณะกรรมการ ได้แก่ คณะกรรมการอำนวยการ คณะทำงาน โดยกำหนดบทบาทหน้าที่ให้มีความชัดเจน มีการสำรวจข้อมูล รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล จัดลำดับความสำคัญของปัญหา นำข้อมูลที่ได้จัดทำแผนงาน/โครงการ โดยกำหนดวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน ปฏิบัติได้จริง สามารถวัดและประเมินผลได้ ให้พนักงานทุกคนมีส่วนร่วมอย่างต่อเนื่อง และสอดคล้องกับสภาพปัญหาและความต้องการ ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญ เพราะความต้องการเป็นการตอบสนองต่อการออกกำลังกายของพนักงานในสถานประกอบการ ส่วนปัจจัยของปัญหาหรือสาเหตุที่เป็นอุปสรรคในการออกกำลังกายของพนักงานในสถานประกอบการ จะต้องมีการวิเคราะห์สรุปเป็นประเด็นของปัญหาเพื่อง่ายต่อการกำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหาเพื่อนำมาใช้ในการวางแผนงาน/โครงการต่อไป และแผนงาน/โครงการจะต้องได้รับการสนับสนุนจากสถานประกอบการ เพื่อให้แผนงาน/โครงการได้มีการขับเคลื่อน เมื่อวางแผนงาน/โครงการเสร็จ ในระดับหนึ่ง จำเป็นจะต้องประเมินบริบทก่อน ได้แก่ การประเมินความต้องการที่จำเป็น ปัญหา คุณสมบัติที่มีค่าและโอกาสที่เกิดขึ้น และต่อด้วยการประเมินปัจจัยนำเข้า ได้แก่ การเปรียบเทียบ บุคลากร งบประมาณ สถานที่ อุปกรณ์ การจัดการ ของแผนงาน/โครงการกับความต้องการและผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับพนักงาน

ส่วนที่ 2 แนวทางปฏิบัติการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการมีความสำคัญเพราะเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญของแผนงาน/โครงการ ที่จะทำให้เกิดกิจกรรมหรือการดำเนินงานของแผนงาน/โครงการที่วางไว้ แนวทางการปฏิบัติงาน คือ 1)การมีส่วนร่วมของพนักงานทุกคนเป็นการเปิดโอกาสให้พนักงานทุกคนได้เข้ามามีส่วนร่วมในทุกขั้นตอน ได้แก่ การมีส่วนร่วมในการกำหนดปัญหาและความต้องการ เช่น ร่วมกันค้นหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น ร่วมกันเสนอแนะความต้องการการมีส่วนร่วมในการวางแผน พนักงานทุกคนร่วมกันคิดและตัดสินใจ วางแผนการแก้ไขปัญหา เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และเอื้อประโยชน์ต่อพนักงานโดยรวม โดยร่วมกันกำหนดเป้าหมายในการแก้ปัญหา ช่วยกำหนดกิจกรรมหรือโครงการรวมทั้งช่วยกันระดมทรัพยากรด้านกำลังคน กำลังทรัพย์ และอุปกรณ์ต่าง ๆ การมีส่วนร่วมในการจัดทำโครงการหรือกิจกรรม โดยสมาชิกในสถานประกอบการต้องร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนของโครงการ หรือกิจกรรมที่ได้วางแผนไว้การมีส่วนร่วมในการประเมินผลโดยร่วมกันตรวจสอบ

ผลการจัดทำโครงการหรือกิจกรรม ตรวจสอบปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงาน การมีส่วนร่วมพัฒนากิจกรรม 2) การสนับสนุนและการสร้างแรงจูงใจ เป็นสิ่งที่ทำให้แผนงาน/โครงการ มีการขับเคลื่อนตามนโยบายที่เจ้าของสถานประกอบการตั้งเป้าไว้ ผู้บริหารจะต้องเห็นความสำคัญและให้การสนับสนุนตามที่ประกาศนโยบายไว้ พร้อมให้การสนับสนุนช่วยเหลือ งบประมาณ และบริหาร การให้รางวัลเพื่อสร้างแรงจูงใจ ยอมรับเห็นคุณค่าของพนักงาน นอกจากนี้สนับสนุนให้พนักงานได้รับข้อมูล ข่าวสาร และคำแนะนำในการแก้ไขปัญหาให้พนักงานเกิดการรับรู้มีความเข้าใจเป็นการกระตุ้นเตือนจน เกิดความตระหนักในการปฏิบัติ 3) การสื่อสารสุขภาพ เป็นการให้ข้อมูล ความรู้ จูงใจ ให้พนักงานใน สถานประกอบการตระหนักต่อความสำคัญของสุขภาพ รวมทั้งได้แนวคิดแนวทางการเรียนรู้เพิ่มเติมเพื่อ พัฒนาวิตชีวิตสุขภาพ แนวทางการสื่อสารสุขภาพนั้น จะเห็นได้ว่าพนักงานในแต่ละแผนกมีเงื่อนไขใน การเข้าถึงสื่อและเนื้อหาที่แตกต่างกัน ควรจัดการสื่อสารให้มีความหลากหลาย มีความต่อเนื่องและเป็น ระบบ เนื้อหาของสื่อควรถูกต้องเพียงพอ และอยู่ในรูปแบบที่เข้าถึงได้ของกลุ่มเป้าหมาย มีความชัดเจน ของประเด็นที่จะสื่อ และถูกจัดอย่างเป็นระบบหรือเป็นองค์ความรู้เชิงประยุกต์ที่จะนำเสนอเป็นกระบวน การที่ต่อเนื่อง การสื่อสารควรก้าวทันต่อเวลาหรือสถานการณ์ปัญหาและความต้องการของพนักงาน เช่น การจัดกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การใช้การสื่อสารทุกรูปแบบในการกระจายข้อมูลข่าวสารให้พนักงาน ได้ทราบ การจัดกิจกรรมรณรงค์การออกกำลังกาย กำหนดเป็นวาระสำคัญและเป็นวันสำคัญที่พนักงาน ทุกระดับทุกคนต้องปฏิบัติโดยทำอย่างต่อเนื่องเป็นประจำ เพื่อกระตุ้นเตือนให้พนักงานเห็นความสำคัญ การจัดสถานที่สำหรับการเผยแพร่ความรู้ และการออกกำลังกายให้พนักงานได้รับรู้ข้อมูลข่าวสารได้ สะดวก เช่นการจัดทำมุมหนังสือ ติดตั้งวีดิทัศน์ เป็นต้น 4) การสร้างทักษะส่วนบุคคลด้านสร้างเสริมสุข ภาพ ทำให้พนักงานมีโอกาสเพิ่มทางเลือกในการควบคุมภาวะสุขภาพ และสิ่งแวดล้อมได้มากขึ้น ช่วยส่งเสริมให้พนักงานสามารถเรียนรู้เกี่ยวกับการสร้างเสริมสุขภาพ ทักษะชีวิตและการดูแลตนเอง จากแหล่ง ข้อมูลที่หลากหลาย ทำให้มีโอกาสเลือกสรรข้อมูลที่มีผลต่อสุขภาพของตนเองเป็นการเตรียมพร้อมใน การดำเนินชีวิตและช่วยในการ ปรับตัวได้เมื่อเกิดภาวะผิดปกติ เช่นการให้คำปรึกษา การสอนเพื่อการ พัฒนา การสร้างแรงจูงใจ การเป็นแบบอย่างตัวอย่าง เป็นต้น 5) การเข้าถึงบริการเป็นความรับผิดชอบ ของสถานประกอบการในการดูแลพนักงานในการจัดบริการให้กับพนักงานได้ตามรูปแบบและมีคุณภาพ ตามที่กำหนด เพื่อจัดเป็นสวัสดิการให้กับพนักงาน แต่การจัดกิจกรรมการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพใน แนวทางการจัดการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการนั้น จะประกอบไปด้วย เน้นการเข้าถึงบริการสุขภาพและการออกกำลังกาย ได้แก่ การจัดบริการตรวจคัดกรองภาวะสุขภาพและ การประเมินสมรรถภาพ การจัดสถานที่หรือสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการส่งเสริมการออกกำลังกาย เช่น สนาม ฟุตบอล ลานเดินแอโรบิก ห้องฟิตเนส เป็นต้น

ส่วนที่ 3 แนวทางการประเมินผลการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถาน ประกอบการ เป็นการประเมินแผนงาน/โครงการ มีการเปรียบเทียบผลลัพธ์กับเป้าหมายเป็นการทบทวน

ผลที่เกิดขึ้น โดยรวบรวม ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล ข้อเท็จจริงอย่างเป็นระบบเพื่อช่วยในการคาดการณ์ แสดง หรืออธิบายถึงสู่ทางความสำเร็จ หรือความไม่สำเร็จของกิจกรรมหรืองานต่าง ๆ ตลอดจนปัจจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องหรือสิ่งที่เป็นปัญหาอุปสรรคในการดำเนินการ และมีการนำเสนอให้ผู้เกี่ยวข้องในฐานะผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้ทราบอย่างเพียงพอและทันการณ์ มีการชี้แนะในสิ่งที่ควรปรับปรุง ให้ดีขึ้น หรือชี้แนะอย่างสร้างสรรค์เพื่อการปรับปรุง การประเมินผลแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1. การประเมินผลก่อนดำเนินการ ประกอบด้วย 1) การประเมินผลเป็นระยะ ๆ ได้แก่ การประเมินบริบท การประเมินความต้องการจำเป็น ปัญหา คุณสมบัติที่มีค่าและโอกาสที่จะเกิดขึ้น 2) การประเมินปัจจัยนำเข้า ได้แก่ การเปรียบเทียบ บุคลากร งบประมาณ สถานที่/อุปกรณ์ การจัดการ ของแผนงาน/โครงการกับความต้องการและผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับพนักงาน เป็นการประเมินความเป็นไปได้ ก่อนดำเนินการตามกลยุทธ์หรือแผน อาจมองในเรื่องของความคุ้มค่า คุ่มทุน ความสอดคล้อง และโอกาสที่จะประสบความสำเร็จ เป็นการศึกษาถึงประสิทธิภาพของปัจจัยความเหมาะสมของกระบวนการที่คาดว่าจะนำมาใช้ในการบริหารจัดการ ปัญหา อุปสรรค ความเสี่ยงของการดำเนินงาน ตลอดจนผลลัพธ์ หรือประสิทธิผลที่คาดว่าจะได้รับ 2. การประเมินผลระหว่างดำเนินการ ประกอบด้วย 3) การประเมินกระบวนการ ได้แก่ การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริงกับกิจกรรมในแผนงาน/โครงการที่ดำเนินการอยู่ 4) การประเมินผลการดำเนินงานเบื้องต้น ได้แก่ การประเมินผลลัพธ์และผลข้างเคียงที่คาดว่าจะเกิดขึ้น 5) ปัญหาและวิธีการแก้ไข การประเมินผลระหว่างดำเนินการ เป็นการประเมินเพื่อปรับปรุง ตลอดจนการวิเคราะห์ความเหมาะสม และความเป็นระเบียบเรียบร้อยของกระบวนการดำเนินงาน ซึ่งรวมถึง ความรัดกุม ความรวดเร็ว และการได้มาตรฐานของการทำงานที่สามารถทำงานได้เสร็จตามกำหนดเวลา และคุณภาพที่ต้องการอาจใช้ประเมินเพื่อพัฒนาแผน หรือกลยุทธ์ในการดำเนินการ ผลของการประเมินจะช่วยตรวจสอบว่าวัตถุประสงค์ในการดำเนินการเป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ หรือตรวจสอบว่า การดำเนินการนั้น ๆ เป็นไปตามแผนหรือไม่อย่างไร หรือตรวจสอบความก้าวหน้าการดำเนินงานตามแผน ว่าดำเนินการได้ผลเพียงไร 3. การประเมินผลหลังดำเนินการ ประกอบด้วย 6) การประเมินผลลัพธ์ที่ได้รับจากการดำเนินงาน ก่อนและหลังดำเนินกิจกรรม โดยประเมินจาก การมีความรู้ความเข้าใจในการออกกำลังกายของพนักงาน พนักงานมีภาวะสุขภาพกาย และจิตที่สมบูรณ์ พนักงานมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการออกกำลังกาย อัตราป่วย หายงาน อุบัติเหตุและการบาดเจ็บจากการทำงานลดลง ค่าใช้จ่ายจากการดูแลสุขภาพรักษาพยาบาลของพนักงานลดลง 7) การประเมินผลที่ได้รับจากการดำเนินงาน ประเมินจาก จำนวนพนักงานที่เข้าร่วมกิจกรรมการออกกำลังกาย จำนวนความต่อเนื่องของพนักงานในการเข้าร่วมกิจกรรมการออกกำลังกาย 8) การประเมินผลกระทบที่ได้รับจากการดำเนินงาน ประเมินจาก พนักงานมีความคาดหวังในการเข้าร่วมกิจกรรมการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง พนักงานมีคุณภาพชีวิตที่ดีทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านร่างกาย ด้านจิตใจ ด้านสังคม ด้านเศรษฐกิจ การประเมินหลังดำเนินการ เป็นการ สํารวจ ตรวจสอบ และวิเคราะห์ ความสำเร็จ และผลของการก่อให้เกิดผล หรือ การเปลี่ยนแปลง

จากการนำโครงการนั้นไปปฏิบัติจัดทำ โดยเปรียบเทียบกับเจตนารมณ์ที่กำหนดไว้ก่อนดำเนินการเป็นการประเมินผลสรุปรวม อาจเป็นการประเมินหลังสิ้นสุดแผนงานและโครงการ

จากผลการศึกษาพบว่า แนวทางการจัดการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการ ทั้ง 3 ส่วน ดังนี้ ได้แก่ แนวทางการวางแผนการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการ แนวทางการปฏิบัติงานการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการ แนวทางการประเมินผลการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการ ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ความเห็นคิดมีความสอดคล้องกันในทุก ๆ ด้าน ในระดับสูงถึงสูงมาก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของวิทยาลัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (2554) ได้ศึกษาพบว่า การทำให้การดำเนินงานมีความชัดเจนตามจุดมุ่งหมาย มีการกำหนดภารกิจ และกลยุทธ์ที่สอดคล้อง มีประสิทธิภาพ มีการสร้างแนวร่วม โดยทุกคนในองค์กรต้องมีความเข้าใจกัน และได้รับความร่วมมือจากทั้งฝ่ายจัดการและพนักงาน มีผู้รับผิดชอบในโครงการต่าง ๆ มีการสร้างทีมงานในการดำเนินงาน มีการจัดตั้งคณะกรรมการความรับผิดชอบวางแผน และดำเนินการ และประเมินผล จะส่งผลให้เกิดความยั่งยืนต่อไป

จากการศึกษาเรื่อง แนวทางการจัดการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการ ทำให้เห็นว่าการส่งเสริมการออกกำลังกายให้พนักงานได้มีการออกกำลังกายนั้นเป็นสิ่งสำคัญ เป็นการพัฒนาคุณภาพชีวิตของพนักงานทั้งทางด้านร่างกาย ด้านจิตใจ ด้านสังคม ดังนั้น แนวทางการจัดการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการ จะมีความสมบูรณ์ได้ก็ต้องอาศัยความเข้าใจของเจ้าของสถานประกอบการ ผู้จัดการ หัวหน้าแผนก พนักงานทุกคน เห็นความสำคัญของนโยบาย การกำหนดแผนงานหรือโครงการให้เหมาะสมกับบริบทของสถานประกอบการที่ควรจะเป็น ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะ ดังต่อไปนี้

1. ผู้บริหารของสถานประกอบการ จะต้องมีความมุ่งมั่นตั้งใจมีการกำหนดนโยบายและประกาศนโยบายให้พนักงานทุกคนต้องทราบและถือปฏิบัติ มีการให้การสนับสนุนอย่างจริงจังและต่อเนื่อง ควรมีกระบวนการสร้างความตระหนักในคุณค่าของพนักงานให้พนักงานมีการออกกำลังกายอยู่เสมอ และการสร้างทีมงานและกำหนดบทบาทหน้าที่ในการดำเนินการ
2. กำหนดเป็นวาระสำคัญและเป็นวันสำคัญที่พนักงานทุกระดับทุกคนต้องปฏิบัติโดยทำอย่างต่อเนื่องเป็นประจำ เพื่อกระตุ้นเตือนให้พนักงานเห็นความสำคัญ และเกิดความตระหนัก ในการมีสุขภาพที่ดีที่เกิดจากการออกกำลังกาย
3. จัดสิ่งแวดล้อมของสถานประกอบการที่เอื้อต่อการส่งเสริมการออกกำลังกาย เช่น การจัดสถานที่ออกกำลังกาย การสนับสนุนอุปกรณ์การออกกำลังกาย เพื่อให้พนักงานได้ใช้ในการออกกำลังกาย

4. สื่อสารประชาสัมพันธ์การส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการ ผ่านสื่อในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้พนักงานเข้าถึงเกิดการเรียนรู้และฝึกทักษะผ่านสื่อของสถานประกอบการ บทบาทหน้าที่ของผู้รับผิดชอบชัดเจน มีการประเมินผลเป็นระยะ ๆ เพื่อให้พนักงานเห็นความสำคัญและมีพฤติกรรมออกกำลังกายได้อย่างต่อเนื่อง

1. จัดทำแผนงานหรือโครงการที่มีการกำหนดวัตถุประสงค์ชัดเจน ปฏิบัติได้จริง สามารถวัดและประเมินผลได้ และสอดคล้องกับสภาพปัญหาและความต้องการ ซึ่งจะทำให้แผนงานหรือโครงการ มีการขับเคลื่อนและเกิดการดำเนินงานที่ต่อเนื่อง

2. กำหนดกลวิธีในการดำเนินการส่งเสริมสุขภาพจะต้องเลือกกลวิธีที่เหมาะสมและสอดคล้องกับบริบทของสถานประกอบการ เพื่อให้พนักงานได้มีความรู้ความเข้าใจ เห็นความสำคัญและเกิดความตระหนักที่จะออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ

3. กำหนดแผนการประเมินผล ซึ่งแบ่งเป็น มีการประเมินผลก่อนดำเนินการ การประเมินผลระหว่างดำเนินการ และการประเมินผลหลังดำเนินการ ให้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับบริบทของสถานประกอบการและแผนงานหรือโครงการที่กำหนดไว้ มีการรายงานให้ทราบเพื่อจะได้ปรับแก้ไขให้เหมาะสมในการดำเนินงานต่อไป

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป ซึ่งเมื่อผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลทั้งหมดทำให้เห็นประเด็นต่าง ๆ ที่ยังไม่สามารถจะทำการศึกษาให้ครบถ้วนทั้งหมดได้ สำหรับนักวิจัยท่านอื่น ๆ อาจ会有ความสนใจในรูปแบบการศึกษาระเบียบวิธีวิจัยอื่น ๆ ก็สามารถจะกระทำได้อีกทั้งเป็นการเพิ่มเติมความสมบูรณ์ในการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานให้มีความชัดเจนเป็นรูปแบบมากยิ่งขึ้น และการนำแนวทางการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการไปทดลองประยุกต์ก็สามารถทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะเพื่อการวิจัยในครั้งต่อไปดังนี้

1. แนวทางการจัดการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการ ในส่วนของกลวิธีการสร้างเสริมสุขภาพ อาจนำกลวิธีอื่น ๆ เช่น การเสริมสร้างพลังอำนาจ การตลาดเพื่อสังคม การเสริมสร้างแรงจูงใจในการป้องกันโรค แบบแผนความเชื่อด้านสุขภาพ การลำดับขั้นตอนของการเปลี่ยนแปลงมาประยุกต์ใช้ เพื่อให้เหมาะสมและสอดคล้องกับบริบทของสถานประกอบการ ในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2. ควรมีการศึกษาแนวทางการจัดการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการด้วยระเบียบวิธีวิจัยอื่น ๆ เพื่อให้ผลการวิจัยมีความสมบูรณ์สำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ในสถานประกอบการต่อไป

3. ควรมีการศึกษาแนวทางการจัดการส่งเสริมการออกกำลังกายสำหรับพนักงานในสถานประกอบการประเภทอื่น ๆ เพื่อเปรียบเทียบผลการวิจัยและแนวทางการพัฒนาอื่น ๆ ต่อไป

REFERENCES

- Chindawatana, A. Achananuparp, S. & Pipatrojanakamon, S. (2007). **Health promotion: concepts principles and lessons of Thailand**. Bangkok: Moshoubaan. (in Thai)
- Ministry of Public Health. (2011). **Data processing and synthesis situation The implementation of health promotion: The elderly and working**. Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)
- Intawong, C. Kamkaew, K., Rheanpumikankit, S. & Srechan, R. (2013). Health promotion and disease prevention of workers in small and medium factories, Rayong province. **Thammasat Medical Journal**. 13(3), 340-351. (in Thai)
- Karoonngamphan, M., Suvaree, S. & Numfone, N. (2012). Health Behaviors and Health Status of Workers: A Case Study of Workplaces in Sathorn District, Bangkok Metropolitan. **Songklanagarind Journal of Nursing**. 2(3), 51-66. (in Thai)
- Kaso, M., Sangsupawanich, P. & Phakthongsuk, P. (2009). Prevalence of health-risk behaviors among employees in medium-sized factories. Songkhla province. **Songkla Med J**. 27(2), 106-116. (in Thai)
- Kawela, S., Kengganpanich, M., Kengganpanich, T. & Benjakul, S. (2013). Exercise Behavior Among Employees of Industries in Bangkok. **Journal of Health Education**. 36(123), 81-93. (in Thai)
- Methakanjanasak, P. & Methakanjanasak, N. (2013). Model of Self-Awareness Development for Performing Regular Exercise at Personal and Family Level. **Journal of Nurses' Association of Thailand and North-Eastern Division**. 31(3), 124-133. (in Thai)
- Ministry of Tourism and Sports. (2011). **National Development Plan Of sport 5, (2012-2016)**. Bangkok: Printing Trade Organization of Suksapan. (in Thai)
- National Statistics Office. (2010). **Health status of workers thailand**. Bangkok: National Statistical Office. (in Thai)
- Sukdee, C. Chanprasit, C. & Songkham, W. (2010). Health Status and Health Protective Behaviors Among Wooden Furniture Workers in Small and Medium Sized. **Thai Journal of Nursing Council**. 25(3), 121-139. (in Thai)
- Witayaanoomas, K. (1987). **Delphi Technique: Techniques and problems found in the research**. 24-39. Bangkok: Education Research Fund. Office of the National Education Commission.
- World Health Organization. (1986). **Ottawa Charter For Health Promotion**. Geneva: WHO.

บทความวิจัย

ฤทธิ์ในการยับยั้งแอลฟาอะไมเลสและแอลฟาไกลูโคซิเดสของสารสกัดฝาง
ม้ากระทืบโรง และปลาไหลเผือก

**α -AMYLASE AND α -GLUCOSIDASE INHIBITORY ACTIVITIES OF
CEASALPINIA SAPPAN, FICUS FOVEOLATA AND EURYCOMA
LONGIFOLIA EXTRACTS**

พรชนก ชโลปกรณ์^{1*} และ พงศธร กล่อมสกุล²

¹สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร 10220

²สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร 10220

Pornchanok Chalopagnorn^{1*} and Pongsathorn Klomsakul²

¹Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology,
Phranakhon Rajabhat University, Bangkok, Bangkok, 10220

²Department of Biology, Faculty of Science and Technology,
Phranakhon Rajabhat University, Bangkok, Bangkok, 10220

*E-mail address: pornchanok585@gmail.com

บทคัดย่อ

เบาหวานเป็นกลุ่มโรคเกี่ยวข้องกับการเผาผลาญอาหารเนื่องจากร่างกายผลิตอินซูลินไม่เพียงพอหรือมีภาวะดื้อต่ออินซูลิน ส่งผลให้เกิดภาวะน้ำตาลในเลือดสูง หนึ่งในวิธีการรักษาโรคเบาหวานได้แก่การลดระดับน้ำตาลในเลือดโดยการยับยั้งเอนไซม์ย่อยอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรตซึ่งได้แก่ แอลฟาอะไมเลส (α -amylase) และแอลฟาไกลูโคซิเดส (α -glucosidase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหาร ในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งกิจกรรมของแอลฟาอะไมเลสและแอลฟาไกลูโคซิเดสของสารสกัดฝาง ม้ากระทืบโรง และปลาไหลเผือก พบว่าที่ความเข้มข้น 0.01 ถึง 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรของสารสกัดเอทานอลถูกนำมาวัดกิจกรรมของเอนไซม์โดยมีอะคาร์โบสเป็นตัวยับยั้งมาตรฐาน ผลการทดลองแสดงให้เห็นการยับยั้งกิจกรรมของแอลฟาอะไมเลสและแอลฟาไกลูโคซิเดสของสารสกัดเรียงลำดับจากมากไปน้อยได้แก่สารสกัดฝาง > ม้ากระทืบโรง > ปลาไหลเผือก โดยสารสกัดฝางสามารถยับยั้งกิจกรรมของแอลฟาอะไมเลสและแอลฟาไกลูโคซิเดสได้ดีที่สุด (IC_{50} เท่ากับ 0.08 และ 0.18 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) รองลงมาได้แก่สารสกัดม้ากระทืบโรง (IC_{50} เท่ากับ >1 และ 0.20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) และปลาไหลเผือก (IC_{50} เท่ากับ >1 และ 0.45 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) จากผลที่ได้ชี้ให้เห็นว่าสารสกัดจากฝางมีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพและโภชนเภสัชในการบำบัดโรคเบาหวานได้

คำสำคัญ: แอลฟาอะไมเลส แอลฟาไกลูโคซิเดส ฝาง ม้ากระทืบโรง ปลาไหลเผือก

ABSTRACT

Diabetes mellitus is a metabolic disorder caused by insufficient or inefficient insulin secretion that is characterized by hyperglycemia. One of the therapeutic approach for decreasing the concentration of glucose in the blood is to inhibition of carbohydrate digesting enzymes; α -amylase and α -glucosidase, in the gastrointestinal tract. In this research, the inhibitory effect against the digestive α -amylase and α -glucosidase was determined by using *C. sappan*, *F. foveolata* and *E. longifolia* extracts. At 0.01-1 mg/ml concentrations of ethanol extracts were measured the activity of enzymes inhibition. Acarbose was used as the standard inhibitor. The results showed that the α -amylase and α -glucosidase inhibitory activities of extracts were *C. sappan* > *F. foveolata* > *E. longifolia* extracts, respectively. The α -amylase and α -glucosidase with IC_{50} of *C. sappan* extract was 0.08 and 0.18 mg/ml, followed by *F. foveolata* extract (>1 and 0.20 mg/ml) and *E. longifolia* (>1 and 0.45 mg/ml). These results suggest that *C. sappan* extract has a potential which might be used as a functional food and nutraceutical for diabetes therapy.

Keywords: α -Amylase, α -Glucosidase, *C. sappan*, *F. foveolata*, *E. longifolia*

บทนำ

เบาหวาน (Diabetes mellitus) เป็นโรคที่เกิดจากความผิดปกติของการหลั่งฮอร์โมนอินซูลิน ส่งผลให้เกิดภาวะน้ำตาลในเลือดสูง (Hyperglycemia) (Deutschlander et al., 2009) ปัจจุบันจำนวนผู้ป่วยโรคเบาหวานมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยคาดว่าจะเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนถึง 592 ล้านคนในปี ค.ศ. 2035 (Guariguata et al., 2014) ทำให้องค์การอนามัยโลก (WHO) ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว เนื่องจากผู้ป่วยเบาหวานจะเพิ่มปัจจัยเสี่ยงนำไปสู่ภาวะโรคแทรกซ้อนที่รุนแรงขึ้น เช่น โรคหัวใจ (Heart disease) ภาวะไตวาย (Kidney failure) และเบาหวานขึ้นจอตา (Diabetic retinopathy) (Pantidos et al., 2014) วิธีการรักษาผู้ป่วยโรคเบาหวานนั้น โดยทั่วไปใช้วิธีการควบคุมอาหารและออกกำลังกายร่วมกับการฉีดอินซูลิน ในรายที่เป็นมาก แพทย์จะให้การรักษาโดยการให้รับประทานยาที่มีกลไกการออกฤทธิ์ในการลดหรือป้องกันการดูดซึมของน้ำตาลกลูโคส เช่น อะคาร์โบส ไมกลิทอล และวอกลิโบส เป็นต้น โดยจะออกฤทธิ์ในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส (α -amylase) และแอลฟาไกลูโคซิเดส (α -glucosidase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่มีบทบาทสำคัญในการเร่งปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของแป้งได้เป็นน้ำตาลกลูโคส ทำให้การดูดซึมน้ำตาลกลูโคสจากลำไส้เล็กเข้าสู่กระแสเลือดลดลง ลดภาวะการมีน้ำตาลในเลือดสูง แต่ในการรักษาโดยใช้ยาในกลุ่มนี้ติดต่อกันเป็นเวลานานจะทำให้เกิดผลข้างเคียงต่อผู้ป่วย เช่น ภาวะตับเป็นพิษ (liver toxicity) และเกิดอาการไม่พึงประสงค์ในระบบทางเดินอาหาร (adverse gastrointestinal symptoms) เช่น ท้องอืด ท้องเฟ้อ ท้องเสีย และคลื่นไส้ อีกทั้งผู้ป่วยเบาหวานโดยเฉพาะเบาหวานชนิดที่ 2 นั้น ต้องใช้ระยะเวลารักษานานและจำเป็นต้องใช้ตัวยาร่วมกันหลายชนิดในการรักษา (Gerich et al., 2001) ด้วยเหตุดังกล่าวจึงทำให้ต้องมีการค้นหายับยั้งเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส (α -amylase) และแอลฟาไกลูโคซิเดส (α -glucosidase) จากธรรมชาติชนิดใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาและลดอาการข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์ต่อร่างกาย

ฝาง (*Ceasalpinia sappan* Linn.) เป็นพืชในวงศ์ Leguminasae จัดเป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก ลำต้นมีหนามแข็ง พบได้ทั่วไปในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยส่วนต่างๆของฝางถูกนำมาใช้เป็นส่วนผสมของอาหารและเครื่องดื่ม ในประเทศไทยมีการนำฝางมาใช้ในการตำรับยาโบราณเพื่อรักษาวัณโรค ท้องเสีย โรคบิด โรคผิวหนัง และโลหิตจาง (Sireeratawong et al., 2010) อีกทั้งมีการนำส่วนต่างๆของฝางมาใช้ในการตำรับยาโบราณตัวอย่างเช่น เนื้อไม้拿去ทำตำรับยาหอม แก้วร้อนใน แก่นไม้ออกฤทธิ์ต่อต้าน และหัวใจใช้เป็นยาขับโลหิต ยาแก้ปวด แก้วตัวร้อน ส่วนรากใช้ทำสีย้อมผ้า (ฐานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี) พบรายงานการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของไม้ฝาง ประกอบด้วยสารประกอบฟีนอล (phenolic compound) แซนโทน (xanthone) คูมาลิน (coumarin) ชาลโคน (chalcones) ฟลาโวน (flavones) โฮโมไอโซฟลาโวนอยด์ (homoisoflavonoids) และบราซิลลิน (brazilin) เป็นต้น โดยบราซิลลินเป็นองค์ประกอบหลักในแก่นฝาง ทำให้เกิดสีแดงและถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นสีย้อมเนื้อเยื่อ (histological staining) (Bae et al., 2005) ในตำรับยาสมุนไพรจีนนั้น บราซิลลินถูกนำมาใช้ในการรักษาเพื่อกระตุ้นการไหลเวียนของโลหิต ขับประจำเดือน ยาแก้ปวดและต้านการอักเสบ อีกทั้งยังมีฤทธิ์ทางชีวภาพในการยับยั้งแบคทีเรีย ต้านการอักเสบ ป้องกันการเสื่อมสภาพของผิวหนังจากแสงแดด ลดน้ำตาลในเลือด ต้านการแพ้ ป้องกันการเกิดสิว และต้านอนุมูลอิสระ (Nilesh et al., 2015) ม้ากระทืบโรง (*Ficus foveolata* Wall.) เป็นพืชในวงศ์ Moraceae มีลักษณะเป็นไม้พุ่มรอเลื้อย เปลือกสีน้ำตาล มีปุ่มคล้ายหนาม จัดเป็นพืชสมุนไพรที่หายาก พบได้ในภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พืชในสกุล *Ficus* มีจำนวนมากกว่า 800 สายพันธุ์โดยในงานวิจัยก่อนหน้านี้ได้ทำการศึกษาค้นคว้าองค์ประกอบของสารในพืชสกุลนี้ พบสารไตรเทอพีนอยด์ (triterpenoids) แอลคาลอยด์ (alkaloids) สติลเบิน (stilbenes) ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) และ 7-methoxycoumarin ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีบทบาทในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราและกำจัดแมลง สารสกัดเมทานอลจากม้ากระทืบโรงซึ่งประกอบด้วย stilbenes และ gnetol สามารถออกฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์บีทิวรีวโคลิเนสเอสเทอเรส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่มีบทบาทในการเกิดโรคอัลไซเมอร์ (Sermboonpaisarn & Sawasdee, 2012) ในตำรับยาสมุนไพรไทยนั้นพบว่าคนไทยพื้นบ้านมักนำม้ากระทืบโรงมาดองเหล้าหรือต้มดื่มบำรุงกำลัง บำรุงโลหิต แก้ปวดเมื่อยตามร่างกาย ช่วยย่อยอาหาร (Sudarat, 2016) ปลาไหลเผือก (*Eurycoma longifolia* Jack) เป็นพืชในวงศ์ Simaroubaceae เป็นไม้ต้นขนาดเล็ก พบได้ในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งมีการศึกษาการออกฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาพบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลายชนิด ได้แก่ ควาสสินอยด์ (quassinoids) แอลคาลอยด์ (alkaloids) ไกลโคไซด์ (glycosides) ยูรีโคมานอล (eurycomanol) และยูรีโคมานอน (eurycomanone) เป็นต้น (Rashid et al., 2009) โดยพบว่าสารสกัดจากปลาไหลเผือกมีฤทธิ์ทางชีวภาพได้แก่ ต้านมาลาเรีย กระตุ้นความต้องการทางเพศ รักษาโรคเบาหวาน ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ลดไข้ ยับยั้งเนื้องอก ยับยั้งมะเร็ง และระงับอาการวิตกกังวล (Rajeev & Karim, 2010; Rashid et al., 2009) ตำรับยาไทยพื้นบ้านนำปลาไหล

เพื่อมาต้มกับน้ำเพื่อถ่ายพิษ แก้ไข ขั้วพยาธิ (Sudarot, 2016) ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส และแอลฟาไกลูโคซิเดสด้วยสารสกัดฝาง ม้ากระทืบโรง และปลาไหลเผือก เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการรักษาผู้ป่วยโรคเบาหวานในรูปแบบของแพทย์ทางเลือก โดยอาศัยความรู้ในการใช้สมุนไพรจากภูมิปัญญาชาวบ้าน

วิธีการ

ตัวอย่างพืชและสารเคมี

ตัวอย่างพืช 3 ชนิดได้แก่แก่นฝาง เถาม้ากระทืบโรง และรากปลาไหลเผือกจากอำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ ในช่วงเดือนกรกฎาคม-กันยายน 2556 แอลฟาอะไมเลส (α -amylase from hog pancrease) และแอลฟาไกลูโคซิเดส (α -glucosidase from *Saccharomyces cerevisiae*) จากบริษัท Sigma Chemical Co. (St. Louis, MO) ไนโตรฟีนิล-แอลฟา-ดี-กลูโคไพราโนไซด์ (*p*-nitrophenyl- α -D-glucopyranoside) จากบริษัท Calbiochem; Merck, Germany อะคาร์โบส (acarbose) ชื่อทางการค้า กลูโคเบย์ (Glucobay, Bayer Pharma AG, Germany) เอทานอล (ethanol absolute, AR grade) จากบริษัท Merck, Germany

การเตรียมสารสกัดจากพืช

นำส่วนของแก่นฝาง เถาม้ากระทืบโรง และรากปลาไหลเผือกมาทำความสะอาด หั่นเป็นชิ้นขนาดเล็ก อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นทำการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล ปริมาตร 15 มิลลิลิตรต่อ 1 กรัมของน้ำหนักแห้ง นำไปสกัดด้วยเครื่องคลื่นเสียงความถี่สูง (sonicator) ที่ความถี่ 80 KHz อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที 2 ครั้ง ทำการกรองเพื่อแยกสารสกัดด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 นำสารละลายที่ได้ไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหย (evaporator) (Zu et al., 2006) นำสารสกัดอย่างหยาบ (crude extracts) ที่ได้ไปทดสอบฤทธิ์เพื่อยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสที่ความยาวคลื่น 650 นาโนเมตรและแอลฟาไกลูโคซิเดส ที่ความยาวคลื่น 405 นาโนเมตร

การวัดกิจกรรมของแอลฟาอะไมเลส (α -amylase)

ทำการชั่งแป้งมันฝรั่ง 100 มิลลิกรัมใน 5 มิลลิลิตรของฟอสเฟตบัฟเฟอร์ pH 7.0 จากนั้นต้มให้ละลาย รอให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เตรียมสารสกัดฝาง ม้ากระทืบโรง และปลาไหลเผือก ที่ความเข้มข้น 0.1-1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรและสารละลายแป้ง 50 ไมโครลิตร จากนั้นบ่มไว้ 5 นาทีที่ 37 องศาเซลเซียส เติมน้ำ 5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรของแอลฟาอะไมเลส 20 ไมโครลิตร นำไปบ่มที่ 37 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที จากนั้นทำการหยุดปฏิกิริยาด้วย 1 โมลาร์ของกรดไฮโดรคลอริก ปริมาตร 50 ไมโครลิตร และเติมน้ำสารละลายไอโอดีน 50 ไมโครลิตร นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร (Nguyen et al., 2013)

การวัดกิจกรรมของแอลฟาไกลูโคซิเดส (α -glucosidase)

นำสารสกัดหยาบของฝาง ม้ากระทืบโรง และปลาไหลเผือก 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 20 ไมโครลิตรใน 100 มิลลิโมลาร์ โซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ pH 6.9 เติมน้ำละลายไนโตรฟีนิล-แอลฟา-ดี-กลูโคไพราโนไซด์ (*p*-nitrophenyl- α -D-glucopyranoside) ในโซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ pH 6.9 ที่มีความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 50 ไมโครลิตร จากนั้นทำการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที เติมน้ำละลายแอลฟาไกลูโคซิเดสปริมาตร 0.1 ยูนิตต่อมิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที ทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 405 นาโนเมตร (Wongsa et al., 2012)

การหาค่า IC_{50}

ในการหาค่า IC_{50} ของกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสและแอลฟาไกลูโคซิเดสนั้น ทำได้โดยการเตรียมความเข้มข้นของสารสกัดที่ 0.01-1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร แล้วทำการคำนวณเป็นร้อยละของกิจกรรมเอนไซม์ เท่ากับ $[(ABS_{blank} - ABS_{sample})/ABS_{blank}] \times 100$ โดยใช้อะคาร์โบส (acarbose) เป็นตัวควบคุมบวก

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำ (mean $\pm$ standard derivation) ความแปรปรวน (analysis of variance (ANOVA)) Least significant difference (LSD) Duncan multiple range test (DMRT) และหาความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป SPSS

ผลการทดลอง

การสกัดตัวอย่างด้วยตัวทำละลาย

ทำการสกัดตัวอย่างฝาง ม้ากระทืบโรง และปลาไหลเผือกด้วยตัวทำละลายเอทานอล พบว่าสารสกัดเอทานอลของฝางและม้ากระทืบโรงมีผลผลิตร้อยละของการสกัด (% yield) เท่ากับ 16.75 และ 16.34 ตามลำดับ โดยสารสกัดฝางมีลักษณะเป็นผงแห้งสีแดง ส่วนสารสกัดม้ากระทืบโรงมีลักษณะเป็นผงแห้งสีน้ำตาลแดง สารสกัดปลาไหลเผือกมีผลผลิตร้อยละของการสกัดน้อยที่สุดเท่ากับ 3.22 มีลักษณะเป็นผงแห้งสีน้ำตาลเหลือง แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงลักษณะทางกายภาพของสารสกัดของฝาง ม้ากระทืบโรง และปลาไหลเผือก

	สารสกัดเอทานอล		
	ฝาง	ม้ากระทืบโรง	ปลาไหลเผือก
ผลผลิตร้อยละของการสกัด (% yield)*	16.79 ± 6.25	16.34 ± 0.78	3.22 ± 0.01
สี	แดง	น้ำตาลแดง	น้ำตาลเหลือง
ลักษณะ	ผงแห้ง	ผงแห้ง	ผงแห้ง

*ผลผลิตร้อยละของการสกัด; % yield (w/w) คำนวณได้จาก (น้ำหนักแห้งของสารสกัด/น้ำหนักแห้งของพืชก่อนสกัด) × 100

ฤทธิ์การยับยั้งกิจกรรมของแอลฟาอะไมเลส (α -amylase)

ในการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งกิจกรรมของแอลฟาอะไมเลสด้วยสารสกัดเอทานอลของพืช ได้แก่ ฝาง ม้ากระทืบโรง และปลาไหลเผือก ที่ความเข้มข้น 0.01 ถึง 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่า เปอร์เซ็นต์การยับยั้งกิจกรรมของแอลฟาอะไมเลสมีค่าเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารสกัดเอทานอลของพืชตัวอย่าง โดยที่ความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรของสารสกัดของฝาง ม้ากระทืบโรง และปลาไหลเผือก มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสเท่ากับร้อยละ 26.27 8.93 และ 9.83 ตามลำดับ โดยเมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุมบวกคือ อะคาร์โบส (acarbose) ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสเท่ากับร้อยละ 32.15 แสดงให้เห็นว่าอะคาร์โบสสามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟา อะไมเลสได้ดีที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากสารสกัดฝางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนสารสกัดม้ากระทืบโรงและปลาไหลเผือกนั้นมีความสามารถในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ความเข้มข้นของสารสกัด 0.1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สารสกัดจากฝาง ม้ากระทืบโรง และปลาไหลเผือก มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลสเท่ากับร้อยละ 51.81 19.49 และ 14.92 ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสของอะคาร์โบสเท่ากับร้อยละ 46.1 แสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากฝางสามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสได้ดีที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากอะคาร์โบสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนสารสกัดม้ากระทืบโรงและปลาไหลเผือกนั้นมีความสามารถในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ความเข้มข้นของสารสกัด 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สารสกัดของฝาง ม้ากระทืบโรง และปลาไหลเผือกมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสเท่ากับร้อยละ 79.32 35.82 และ 24.01 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสของอะคาร์โบสเท่ากับร้อยละ 84.52 แสดงให้เห็นว่าอะคาร์โบส สามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสได้ดีที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากสารสกัดฝางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนสารสกัดม้ากระทืบโรงมีความสามารถในการ

ยับยั้งร่องลงมา และสารสกัดปลาไหลเผือกสามารถยับยั้งกิจกรรมของแอลฟา-อะไมเลสได้น้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เพอร์เซ็นต์การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสของสารสกัดฝาง ม้ากระทืบโรง และปลาไหลเผือก

สารสกัดพืช	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส ที่ความเข้มข้นของสารสกัด (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)		
	0.01	0.1	1
ฝาง	26.27 ± 4.58 ^{ac}	51.81 ± 5.87 ^{ab}	79.32 ± 8.14 ^{aA}
ม้ากระทืบโรง	8.93 ± 4.78 ^{bc}	19.49 ± 4.11 ^{bB}	35.82 ± 3.32 ^{bA}
ปลาไหลเผือก	9.83 ± 1.45 ^{bc}	14.92 ± 2.22 ^{bB}	25.71 ± 1.04 ^{cA}
อะคาร์โบส	32.15 ± 3.31 ^{ac}	46.10 ± 3.99 ^{ab}	84.52 ± 5.19 ^{aA}

^{abc} ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

^{ABC} ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ฤทธิ์การยับยั้งกิจกรรมของแอลฟาไกลูโคซิเดส (α -glucosidase)

ในการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งกิจกรรมของแอลฟาไกลูโคซิเดสด้วยสารสกัดเอทานอลของฝาง ม้ากระทืบโรง และปลาไหลเผือก ที่ความเข้มข้น 0.01 ถึง 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งกิจกรรมของแอลฟาไกลูโคซิเดสมีค่าเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารสกัดเอทานอลของพืชตัวอย่าง โดยที่ความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรของสารสกัดเอทานอลของฝาง ม้ากระทืบโรง และปลาไหลเผือก มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสเท่ากับร้อยละ 10.9 5.29 และ 3.17 ตามลำดับ โดยเมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุมบวกคือ อะคาร์โบส ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสเท่ากับร้อยละ 15.03 แสดงให้เห็นว่าอะคาร์โบสสามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสได้ดีที่สุด แต่ไม่แตกต่างจากฤทธิ์ในการยับยั้งกิจกรรมของแอลฟาไกลูโคซิเดสของสารสกัดฝางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสารสกัดม้ากระทืบโรงและปลาไหลเผือกนั้นมีความสามารถในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สารสกัดจากม้ากระทืบโรงและปลาไหลเผือก มีความสามารถในการยับยั้งกิจกรรมของแอลฟาไกลูโคซิเดสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (41.03 และ 30.59 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ) ส่วนสารสกัดจากฝางและอะคาร์โบสมีความสามารถในการยับยั้งแอลฟาไกลูโคซิเดสเท่ากับ 55.68 และ 64.49 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ที่ความเข้มข้นของสารสกัด 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สารสกัดจากม้ากระทืบโรงมีความสามารถ

ในการยับยั้งแอลฟาเกลูโคซิเดสไม่แตกต่างจากอะคาร์โบสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่สารสกัดจากฝางและปลาไหลเผือกมีความสามารถในการยับยั้งกิจกรรมของแอลฟาเกลูโคซิเดสได้น้อยกว่าสารสกัดจากม้ากระทืบโรงและอะคาร์โบสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เพอร์เซ็นต์การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาเกลูโคซิเดสของสารสกัดพืชตัวอย่างที่ความเข้มข้น 0.01 0.1 และ 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

สารสกัดพืช	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส ที่ความเข้มข้นของสารสกัด (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)		
	0.01	0.1	1
ฝาง	10.9 ± 8.54^{abB}	55.68 ± 7.95^{aA}	63.2 ± 4.65^{bA}
ม้ากระทืบโรง	5.29 ± 4.98^{bC}	41.03 ± 1.14^{bB}	73.6 ± 3.5^{aA}
ปลาไหลเผือก	3.17 ± 2.10^{bC}	30.59 ± 3.09^{cB}	60.28 ± 1.38^{bA}
อะคาร์โบส	15.03 ± 1.61^{aC}	63.49 ± 4.05^{aB}	73.99 ± 7.50^{aA}

^{abc} ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

^{ABC} ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

การหาความเข้มข้นของสารสกัดพืชตัวอย่างที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสและแอลฟาเกลูโคซิเดสได้ร้อยละ 50 (IC_{50})

ในการเปรียบเทียบความเข้มข้นของสารสกัดพืชตัวอย่างเพื่อนำมาหาค่า IC_{50} พบว่า ค่าความเข้มข้นในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสได้ร้อยละ 50 ของตัวควบคุมบวก ได้แก่ อะคาร์โบส เท่ากับ 0.07 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สารสกัดจากฝางมีค่าเท่ากับ 0.08 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนสารสกัดของม้ากระทืบโรงและปลาไหลเผือกนั้นมีค่ามากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า อะคาร์โบสมีค่า IC_{50} ของแอลฟาอะไมเลสมีค่าต่ำที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากสารสกัดฝางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในการหาค่าความเข้มข้นในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาเกลูโคซิเดสที่ร้อยละ 50 พบว่า อะคาร์โบสมีค่าเท่ากับ 0.09 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนสารสกัดจากฝาง ม้ากระทืบโรง และปลาไหลเผือก เท่ากับ 0.18 0.20 และ 0.45 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าอะคาร์โบสมีค่า IC_{50} ของแอลฟาเกลูโคซิเดสมีค่าต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่ สารสกัดฝางและม้ากระทืบโรงโดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สารสกัดปลาไหลเผือกมีค่า IC_{50} ของแอลฟาเกลูโคซิเดสสูงที่สุด (แสดงดังตาราง 4)

ตารางที่ 4 ความเข้มข้นของสารสกัดพืชตัวอย่างที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสและแอลฟาไกลูโคซิเดสได้ร้อยละ 50 (IC_{50})

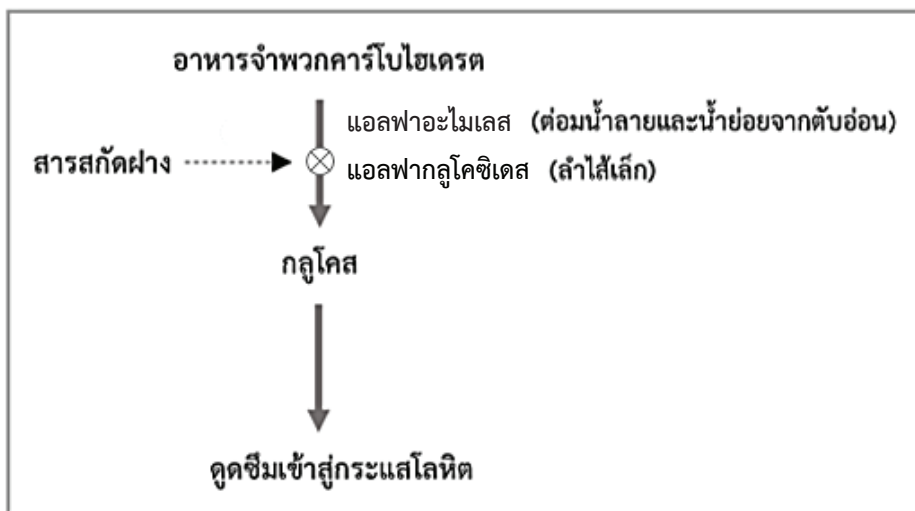
สารสกัดพืช	ความเข้มข้นของสารสกัดพืชตัวอย่างที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์ได้ ร้อยละ 50 (IC_{50}) (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)	
	แอลฟาอะไมเลส	แอลฟาไกลูโคซิเดส
ฝาง	0.08 ± 0.03^A	0.18 ± 0.07^B
ม้ากระทืบโรง	>1	0.2 ± 0.04^B
ปลาไหลเผือก	>1	0.45 ± 0.01^A
acarbose	0.07 ± 0.02^A	0.09 ± 0.01^C

^{ABC} ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

สรุปและวิจารณ์ผล

งานวิจัยนี้มิได้ทำการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส และแอลฟาไกลูโคซิเดสด้วยสารสกัดพืชสมุนไพรไทยได้แก่ ฝาง ม้ากระทืบโรง และปลาไหลเผือกในหลอดทดลอง เพื่อเป็นอีกทางเลือกในการรักษาและลดอาการข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์จากการใช้ยาในผู้ป่วยโรคเบาหวาน ชนิดที่ 2 ในการศึกษานี้ได้ทำการเปรียบเทียบการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ระหว่างสารสกัดพืชทั้งสามชนิดกับตัวควบคุมบวกได้แก่ อะคาร์โบส ซึ่งเป็นยาที่ใช้ในการรักษาผู้ป่วยโรคเบาหวาน ชนิดที่ 2 โดยมีกลไกในการยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสในลำไส้เล็กและแอลฟาอะไมเลสในตับอ่อน เพื่อลดอัตราการสลายคาร์โบไฮเดรตเป็นน้ำตาลกลูโคส เป็นผลให้ระดับของน้ำตาลในกระแสโลหิตลดลง (Ellappan, et al., 2013) ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าสารสกัดจากฝางสามารถยับยั้งกิจกรรมของแอลฟาอะไมเลสได้ดี ซึ่งใกล้เคียงกับอะคาร์โบส และสามารถยับยั้งกิจกรรมของแอลฟาไกลูโคซิเดสได้แต่น้อยกว่าอะคาร์โบส ซึ่งจากรายงานก่อนหน้านี้ ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางพฤกษเคมีของฝางพบว่า ในสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ของฝางประกอบด้วย สเตอรอยด์และน้ำมัน ส่วนในตัวทำละลายคลอโรฟอร์มพบสเตอรอยด์และฟลาโวนอยด์ ในตัวทำละลายเอทิลอะซิเตทพบสารซาโปนิน ฟลาโวนอยด์ แทนนิน และไตรเทอร์พีนอยด์ ส่วนในตัวทำละลายเมทานอล ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต ไกลโคไซด์ ซาโปนิน ฟลาโวนอยด์ แทนนิน และไตรเทอร์พีนอยด์ (Shrishailappa et al., 2003) โดยองค์ประกอบที่สำคัญในสารสกัด 95 เปอร์เซ็นต์เอทานอลของฝาง ได้แก่ บราซิลลิน (brazilin) ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการทำให้เกิดสีแดง พบว่ามีฤทธิ์ที่สำคัญในทางเภสัชวิทยาได้แก่ ด้านอนุมูลอิสระ ด้านการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ด้านการอักเสบ ลดระดับน้ำตาลในเลือด ป้องกันโรคตับ และช่วยการขยายตัวของหลอดเลือด (Nilesh et al., 2015) สารสกัดน้ำของฝางที่ความ

เข้มข้น 5000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แสดงให้เห็นว่าไม่พบความเป็นพิษเฉียบพลันในแง่ของการเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรม อัตราการตาย และการเปลี่ยนแปลงขั้นต้นของอวัยวะภายในของหนูทดลอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากฝางสามารถนำมาประยุกต์ใช้และนำไปพัฒนาในรูปแบบของแพทย์ทางเลือกในการรักษาโรคเบาหวานชนิดที่ 2 เพื่อลดระดับน้ำตาลในเลือดโดยสามารถยับยั้งกิจกรรมของแอลฟาอะไมเลสและแอลฟาไกลูโคซิเดสทำให้น้ำตาลกลูโคสถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสโลหิตลดลงแสดงกลไกดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กลไกการลดระดับน้ำตาลในเลือดของสารสกัดฝางในหลอดทดลอง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนางสาวพิมล ไหลหาโคตร นางสาวพนิตนันท์ ทิพย์รัตน์ และนางสาวอุมพร โสลี ในการเก็บตัวอย่างพืช งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

REFERENCES

- Sudarat H. (2016). **Thai medicinal plants database**. Retrieved September 20, 2016, from <http://www.phargarden.com/main.php>.
- Bae, I.K., Min, H.Y., Han, A.R., Seo, E.K. & Lee, S.K. (2005). Suppression of lipopolysaccharide-induced expression of inducible nitric oxide synthase by brazilin in RAW 264.7 macrophage cells. **Eur J Pharmacol.** 513(3), 647-651.
- Cheng, Y.Y., & Fantus, G. (2005). Oral antihyperglycemic therapy for type 2 diabetes mellitus. **CMAJ.** 172(2), 213-226.

- Deutschlander, M.S., van de Venter, M., Roux, S., Louw, J. & Lall, N. (2009). Hypoglycaemic activity of four plant extracts traditionally used in South Africa for diabetes. **Journal of Ethnopharmacol.** 124(3), 619-624.
- Ellappan, T., Balasubramaian, P., Chidambaram, K. & Subhash, C.M. (2013). α -Glucosidase and α -amylase inhibitory activity of *Senna surattensis*. **J Acupunct Meridian Stud.** 6(1), 24-30.
- Gerich, J.E., Meyer, C., Woerle, H.J. & Stumvoll, M. (2001). Renal gluconeogenesis: its importance in human glucose homeostasis. **Diabetes Care.** 24(2), 382-391.
- Guariguata, L., Whiting, D.R., Hambleton, I., Beagley, J., Linnenkamp, U. & Shaw, J.E. (2014). Global estimates of diabetes prevalence for 2013 and projections for 2035. **Diabetes Research Clinical Practice.** 103(2), 137-49.
- Matsuda, H., Morikawa, T. & Yoshikawa, M. (2002). Antidiabetogenic constituents from several natural medicines. **Pure Appl Chem.** 74(7), 1301-1308.
- Nguyen, Y.L., Le, H.T., Tran, T.H., Pham, T.B., Nguyen, H.D., Chau, V.M. & Nguyen T.D. (2013). Inhibitors of α -glucosidase, α -amylase and lipase from *Chrysanthemum morifolium*. **Phytochemistry Letters.** 6(3), 322-325.
- Nilesh, P.N., Mithun S.R., Rangabhatla G.S.V.P. & Mehraj, A. (2015). Brazilin from *Caesalpinia sappan* heartwood and its pharmacological activities: A review. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine.** 8(6), 421-430.
- Pantidos, N., Boath, A., Lund, V., Conner, S. & McDougall, G.J. (2014). Phenolic-rich extracts from the edible seaweed, *ascophyllum nodosum*, inhibit α -amylase and α -glucosidase: Potential anti-hyperglycemic effects. **Journal of functional foods.** 10, 201-209.
- Rajeev, B. & Karim, A.A. (2010). Tongkat Ali (*Eurycoma longifolia* Jack): A review on its ethnobotany and pharmacological importance. **Fitoterapia.** 81(7), 669-679.
- Rashid, M., Kumar, S. & Ahmad, B. (2009). Medical uses of *Eurycoma longifolia* Jack: a review. **Pharmaceut Res.** 2, 70-78.
- Sermboonpaisarn T. & Sawasdee P. (2012). Potent and selective butyrylcholinesterase inhibitors from *Ficus foveolata*. **Fitoterapia.** 83, 780-784.
- Shrishailappa, B., Sujay, R., Raia, Sudheer, M., Rajan, S. & Suresh, B. (2003). Pharmacognostical Evaluation of *Caesalpinia sappan* Heartwood. **Ancient Science of Life.** 13, 100-107.
- Sireeratawong S., Piyabhan P., Singhalak T., Wongkrajang Y., Temsiririrkkul R. & Punsirat J. (2010). Toxicity evaluation of sappan wood extract in rats. **J Med Assoc Thai.** 93(7), S50-S57.
- Wongsa, P., Chaiwarit, J. & Zamaludien, A. (2012). *In vitro* screening of phenolic compounds, potential inhibition against α -amylase and α -glucosidase of culinary herbs in Thailand. **Food Chemistry.** 131(3), 964-971.
- Zu, Y., Li, C., Fu, Y. & Zhao, C. (2006). Simultaneous determination of catechin, rutin, quercetin, kaempferol and isorhamnetin in the extract of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) leaves by RP-HPLC with DAD. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis.** 41, 714-719.

บทความวิจัย

การศึกษาปัจจัยที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของสาหร่ายบอลและความสามารถในการ
บำบัดฟอสเฟตในน้ำเสียจากปลาตาย

STUDY OF ACTIVATED FACTORS TO MOSS BALL (*CLADOPHORA AEGAGROPILA*) GROWTH AND UTILIZED MOSS BALL TO TREAT PHOSPHATE IN WASTEWATER FROM DEAD FISH

ราเมศ จุ้ยจุลเจิม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร

Ramet Juijuljerm

Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University, Bangkok

Email: ramet.pnru742@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาปัจจัยกระตุ้นการเจริญของสาหร่ายบอล (*Cladophora aegagropila*) สำหรับธุรกิจปลา
สวยงาม และการนำสาหร่ายบอลมาทดสอบบำบัดฟอสเฟตจากสาเหตุปลาตาย ดำเนินการโดยนำ สาหร่าย
เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 3 เซนติเมตร มาทดสอบปัจจัยกระตุ้นการเจริญ โดยการเติมธาตุอาหาร P และ K
ปรับค่าการนำไฟฟ้าที่เหมาะสม เติมดิน Black Earth และ CO₂ นำสาหร่ายบอล ขนาด 3 นิ้วมาทดสอบ
การบำบัดฟอสเฟตที่มีสาเหตุจากปลาตาย 1.2 และ 8.0 กรัม ผลการศึกษาพบว่าการเลี้ยงสาหร่ายบอล
ในอาหาร humic-L ที่มีการเติมฟอสฟอรัสและปรับค่าการนำไฟฟ้าเป็น 1,700 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร
เติมดิน Black Earth และ CO₂ สามารถกระตุ้นสาหร่ายเจริญเพิ่มความยาวได้สูงถึง 1.3 เซนติเมตร ในระยะ
เวลา 15 วัน ในการทดสอบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากสาเหตุปลาตาย พบว่าสาหร่ายบอล มีความ
สามารถลดปริมาณฟอสเฟต โดยในสภาพน้ำปลาเน่ารุนแรง ปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์สูงถึง 3.8 มิลลิกรัม
ต่อลิตร สามารถลดฟอสเฟตในระยะเวลา 28 วัน ลงเหลือ 12.1 มิลลิกรัมต่อลิตร (สาหร่ายบอล 6 ลูก)
ต่างจากชุดควบคุม (ไม่มีสาหร่ายบอล) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ซึ่งมีค่าฟอสเฟตสูงถึง 22.53
มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่ออยู่ในสภาพมีออกซิเจนจะยิ่งช่วยเพิ่มการดูดซับฟอสเฟต โดยปริมาณฟอสเฟตลดลง
เหลือ 7.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ต่างจากชุดควบคุม (ไม่มีสาหร่ายบอล) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) มี
ค่าฟอสเฟตสูงถึง 23.9 มิลลิกรัมต่อลิตร จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสาหร่ายบอล สามารถบำบัด
ฟอสเฟตได้ทั้งสองสภาวะ ได้แก่สภาวะที่มีไฮโดรเจนซัลไฟด์สูง แต่ออกซิเจนต่ำ และสภาวะที่มีออกซิเจนสูง

คำสำคัญ: สาหร่ายบอล ปัจจัยกระตุ้น การบำบัดฟอสเฟต *Cladophora aegagropila*

ABSTRACT

To study of activated factors to moss ball growth and utilized moss ball treated phosphate cause from the dead fish, the moss ball 3 centimeters in diameters were used for the experiment of activated factors that is addition the P and K elements, CO₂, Black Earth soil and the various conductivities. The moss ball 3 inch in diameters were also used for treated phosphate cause from the dead fish (1.2 and 8.0 g).

The result of activated factors were obtained for 15 days revealed that filling the P-element, Black Earth soil, CO₂, and adjusted conductivity as 1,700 μ S/cm. could increased diameters up to 1.3 centimeters. The phosphate reduction was found that six moss balls could decreased phosphate as 12.1 mg/L in the extremely harmful hydrogen sulfide (3.8 mg/L) within 28 days. However it was different from the control (none moss ball), 22.53 mg/L ($p < .05$). In addition under the oxygen condition moss ball was increased to absorb phosphate as 7.6 mg/L also different from the control, 23.9 mg/L ($p < .05$). This result indicated that moss ball can be used for reduced phosphate in both conditions that is high hydrogen sulfide but low oxygen and the oxygen rich condition.

Keywords : moss ball, phosphate treatment, *Cladophora aegagropila*, activated factor

บทนำ

สาหร่าย *Cladophora aegagropila* หรือเรียกชื่อสามัญว่า สาหร่ายบอล หรือ มาริโมะ เป็นสาหร่ายที่สามารถฟอร์มตัวในลักษณะสูญเสียการยึดเกาะซึ่งมีลักษณะเป็นทรงกลมสีเขียวคล้ายกำมะหยี่เรียกว่า *Cladophora balls* มีความสวยงามและคงทน นิยมนำมาประดับตกแต่งตู้ปลาอย่างแพร่หลายจึงเป็นที่ต้องการของผู้ประกอบการแต่สาหร่ายชนิดนี้ต้องนำเข้าจากประเทศญี่ปุ่นซึ่งมีราคาแพง และใช้เวลาในการเลี้ยงยาวนานโดยใช้เวลาเจริญในสภาพธรรมชาติปีละ 1 เซนติเมตร ด้วยเหตุนี้การศึกษาปัจจัยที่สามารถกระตุ้นและบังคับสาหร่ายให้เจริญรวดเร็ว สามารถผลิตในปริมาณมากตามความต้องการ จึงมีความสำคัญและเป็นประโยชน์ต่อการผลิตวัสดุประดับตู้ปลา นอกจากความสวยงามคงทนที่เกิดขึ้นแล้ว พบว่า สาหร่ายชนิดนี้เป็นสาหร่ายสกุลเดียวกับ *Cladophora sp.1* ซึ่งนำมาใช้ผลิตบอลสาหร่าย (algae ball) (Juijuljerm, 2010) โดยสาหร่ายมีความสามารถหลั่งสารบางชนิดออกมาจับตะกอนแขวนลอยให้จมตัวลงสู่พื้นล่างทำให้น้ำในตู้ปลาใส และสามารถบำบัดน้ำในตู้ปลาได้ ดังนั้นหากนำสาหร่ายบอล มาตกแต่งตู้ปลาจะสามารถช่วยบำบัดน้ำในตู้ได้ด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อประสบปัญหา ฟอสเฟตในน้ำสูงซึ่งจะเป็นสาเหตุให้เกิดการเพิ่มจำนวนของสาหร่ายที่เป็นแพลงก์ตอน ส่งผลให้น้ำในตู้ปลาเขียวขุ่นไม่สวยงาม

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเติม P, N, ดิน Black Earth และ CO₂ ในอาหารเลี้ยง Humic-L ต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Cladophora aegagropila* และผลของสาหร่ายบอลในการบำบัดฟอสเฟตในน้ำเสียที่มีสาเหตุจากปลาตาย

วิธีการ

การวิจัยนี้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

1. การศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการกระตุ้นให้สาหร่ายเจริญได้รวดเร็ว

นำสาหร่าย *Cladophora aegagropila* เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 3 เซนติเมตร มาทดลองโดยเลี้ยงสาหร่ายบอลลจำนวน 4 ลูก ในทริทเมนต์ต่าง ๆ 7 ทริทเมนต์ คือ ทริทเมนต์ที่ 1 : Humic-L+P+N, 2: Humic-L+P, 3: Humic-L+P+Black Earth, 4: Humic-L+P+Black Earth, 5: Humic-L+P+CO₂+Black Earth, 6 : Humic-L+P+Black Earth และ 7 : น้ำประปา (control) (ทริทเมนต์ละ 3 ชั่วโมง) จากนั้นปรับค่าการนำไฟฟ้าให้ต่างกันคือ 1,050, 1,050, 1,300, 1,700, 1,700, 2,500 และ 330 $\mu\text{S}/\text{cm}$. ด้วยสารละลาย NaCl นำภาชนะทดลองทั้ง 7 ทริทเมนต์ มาให้แสงเข้มข้น 1,500 Lux ตลอด 24 ชั่วโมง ระยะเวลา 15 วัน โดยควบคุมค่าการนำไฟฟ้าให้อยู่ระดับปกติจนครบระยะเวลา 15 วัน จากนั้นนำสาหร่ายของแต่ละภาชนะมาวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 ด้าน (กว้าง ยาว และ หยา) ด้วยเวอร์เนียเพื่อหาค่าเฉลี่ยความยาวที่เพิ่มขึ้น บันทึกผลการทดลอง

2. การทดสอบประสิทธิภาพการบำบัดฟอสเฟตจากสาเหตุปลาตาย

การทดลองนี้จะแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ทริทเมนต์ ได้แก่ ทริทเมนต์ที่ 1 การใช้สาหร่ายบอลล บำบัดฟอสเฟตในตู้ปลาที่มีปลาตาย 1.2 กรัม ในสภาวะไม่เติมอากาศ ทริทเมนต์ที่ 2 การใช้สาหร่ายบอลล บำบัดฟอสเฟตในตู้ปลาที่มีปลาตาย 8.0 กรัม ในสภาวะไม่เติมอากาศ ทริทเมนต์ที่ 3 การใช้สาหร่ายบอลล บำบัดฟอสเฟต ในตู้ปลาที่มีปลาตาย 8.0 กรัม ในสภาวะเติมอากาศ โดยแต่ละทริทเมนต์แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุดทดลอง ชุดทดลองละ 3 ชั่วโมง ชุดทดลอง ที่ 1 เป็นชุดควบคุม (control) จะทำการชั่งน้ำหนักปลาตาย 1.2 กรัม และ 8.0 กรัมสำหรับทริทเมนต์ที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ส่วนทริทเมนต์ที่ 3 ใช้ปลาตาย 8.0 กรัมแต่เติมอากาศโดยปรับค่า DO เริ่มต้นอยู่ในระดับ 4.0-4.5 มิลลิกรัมต่อลิตรด้วยเครื่องเติมอากาศ และวัดค่า DO ด้วยเครื่อง DO meter ใส่ซากปลาดังกล่าวในตู้ปลาที่บรรจุน้ำประปา 4 ลิตร ทำการวัดค่าฟอสเฟต และไฮโดรเจนซัลไฟด์ ทุก ๆ 5 วัน ด้วยเครื่อง Photometer Orbeco-Hellige 975 MP จนครบระยะเวลา 15 วัน ในทริทเมนต์ที่ 1 ส่วนทริทเมนต์ที่ 2 และ 3 ทำการวัดค่าฟอสเฟต และไฮโดรเจนซัลไฟด์ ทุก ๆ 7 วันจนครบระยะเวลา 28 วัน โดยควบคุม DO อยู่ในระดับ 4.0-4.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ชุดที่ 2 เตรียมการทดลองเหมือนชุดที่ 1 แต่ใส่สาหร่ายบอลล ทั้งหมด 3 ลูก เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ชุดทดลองที่ 3 เตรียมการทดลองเหมือนชุดที่ 1 เช่นกัน แต่ใส่สาหร่ายบอลล จำนวน 6 ลูก บันทึกผลการทดลองเช่นเดียวกับชุดควบคุม

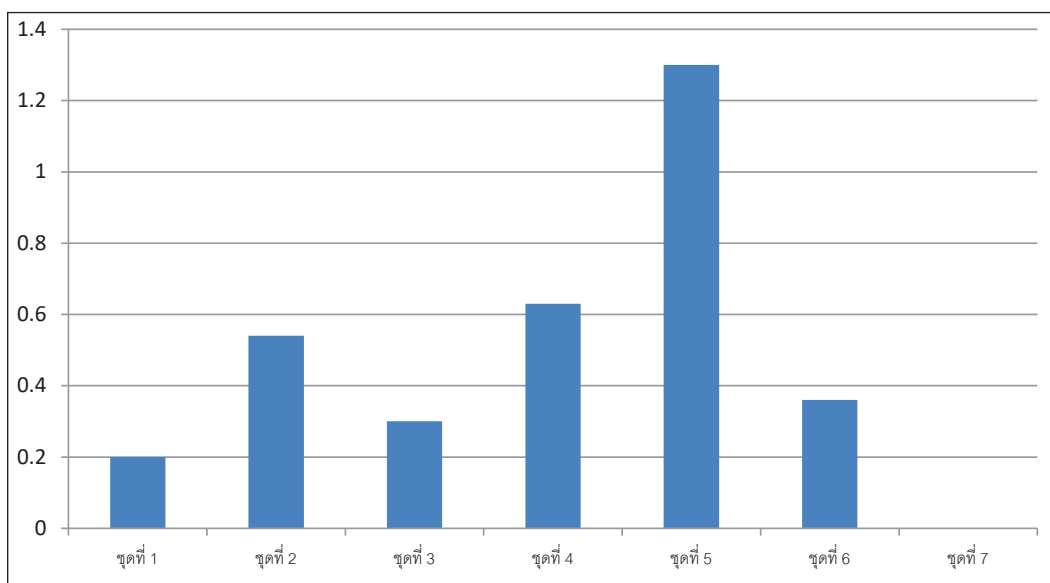
ทดสอบความแปรปรวนทางสถิติโดยใช้ Oneway ANOVA

ผลการทดลอง

1. ปัจจัยที่เหมาะสมในการกระตุ้นให้สาหร่ายเจริญได้รวดเร็ว

เมื่อเปรียบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของสาหร่ายบอลลจากทรีทเมนต์ที่ 1 : Humic-L+P+N (1,050 $\mu\text{S/cm.}$), 2: Humic-L+P(1,050 $\mu\text{S/cm.}$), 3: Humic-L+P+Black Earth(1,300 $\mu\text{S/cm.}$), 4: Humic-L+P+Black Earth(1,700 $\mu\text{S/cm.}$), 5: Humic-L+P+CO₂+Black Earth(1,700 $\mu\text{S/cm.}$), 6 : Humic-L+P+Black Earth(2,500 $\mu\text{S/cm.}$) และ 7 : น้ำประปา (330 $\mu\text{S/cm.}$) ระยะเวลา 15 วัน พบว่าในชุดทดลองที่ 5 สาหร่ายบอลลมีความยาวเพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อเทียบกับชุดทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) โดยมีค่าความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้น เท่ากับ 1.30 เซนติเมตร ดังรูปที่ 1

ความยาว (เซนติเมตร)

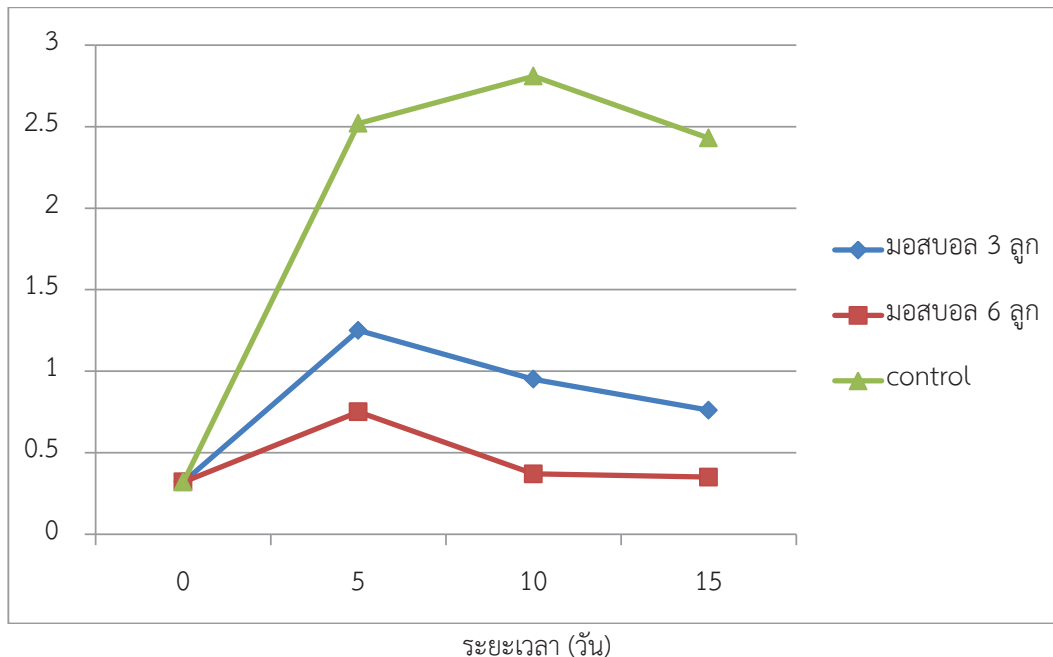


ชนิดของปัจจัยกระตุ้นการเจริญ

รูปที่ 1 ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของสาหร่ายบอลลที่เพาะเลี้ยงไว้ในทรีทเมนต์ที่ 1 : Humic-L+P+N (1,050 $\mu\text{S/cm.}$), 2: Humic-L+P(1,050 $\mu\text{S/cm.}$), 3: Humic-L+P+Black Earth(1,300 $\mu\text{S/cm.}$), 4: Humic-L+P+Black Earth(1,700 $\mu\text{S/cm.}$), 5: Humic-L+P+CO₂+Black Earth(1,700 $\mu\text{S/cm.}$), 6 : Humic-L+P+Black Earth(2,500 $\mu\text{S/cm.}$) และ 7 : น้ำประปา (330 $\mu\text{S/cm.}$) ระยะเวลา 15 วัน

2. การทดลองใช้สาหร่ายบอลลำดับฟอสเฟตในตู้ปลาที่มีปลาตาย 1.2 กรัม ในสภาวะไม่เต็มอากาศ

การทดลองใช้สาหร่ายบอลลำดับน้ำในตู้ปลาที่มีปลาตาย 1.2 กรัม ในสภาวะไม่เต็มอากาศ พบว่า ค่าฟอสเฟตของชุดทดลองที่มีสาหร่ายบอล มีค่าฟอสเฟตต่ำกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ซึ่งค่าฟอสเฟตในวันที่ 15 ของชุดทดลองทั้ง 3 มีค่า 0.35, 0.76 และ 2.43 ตามลำดับ ดังรูปที่ 2

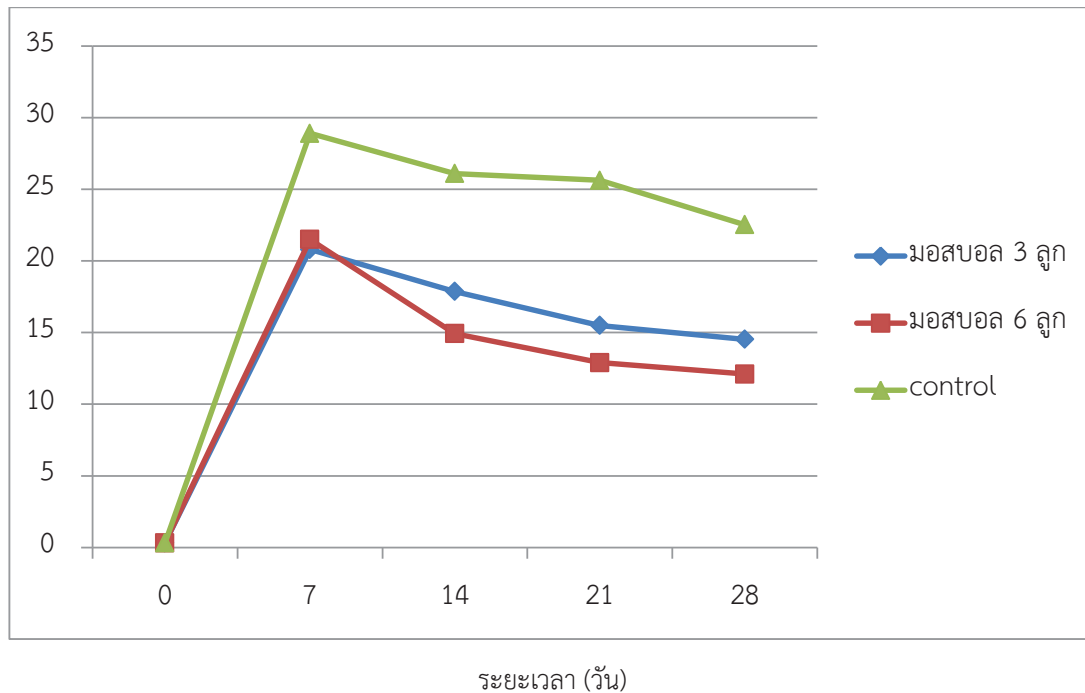


หมายเหตุ: ปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ 0.042 มิลลิกรัมต่อลิตร

รูปที่ 2 การเปรียบเทียบค่าฟอสเฟต (PO_4) ในตู้เลี้ยงปลาที่มีปลาตาย 1.2 กรัมต่อน้ำ 4 ลิตร จาก 3 ชุดทดลอง (ชุดทดลองที่ 1 ใส่สาหร่ายบอล 3 ลูก ชุดทดลองที่ 2 ใส่สาหร่ายบอล 6 ลูก และชุดทดลองที่ 3 ไม่ใส่สาหร่ายบอล <control>) ในระยะเวลา 15 วัน ฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร)

3. การทดลองใช้สาหร่ายบอลลำดับฟอสเฟตในตู้ปลาที่มีปลาตาย 8.0 กรัม ในสภาวะไม่เต็มอากาศ

การทดลองใช้สาหร่ายบอลลำดับน้ำในตู้ปลาที่มีปลาตาย 8.0 กรัม ในสภาวะไม่เต็มอากาศ พบว่าค่าฟอสเฟตของชุดทดลองที่มีสาหร่ายบอล มีค่าฟอสเฟตต่ำกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ซึ่งค่าฟอสเฟตในวันที่ 28 ของชุดทดลองสาหร่ายบอล 6 ลูก 3 ลูก และชุดควบคุมมีค่า 12.10, 14.53 และ 22.53 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ดังรูปที่ 3

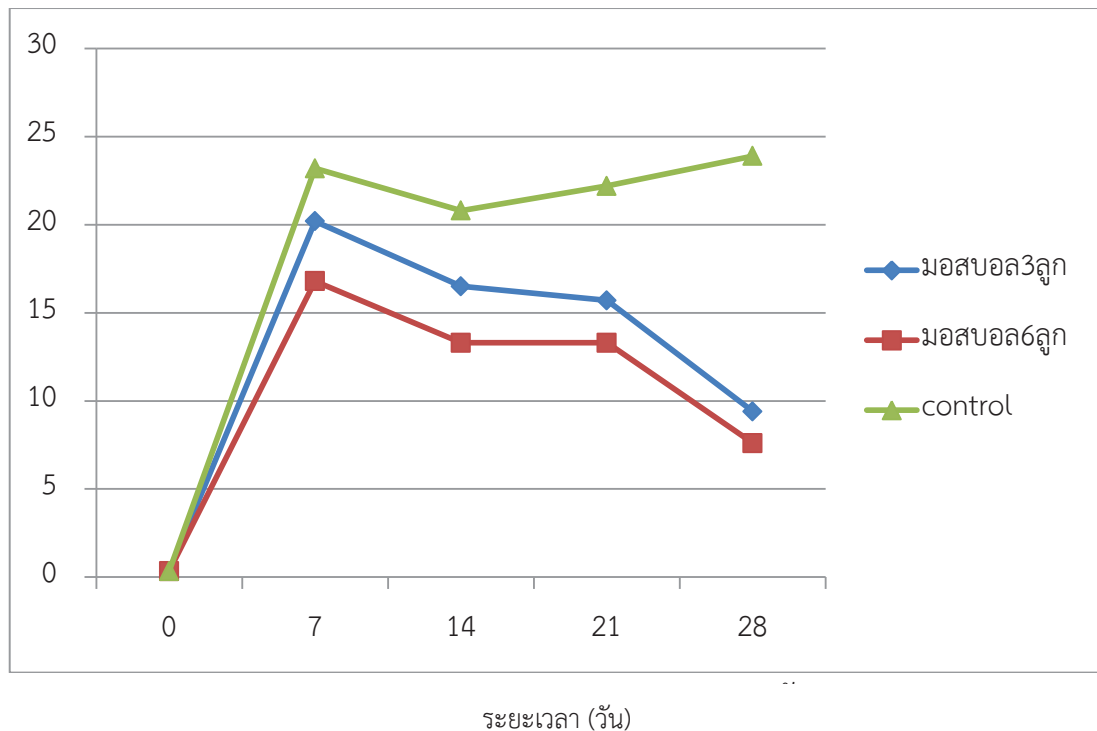


หมายเหตุ: ปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟ 3.8 มิลลิกรัมต่อลิตร

รูปที่ 3 การเปรียบเทียบค่าฟอสเฟต (PO_4) ในตู้เลี้ยงปลาที่มีปลาตาย 8 กรัม ต่อน้ำ 4 ลิตร จาก 3 ชุดทดลอง (ชุดทดลองที่ 1 ใส่สาหร่ายบอล 3 ลูก ชุดทดลองที่ 2 ใส่สาหร่ายบอล 6 ลูก และชุดทดลองที่ 3 ไม่ใส่สาหร่ายบอล <control>) ในระยะเวลา 28 วัน ฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร)

4. การทดลองใช้สาหร่ายบอล บำบัดฟอสเฟต ในตู้ปลาที่มีปลาตาย 8.0 กรัม ในสภาวะเต็มอากาศ

การทดลองใช้สาหร่ายบอล บำบัดน้ำในตู้ปลาที่มีปลาตาย 8.0 กรัม ในสภาวะเต็มอากาศ ค่าฟอสเฟตของชุดทดลองที่มีสาหร่ายบอล มีค่าฟอสเฟตต่ำกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ซึ่งค่าฟอสเฟตในวันที่ 28 ของชุดทดลองสาหร่ายบอล 6 ลูก 3 ลูก และชุดควบคุมมีค่า 7.6, 9.4 และ 23.9 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ดังรูปที่ 4



หมายเหตุ: ปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ 3.8 มิลลิกรัมต่อลิตร

รูปที่ 4 การเปรียบเทียบค่าฟอสเฟต (PO_4) ในตู้เลี้ยงปลาที่มีปลาตาย 8 กรัม ต่อน้ำ 4 ลิตร ในสภาวะเดิมอากาศ (ชุดทดลองที่ 1 ใส่สาหร่ายบอล 3 ลูก ชุดทดลองที่ 2 ใส่สาหร่ายบอล 6 ลูก และชุดทดลองที่ 3 ไม่ใส่สาหร่ายบอล <control>) ในระยะเวลา 28 วัน ฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร)

สรุปและวิจารณ์ผล

จากผลการทดลองศึกษาปัจจัยกระตุ้นการเจริญของสาหร่ายบอล พบว่า การนำสาหร่ายบอลไปเลี้ยงในอาหาร humic-L (สารฮิวมิก) ที่มีการเติมฟอสฟอรัสและปรับค่าการนำไฟฟ้าเป็น 1,700 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร เติมน้ำดิน Black Earth ขณะเพาะเลี้ยงเติม CO_2 เพื่อกระตุ้นการเจริญ จะช่วยกระตุ้นให้สาหร่ายเจริญเพิ่มความยาวได้สูงถึง 1.3 เซนติเมตร ถึงแม้เลี้ยงสาหร่ายในระยะเวลาเพียง 15 วัน เนื่องจากสาหร่ายชนิดนี้เจริญเติบโตช้ามากในธรรมชาติ พบว่า ในระยะเวลา 1 ปี ใช้เวลาเพิ่มความยาวเพียง 1 เซนติเมตร ซึ่งการเติมฟอสฟอรัสช่วยกระตุ้นการสร้างคาร์บอนยัด จึงอาจมีส่วนช่วยในการเก็บเกี่ยวแสงส่งต่อให้คลอโรฟิลล์เอ เพื่อใช้ในปฏิกิริยาสังเคราะห์ด้วยแสงทำให้การเจริญของสาหร่ายมากขึ้นสอดคล้องกับการศึกษาของทวีศักดิ์ ขวัญไตรรงค์ และศิริเนติ ตรีชัยยาพร (Kuantrairong & Traichaiyaporn, 2010) กล่าวว่า การเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสมีผลต่อการเพิ่มการผลิตคาร์บอนยัดของสาหร่ายไค (Cladophora) โดยสาหร่ายจะผลิตคาร์บอนยัด มากขึ้นตามปริมาณฟอสเฟตฟอสฟอรัสที่เพิ่มมากขึ้น

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากสาเหตปลาตาย พบว่า สาหร่ายบอล มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณฟอสเฟต โดยยังมีจำนวนสาหร่ายบอล มากจะยิ่งเกิดการดูดซับฟอสเฟตเพื่อใช้เจริญเติบโตมาก ส่งผลให้ปริมาณฟอสเฟตในน้ำปลาเน่า ลดลงอย่างชัดเจนทั้งสภาพน้ำที่ขาดออกซิเจนรุนแรง และ สภาพน้ำที่มีออกซิเจนเพียงพอ ในสภาพน้ำปลาเน่ารุนแรง ปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์สูงถึง 3.8 มิลลิกรัมต่อลิตร ความสามารถของสาหร่ายบอล ในการดูดซับฟอสเฟตก็ยังมีประสิทธิภาพสูงสามารถลดฟอสเฟตในระยะเวลา 28 วัน ลงเหลือ 12.1 มิลลิกรัมต่อลิตร (สาหร่ายบอล 6 ลูก) ขณะที่ชุดควบคุม ค่าฟอสเฟตสูงถึง 22.53 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเป็นลักษณะพิเศษของสาหร่ายบอล ที่มีความทนทานสูงเหนือสาหร่ายหรือพืชน้ำทั่วไปซึ่งไม่สามารถอยู่รอดในสภาพน้ำเช่นนี้ได้ จึงเป็นจุดเด่นในการนำสาหร่ายบอล มาใช้ควบคุมปริมาณฟอสเฟตในสภาพน้ำขาด O_2 รุนแรงและมีความเป็นพิษจากไฮโดรเจนซัลไฟด์สูงได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่ออยู่ในสภาพมีออกซิเจนเพียงพอ จะยิ่งช่วยเพิ่มการดูดซับฟอสเฟตได้ดียิ่งขึ้น โดยพบว่าสามารถลดฟอสเฟตในระยะเวลา 28 วันลงเหลือ 7.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ขณะที่ชุดควบคุม ค่าฟอสเฟตสูงถึง 23.9 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงว่ายังมีปริมาณสาหร่ายบอล มากเพียงพอและอยู่ในสภาพมีออกซิเจน ซึ่งสารประกอบฟอสฟอรัสถูกเปลี่ยนให้เป็น สารประกอบฟอสเฟตในปริมาณมาก ตลอดจนการหายใจแบบใช้ออกซิเจนเกิดได้มีประสิทธิภาพออกซิเจนจึงถูกนำไปใช้ออกซิไดซ์สารอินทรีย์เพื่อสร้างพลังงานสำหรับการดูดซึมฟอสฟอรัส ในสภาวะไม่มีแสง จึงยิ่งช่วยลดฟอสเฟตได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Wong & Clark (1976), Birch et al. (1981), Painter & Kamaitis (1987), Bootsma et al. (2004) และ Higgins et al. (2008) กล่าวว่า สาหร่าย *Cladophora* sp. ต้องการฟอสฟอรัสเพื่อใช้เป็นปัจจัยในการเจริญเติบโต โดยพบว่าหากน้ำมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงสาหร่ายสามารถสะสมฟอสฟอรัสในเซลล์มากขึ้น

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสาหร่ายบอล สามารถบำบัดฟอสเฟตได้ทั้งสองสภาวะ ได้แก่ สภาวะที่มีไฮโดรเจนซัลไฟด์สูง แต่ออกซิเจนต่ำ และสภาวะที่มีออกซิเจนสูง

REFERENCES

- Birch, P.B., Godon, D.M. & McComb, A.J. (1981). **Nitrogen and Phosphorus Nutrient of *Cladophora* Research and Management in the Great Lakes.** Proceeding of a Workshop Held at the Great Lakes Water Institute, University of Wisconsin, Milwaukee.
- Bootsma, H.A., Jensen, E.T., Young, E.B. & Berges, J.A. (2004). ***Cladophora* Research and Management in the Great Lakes.** Proceedings of a Workshop Held at the Great Lakes Water Institute, University of Wisconsin, Milwaukee.
- Higgins, S.N., Malkin, S.Y., Howell, E.T., Guildford, S.J., Campbell, L. Hiriart-Baer, V. & Hecky, R.E. (2008). An Ecological Review of *Cladophora* glomerata (Chlorophyta) in the Laurentian Great Lakes. **J. Phycol.** 44, 839-854.

- Juijuljerm, R. (2010). **Utility of *Cladophora* sp. TR1 in the algal ball formation to control the water transparency in the golden fish aquarium.** Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University, Bangkok (in Thai).
- Khuantrairong, T. & Traichaiyaporn, S. (2010). Efficiency of Carotenoid and Nutritional Values Production of an Alga Kai (*Cladophora* sp.) for Economic Utilization (I). **Journal of Fisheries Technology Research**. 4 (1) 54-64 (in Thai).
- Painter D.S. & Kamaitis G. (1987). Reduction of *Cladophora* Biomass Tissue Phosphorus in Lake Ontario, 1972-83. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, 44, 2212-2215.
- Wong S.L. & Clark B. (1976). Field Determination of the Critical Nutrient Concentrations for *Cladophora* in Streams. **J. Fish. Res. Board Can.** 33, 85-92.

บทความวิจัย

สภาพ ปัญหา ความต้องการจำเป็น และแนวทางในการสร้างรูปแบบ
กีฬาบาสเกตบอลแนวใหม่

PROBLEMS, NEEDS, AND GUIDELINES IN CONSTRUCTING
A NEW FORM OF BASKETBALL

อดิเทพ ณ พัทลุง^{1*} อนันต์ มลารัตน์² วาสนา คุณาอภิสิทธิ์³ และ ธงชัย เจริญทรัพย์มณี³

¹หลักสูตรการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาสุศึกษาและพลศึกษา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

²คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

³ข้าราชการบำนาญ คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

Aditep Na Phatthalung^{1*}, Anan Malarat², Wasana Kuna-apisit³,
and Thongchai Charoensupmanee³

¹Doctor of Education Program in Health Education and Physical Education, Faculty of Physical Education,
Srinakharinwirot University.

²Faculty of Physical Education, Srinakharinwirot University.

³Retired Government Official, Faculty of Physical Education, Srinakharinwirot University.

*E-mail : monkey_najar@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาสภาพปัญหา ความจำเป็น และแนวทางในการสร้างรูปแบบกีฬาบาสเกตบอลแนวใหม่ ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) ทั้งนี้ใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยเทคนิคการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi - Structured Interviews) ร่วมกับการสังเคราะห์เอกสาร (Synthesis Document) โดยมีขั้นตอนในการวิจัย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเล่นกีฬาบาสเกตบอล ตลอดจนแนวทางการปฏิบัติในการพัฒนารูปแบบกีฬาบาสเกตบอลแนวใหม่ จากแหล่งข้อมูลทั้งภายในและภายนอกประเทศ ขั้นตอนที่ 2 สังเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่ได้ในขั้นตอนที่ 1 เพื่อนำมาสร้างกรอบและสร้างประเด็นการสัมภาษณ์ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเล่นกีฬาบาสเกตบอล โดยการสร้างแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง จากนั้นจึงนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทเพื่อตรวจสอบและแก้ไข ขั้นตอนที่ 3 กำหนดแหล่งข้อมูลในการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง เป็น 2 แหล่งย่อย คือ 1) นักกีฬาบาสเกตบอล จำนวน 13 คน 2) บุคคลทั่วไปที่เล่นบาสเกตบอลในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 18 คน ขั้นตอนที่ 4 สัมภาษณ์ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเล่นกีฬาบาสเกตบอลตามแหล่งข้อมูลที่กำหนดในขั้นตอนที่ 3 ด้วยแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ขั้นตอนที่ 5 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ร่วมกับการวิเคราะห์สรุปแบบอุปนัย (Analytic induction) จากนั้นจึงนำเสนอ

ข้อมูลในลักษณะความเรียงประกอบตารางเปรียบเทียบตามจุดมุ่งหมายของการวิจัยและกรอบของตัวแปรที่ต้องการศึกษา ผลการวิจัยพบว่า (1) สภาพปัญหาที่เกิดจากรูปแบบการเล่นกีฬาสเกตบอลในปัจจุบัน บุคคลทั่วไป ได้แก่ 1) น่าเบื่อ จำเจกับรูปแบบเดิม ๆ คิดเป็นร้อยละ 48.38 2) ขาดความท้าทาย คิดเป็นร้อยละ 45.16 3) ผู้เล่นที่มีทักษะอ่อน ย่อมแพ้เสมอ ไม่มีทางชนะ ทำให้หมดกำลังใจ คิดเป็นร้อยละ 41.93 นักกีฬา ได้แก่ 1) เจอผู้เล่นหน้าเดิม ๆ ไม่ค่อยมีหน้าใหม่ คิดเป็นร้อยละ 35.48 2) รูปแบบและวิธีการเล่นเดิม ๆ คิดเป็นร้อยละ 29.05 3) นักกีฬขาดความท้าทายในการเล่นคิดเป็นร้อยละ 29.05 (2) บุคคลทั่วไป และนักกีฬา ส่วนใหญ่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางในการสร้างรูปแบบกีฬาสเกตบอลแนวใหม่ คือ รูปแบบสนามเป็นหกเหลี่ยม โดยมีจำนวน 3 ทีม ซึ่งสมาชิกภายในทีมมี จำนวน 3 คน ในส่วนของอุปกรณ์สนามสามารถแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) จำนวนแป้นบาสเกตบอลมี 3 แป้น 2) ความสูงเป็นมาตรฐานสากล และ 3) ขนาดลูกบาสเกตบอล คือ ลูกเบอร์ 7 และทุกคนให้ความน่าสนใจหากมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบและวิธีการเล่น

คำสำคัญ: สภาพปัญหา แนวทางในการสร้างรูปแบบกีฬาสเกตบอลแนวใหม่

ABSTRACT

The objectives of this study were to identify problems, to discover needs, and to construct a new form of basketball. This research employed a qualitative approach. Semi-structured interviews and document syntheses were used to collect data. There were five steps in conducting this research: 1) Reviewing related literature on theories of basketball and guidelines in developing a new form of basketball from sources within the country and abroad, 2) Synthesizing the data obtained from step one to create a framework for and the specific topics asked about in the interview (the interview was semi-structured and approved by the advisor before interviews were conducted), 3) Selecting the sample of the study, there were two groups in the sample—the first group consisted of 13 professional basketball players and the second group consisted of 18 people who play basketball in the Bangkok area, 4) Interviewing the sample of the study, and 5) Analyzing the content of the data obtained from the interviews—analyses included descriptively presenting the results and comparing the results using a table of variables. The results of the study showed that: (1) The problems of the current form of basketball experiencing by general players are that it is boring (48.38%), not challenging (45.16%), and the weaker players who do not have chances to win were discouraged (41.93%). The problems of the current form of basketball experienced by professional players were only competing with the same players (35.48%), boring (29.05%), and not challenging (29.05%). (2) Most general players and professional players suggested that a new form of basket should have a hexagon court and there should be three teams playing at the same time with each team having three players. There should be three hoops, each at standard height. The ball used should be size 7.

Keywords: problems, guidelines in constructing a new form of basketball

บทนำ

เนื่องจากความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้เข้ามามีบทบาทต่อการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์เพิ่มมากขึ้น เครื่องจักร เครื่องยนต์ ตลอดจนเครื่องทุ่นแรงและเครื่องอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ถูกนำมาใช้ทดแทนแรงงานของมนุษย์ในอัตราที่สูงขึ้น เป็นเหตุให้มนุษย์มีการใช้แรงในชีวิตประจำวันลดน้อยลง และส่งผลให้อวัยวะต่าง ๆ เช่น สมอ ง หัวใจ ปอด หลอดเลือด กล้ามเนื้อ ไม่ได้รับการกระตุ้นให้ออกกำลังอย่างเพียงพอ ก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น โดยเฉพาะโรคที่เกี่ยวข้องกับวิถีชีวิต (Lifestyle Diseases) เช่น โรคความดันโลหิตสูง ภาวะหัวใจขาดเลือด เบาหวาน มะเร็ง เป็นต้น

การพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้า สิ่งที่สำคัญ คือ การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ ซึ่งการที่จะเป็นบุคลากรที่มีคุณภาพนั้นจำเป็นต้องมีสุขภาพสมบูรณ์แข็งแรงทั้งสุขภาพกายและสุขภาพจิต การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพก็เป็นกลวิธีหนึ่งที่จะนำไปสู่การมีสุขภาพดี โดยที่พฤติกรรมการออกกำลังกายจะช่วยส่งเสริมสุขภาพและป้องกันโรค ซึ่งการออกกำลังกายแต่ละชนิดมีรูปแบบ กระบวนการและหลักเกณฑ์แตกต่างกันไป แต่จากการศึกษา พบว่า มีประชาชนส่วนหนึ่งที่ขาดการออกกำลังกาย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความสนใจกับสิ่งต่าง ๆ มีมากขึ้น จนเป็นสาเหตุที่ทำให้ไม่มีเวลาการออกกำลังกาย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sangsen (2010) กล่าวว่า กลุ่มคนที่ไม่ออกกำลังกายเลย เพราะมีความสนใจอย่างอื่นมากกว่าการออกกำลังกาย โดยเป็นสาเหตุที่ทำให้ไม่มีเวลาการออกกำลังกาย ซึ่งการที่ประชาชนไม่ออกกำลังกายนั้น จะส่งผลเสียต่อสุขภาพตามมา

การออกกำลังกายที่มีคุณลักษณะสำคัญคือ มีแบบแผน มีระบบ และมีการปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ เพื่อปรับปรุงหรือคงรักษาสภาพทางกาย (Physical Fitness) อย่างใดอย่างหนึ่ง ผู้ออกกำลังกายสามารถเลือกทำในสิ่งที่ตนเองรู้สึกดีหรือพึงพอใจและสามารถมุ่งความสนใจอยู่ที่สนุกสนานของการเคลื่อนไหว แต่ร่างกายต้องมีการออกแรงระดับหนึ่ง มีการออกแรงมากกว่าการเล่นหรือการทำงานในชีวิตประจำวัน และมีแนวทางปฏิบัติเพื่อที่จะบรรลุเป้าหมาย

กีฬาที่มีคุณลักษณะสำคัญคือ ต้องใช้ทักษะและมีการแข่งขันสูง มีความเฉพาะเจาะจงมากกว่าการออกกำลังกาย ต้องการระดับสมรรถภาพทางกาย ทักษะการเคลื่อนไหว การแข่งขัน และชัยชนะ มีรูปแบบ กฎ กติกา ชัดเจน ต้องการผู้ฝึกสอน ยุทธวิธี และคู่แข่ง ผลของกีฬา คือ ชนะหรือแพ้ การแข่งขัน และชัยชนะ ถือเป็นเป้าหมายสำคัญของกีฬา การจะได้มาซึ่งชัยชนะ นักกีฬาต้องมี การฝึกซ้อมพัฒนาทักษะร่างกาย และจิตใจของคน อย่างไรก็ตาม กีฬาก็มีการเล่นผสมอยู่ด้วย ตามทฤษฎี บุคคลเริ่มเล่นกีฬาไม่ใช่เพราะรางวัลภายนอก (Extrinsic Reward) แต่เป็นเพราะความรู้สึกพึงพอใจภายใน (Intrinsic Reward) เช่น เพื่อพัฒนาทักษะ สนุกกับการเคลื่อนไหว ความท้าทาย และปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Sriramatr, 2014)

กีฬาสเกตบอลเป็นกีฬาประเภททีมชนิดหนึ่ง ซึ่งในปัจจุบันได้รับฝึกฝนกันทั่วไปตามประเภทต่าง ๆ ทุกมุมโลก ด้วยรูปแบบการเล่น มีการรุก การรับ ยิ่งประตูกันอย่างรวดเร็ว ซึ่งกีฬาสเกตบอลได้

แฝงด้วยคุณค่าและประโยชน์อีกมากมายกับตัวผู้เล่น เช่น น้ำใจนักกีฬา รู้จักแพ้ รู้จักชนะ และรู้จักให้อภัย แม้ในบางครั้งจะมีการกระทบกระทั่งกันบ้าง และสามารถทำให้การพัฒนาการทางด้านสังคมอีกด้วย กีฬาบาสเกตบอลก็เหมือนกับกีฬาชนิดอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นการเล่นหรือการแข่งขันที่เป็นไปตามอุดมคติของการกีฬาแล้ว ก็จะก่อให้เกิดความสามัคคี มิตรภาพ ช่วยขจัดปัญหาสังคมได้ (Ministry of Tourism and Sports, 2010)

ในปัจจุบัน จำนวนของคนเล่นกีฬาบาสเกตบอลตามสวนสาธารณะ มีจำนวนน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับกีฬาประเภทอื่น ๆ เช่น ฟุตบอล ฟุตซอล แบดมินตัน ฯลฯ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาสภาพ ปัญหาที่เกิดจากรูปแบบการเล่นกีฬาบาสเกตบอลในปัจจุบัน เพื่อศึกษาความต้องการจำเป็น และแนวทางในการสร้างรูปแบบกีฬาบาสเกตบอลแนวใหม่ที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้เล่น ทำหาย และดึงดูดใจให้ผู้เล่นเข้าร่วมเล่นกีฬาบาสเกตบอลมากขึ้น โดยการวิจัยนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยในระดับการศึกษาคุณวุฒิบัณฑิตสาขาวิชา สุขศึกษาและพลศึกษา เรื่อง การพัฒนารูปแบบกีฬาบาสเกตบอลแบบ 3 ทีม อติเทพ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) เพื่อศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดจากรูปแบบการเล่นกีฬาบาสเกตบอลในปัจจุบัน และ 2) เพื่อศึกษาความต้องการจำเป็น และแนวทางในการสร้างรูปแบบกีฬาบาสเกตบอลแนวใหม่ที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้เล่น ทำหาย และดึงดูดใจให้ผู้เล่นเข้าร่วมเล่นกีฬาบาสเกตบอลมากขึ้น

กำหนดขอบเขตการวิจัยใน 2 ด้าน ดังนี้

1. ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล ในการวิจัยนี้ กำหนดแหล่งข้อมูลในการศึกษาใน 2 ระดับ คือ

1.1 แหล่งข้อมูลปฐมภูมิ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเล่นกีฬาบาสเกตบอล โดยจำแนกเป็น

1) นักกีฬาบาสเกตบอล คือ นักกีฬาทีมชาติ และ นักกีฬาอาชีพ จำนวน 13 คนได้มาโดยการเลือกแบบเชิงก้อนหิมะ (Snowball Selection) โดยกำหนดแหล่งข้อมูลในระยะแรก จำนวน 5 คน และเก็บเพิ่มเติม จนเกิดความอิ่มตัวของข้อมูล โดยกำหนดเกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion Criteria) คือ ต้องมีประสบการณ์เล่นบาสเกตบอลในระดับสโมสร หรือ ระดับทีมชาติ และมีความสนใจในการให้ข้อมูล

2) บุคคลทั่วไปที่เล่นบาสเกตบอลในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 18 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเชิงก้อนหิมะ (Snowball Selection) โดยกำหนดแหล่งข้อมูลในระยะแรก จำนวน 10 คน และเก็บเพิ่มเติม จนเกิดความอิ่มตัวของข้อมูล โดยกำหนดเกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion Criteria) คือต้องมีประสบการณ์ในการเล่นบาสเกตบอล อย่างน้อย 5 ปี ปัจจุบันยังเล่นบาสเกตบอลตามสวนสาธารณะในเขตกรุงเทพมหานคร และมีความสนใจในการให้ข้อมูล

1.2 แหล่งข้อมูลทุติยภูมิ ประกอบด้วย เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด ทฤษฎี และแนวทางการปฏิบัติในการพัฒนารูปแบบกีฬาบาสเกตบอล

2. ขอบเขตด้านตัวแปร

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยกำหนดตัวแปรที่สนใจศึกษา ประกอบด้วย

2.1 สภาพปัญหาที่เกิดจากรูปแบบการเล่นกีฬาบาสเกตบอลในปัจจุบัน

2.2 ความต้องการจำเป็นในการสร้างรูปแบบกีฬาบาสเกตบอลแนวใหม่

2.3 แนวทางในการสร้างรูปแบบกีฬาบาสเกตบอลแนวใหม่ที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้เล่น ทำหาย และดึงดูดใจให้ผู้เล่นเข้าร่วมเล่นกีฬาบาสเกตบอลมากขึ้น

วิธีการ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดยใช้เทคนิควิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการเทคนิคการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi - Structured Interviews) ร่วมกับการสังเคราะห์เอกสาร (Synthesis Document) โดยมีขั้นตอนในการวิจัยดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ดำเนินการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเล่นกีฬาบาสเกตบอล ตลอดจนแนวทางการปฏิบัติในการพัฒนารูปแบบกีฬาบาสเกตบอลแนวใหม่ จากแหล่งข้อมูลทั้งภายในและภายนอกประเทศ

ขั้นตอนที่ 2 สังเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่ได้ในขั้นตอนที่ 1 เพื่อนำมาสร้างกรอบประเด็นการสัมภาษณ์ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเล่นกีฬาบาสเกตบอล โดยดำเนินการสร้างแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทเพื่อตรวจสอบและแก้ไข

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดแหล่งข้อมูลในการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง โดยกำหนดเป็น 2 แหล่งย่อย คือ

3.1 นักกีฬาบาสเกตบอล คือ นักกีฬาทีมชาติ และ นักกีฬาอาชีพ โดยกำหนดเกณฑ์การคัดเลือกคือ ต้องมีประสบการณ์เล่นบาสเกตบอลในระดับสโมสร หรือ ระดับทีมชาติ และมีความสนใจในการให้ข้อมูล โดยในระยะแรก กำหนดจำนวน 5 คน และเก็บเพิ่มเติม จนเกิดความอิ่มตัวของข้อมูล ได้นักกีฬาบาสเกตบอลที่เป็นตัวอย่างทั้งสิ้น 13 คน

3.2 บุคคลทั่วไปที่เล่นบาสเกตบอลในเขตกรุงเทพมหานคร โดยกำหนดเกณฑ์การคัดเลือกคือ ต้องมีประสบการณ์ในการเล่นบาสเกตบอล อย่างน้อย 5 ปี ปัจจุบันยังเล่นบาสเกตบอลตามสวนสาธารณะในเขตกรุงเทพมหานคร และมีความสนใจในการให้ข้อมูล โดยในระยะแรก กำหนดจำนวน 10 คน และเก็บเพิ่มเติม จนเกิดความอิ่มตัวของข้อมูล ได้บุคคลทั่วไปที่เล่นบาสเกตบอลใน เขตกรุงเทพมหานครที่เป็นตัวอย่างทั้งสิ้น 18 คน

ขั้นตอนที่ 4 สัมภาษณ์ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเล่นกีฬาบาสเกตบอล ตามแหล่งข้อมูลที่กำหนดในขั้นตอนที่ 3 ด้วยแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ขั้นตอนที่ 5 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ร่วมกับการวิเคราะห์สรุปอุปนัย (Analytic Induction) แล้วนำเสนอข้อมูลในลักษณะความเรียงประกอบตารางเปรียบเทียบตามจุดมุ่งหมายของการวิจัยและกรอบของตัวแปรที่ต้องการศึกษา

ผลการทดลอง

ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างที่ให้ข้อมูลในการวิจัย ปรากฏผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณลักษณะของผู้ให้ข้อมูลและมีส่วนร่วมในการวิจัย (n=31)

ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้ข้อมูลและมีส่วนร่วมในการวิจัย (จำนวน / ร้อยละ)						
สถานภาพ	เพศ	อาชีพ	ประสบการณ์ในการเล่นกีฬาบาสเกตบอล	เหตุผลในการเล่นกีฬาบาสเกตบอล	ความถี่ในการเล่นกีฬาบาสเกตบอล	
					ระยะเวลาในการเล่นแต่ละครั้ง	จำนวนครั้งที่เล่น/สัปดาห์
- นักกีฬา	- ชาย	- นักศึกษา	- น้อยกว่า 5 ปี	- เป็นความสนใจ/	- 30 นาที	- 3 วัน
(13/41.93%)	(27/87.10%)	(21/67.74%)	(2/6.45%)	ความชื่นชอบส่วนตัว	(2/6.45%)	(5/16.12%)
- บุคคลทั่วไป	- หญิง	- พนักงานบริษัท	- มากกว่า 5 ปี	(5/16.12%)	- 1 ชม.	- 4 วัน
(18/58.06%)	(4/12.90%)	(6/19.35%)	(29/93.55%)	- พ่อแม่/ผู้ปกครอง	(3/9.67%)	(7/22.58%)
		- ธุรกิจส่วนตัว		ส่งเสริมให้เล่นกีฬานี้	- 2 ชม.	- 5 วัน
		(2/6.45%)		(3/9.67%)	(9/29.05%)	(9/29.05%)
		- ว่างาน		- มีพี่/ญาติเป็นต้นแบบ	- 3 ชม.	- 6 วัน
		(1/3.22%)		(6/19.35%)	(17/54.83%)	(6/19.35%)
				- ได้รับการชักชวนจาก		- ทุกวัน
				เพื่อน (10/32.29%)		(4/12.90%)
				- เล่นตามคูรักของตนเอง		
				(2/6.45%)		
				- เล่นเพราะเห็นจาก		
				สื่อจึงเกิดความสนใจ		
				(5/16.12%)		

จากตารางที่ 1 พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 87.10 อาชีพส่วนใหญ่เป็นนักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 67.74 ส่วนใหญ่มีประสบการณ์ในการเล่นกีฬาบาสเกตบอล มากกว่า 5 ปี คิดเป็นร้อยละ 93.55 เหตุผลในการเล่นกีฬาบาสเกตบอลพบว่า มีความหลากหลาย โดยเหตุผลสำคัญที่ส่งผลให้เล่นกีฬาบาสเกตบอลคือ ได้รับการชักชวนจากเพื่อน คิดเป็นร้อยละ 32.29 รองลงมาคือ มีพี่/ญาติเป็นต้นแบบ คิดเป็นร้อยละ 19.35 และลำดับ 3 คือ เป็นความสนใจ/ความชื่นชอบส่วนตัว และเล่นเพราะเห็นจากสื่อจึงเกิดความสนใจ คิดเป็นร้อยละ 16.12 ตามลำดับ และพบว่าส่วนใหญ่จะมีระยะเวลา

ในการเล่นแต่ละครั้งอยู่ระหว่าง 30 นาที ถึง 3 ชั่วโมง โดยพบว่าส่วนใหญ่จะอยู่ที่ประมาณ 3 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 54.83 รองลงมาคือ 2 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 29.05 โดยพบว่าในกลุ่มนี้ ส่วนใหญ่คือกลุ่มนักศึกษา ในขณะที่จำนวนครั้งที่เล่นในแต่ละสัปดาห์ จะอยู่ระหว่าง 3 -7 วัน โดยพบว่าส่วนใหญ่จะเล่นอยู่ที่ 5 วัน ต่อสัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 29.05

โดยผลการวิจัย สามารถนำเสนอตามจุดมุ่งหมายของการวิจัยและตัวแปรที่สนใจศึกษาได้ดังนี้

1. สภาพปัญหาที่เกิดจากรูปแบบการเล่นกีฬาบาสเกตบอลในปัจจุบัน พบว่า สามารถสรุปประเด็นของปัญหา ในทัศนะของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเล่นกีฬาบาสเกตบอล จำแนกตามสถานภาพได้ดังตาราง 2

ตารางที่ 2 สภาพปัญหาที่เกิดจากรูปแบบการเล่นกีฬาบาสเกตบอลในปัจจุบัน ตามทัศนะของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเล่นกีฬาบาสเกตบอล (n=31)

สภาพปัญหาที่เกิดจากรูปแบบการเล่นกีฬาบาสเกตบอลในปัจจุบัน	
บุคคลทั่วไป (n=18)	นักกีฬา (n=13)
1. น่าเบื่อ จำเจ กับ รูปแบบเดิมในการเล่น ไม่ค่อยตื่นเต้น ขาดความท้าทาย (15/48.38%)	1. เจอผู้เล่นหน้าเดิม ๆ ไม่ค่อยมีหน้าใหม่ (11/35.48%)
2. ผู้เล่นที่มีทักษะดีจะรวมกลุ่มกัน ไม่ละความสามารถ เก่งอ่อน (14/45.16%)	2. รูปแบบและวิธีการเล่นเดิม ๆ (9/29.05%)
3. ผู้เล่นที่มีทักษะอ่อน ย่อมแพ้เสมอ ไม่มีทางชนะ ทำให้หมดกำลังใจ (13/41.93%)	3. นักกีฬาขาดความท้าทายในการเล่น (9/29.05%)
4. ผู้เล่นที่มีทักษะอ่อน เมื่อแพ้จะขาดความต่อเนื่องในการเล่น เพราะต้องต่อทีมรอเป็นเวลานาน (11/35.48%)	4. สโมสรใหญ่ชนะสโมสรเล็กเสมอ เพราะความแตกต่างของผู้เล่น (8/25.80%)
5. ไม่สนุกสนาน (8/25.80%)	5. ทีมที่ประสบความสำเร็จ คือ ทีมที่มีทุนทรัพย์สูง สามารถซื้อนักกีฬาดี ๆ (6/19.35%)
6. ขาดแรงจูงใจในการเล่น (6/19.35%)	6. ความไม่ยุติธรรมในการเลือกใช้นักกีฬา (6/19.35%)
7. ภูมิอากาศไม่เอื้ออำนวย (5/16.12%)	7. เล่นกีฬาอย่างเดียว ไม่สามารถเลี้ยงอาชีพได้ (6/19.35%)
8. พื้นสนามและอุปกรณ์ ชำรุด (5/16.12%)	8. การติดทีมชาติ ขึ้นอยู่ว่าเป็นคนของใคร (5/16.12%)
9. ขาดความสมบูรณ์ของร่างกาย (4/12.90%)	9. อิทธิพลของผู้ใหญ่ในวงการ (5/16.12%)
	10. ในปัจจุบัน สโมสรมีจำนวนน้อย (5/16.12%)
	11. อาการบาดเจ็บของนักกีฬา (4/12.90%)
	12. ขาดแรงจูงใจ (3/9.67%)
	13. ไม่มีเวลาให้ครอบครัว (3/9.67%)

***หมายเหตุ ผู้ให้ข้อมูลสามารถให้คำตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ

จากตารางที่ 2 สภาพปัญหาที่เกิดจากรูปแบบการเล่นกีฬาบาสเกตบอลในปัจจุบันของบุคคลทั่วไป พบว่า น่าเบื่อ จำเจ กับ รูปแบบเดิมในการเล่น ไม่ค่อยตื่นเต้น ขาดความท้าทาย เป็นประเด็นที่

บุคคลทั่วไป ให้ความสนใจมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 48.38 ซึ่งตรงกับ ประเด็นแรกที่นักกีฬาให้ข้อมูล คือ เจอผู้เล่นหน้าเดิม ๆ ไม่ค่อยมีหน้าใหม่ คิดเป็นร้อยละ 35.48 และรูปแบบ วิธีการเล่นเดิม ๆ นักกีฬาขาดความท้าทายในการเล่น คิดเป็นร้อยละ 29.05 ประเด็นต่อมาของบุคคลทั่วไป กล่าวถึง ผู้เล่นที่มีทักษะดี จะรวมกลุ่มกัน ไม่ละความสามารถเก่งอ่อน คิดเป็นร้อยละ 45.16 สอดคล้องกับนักกีฬา คือ สโมสรใหญ่ ชนะสโมสรเล็กเสมอ เพราะความแตกต่างของผู้เล่น คิดเป็นร้อยละ 25.80 ทีมที่ประสบความสำเร็จ คือ ทีมที่มีทุนทรัพย์สูง สามารถซื้อนักกีฬาดี ๆ คิดเป็นร้อยละ 19.35 โดยมีทักษะคล้ายกับบุคคลทั่วไป คือ ผู้เล่นที่มีทักษะอ่อน ย่อมแพ้เสมอ ไม่มีทางชนะ ทำให้หมดกำลังใจ คิดเป็นร้อยละ 41.93 ประเด็นสุดท้ายของบุคคลทั่วไป คือ ขาดความสมบูรณ์ของร่างกาย คิดเป็นร้อยละ 12.90 ส่วนนักกีฬา คือ การไม่มีเวลาให้ครอบครัว คิดเป็นร้อยละ 9.67

2. ความต้องการจำเป็นในการสร้างรูปแบบกีฬาบาสเกตบอลแนวใหม่ สามารถสรุปประเด็นจากตาราง 2 สภาพ ปัญหาที่เกิดจากรูปแบบการเล่นกีฬาบาสเกตบอลในปัจจุบัน ตามทัศนะของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเล่นกีฬาบาสเกตบอล ได้ 5 ด้าน ดังนี้

2.1 ด้านรูปแบบการเล่นกีฬาบาสเกตบอล ได้แก่ 1) น่าเบื่อ จำเจ ในรูปแบบการเล่นเดิม 2) รูปแบบปัจจุบันไม่ค่อยตื่นเต้นและท้าทาย จากประเด็นปัญหาที่กล่าวมา ผู้วิจัยศึกษาความต้องการจำเป็น และแนวทางในการสร้างรูปแบบกีฬาบาสเกตบอลแนวใหม่ เพื่อให้ความตื่นเต้น ท้าทาย และ ไม่น่าเบื่อ ไม่จำเจ แทนที่รูปแบบการเล่นกีฬาบาสเกตบอลเดิมในปัจจุบัน

2.2 ด้านทักษะและความสามารถ คือ ผู้เล่นที่มีทักษะดีจะรวมกลุ่มกัน ไม่ละความสามารถเก่งอ่อน ทำให้ผู้เล่นที่มีทักษะอ่อนกว่าแพ้ โอกาสชนะยาก จากประเด็นปัญหาที่กล่าวมา ผู้วิจัยศึกษาความต้องการจำเป็น และแนวทางในการสร้างรูปแบบกีฬาบาสเกตบอลแนวใหม่ ที่ช่วยแก้ปัญหาเรื่องผู้เล่นที่มีทักษะและความสามารถอ่อนกว่าก็สามารถชนะทีมผู้เล่นที่มีทักษะความสามารถดีกว่าได้

2.3 ด้านเจตคติ ได้แก่ 1) หมดกำลังใจ 2) ไม่สนุกสนาน 3) ขาดแรงจูงใจ จากประเด็นปัญหาที่กล่าวมา ผู้วิจัยศึกษาความต้องการจำเป็น และแนวทางในการสร้างรูปแบบกีฬาบาสเกตบอลแนวใหม่ เพื่อให้ความสนุกสนานในรูปแบบๆ ทำให้มีกำลังใจในการเล่น และสร้างแรงจูงใจให้รู้สึกดีต่อการเล่นกีฬาบาสเกตบอล

2.4 ด้านร่างกาย ได้แก่ 1) ความสมบูรณ์ของร่างกาย ขึ้นอยู่กับความดูแลเอาใจส่วนบุคคล ถ้าหากเล่นกีฬาเป็นประจำความสมบูรณ์ของร่างกายดี แต่ถ้าหากไม่ดูแลเอาใจในการเล่นกีฬาเป็นประจำความสมบูรณ์ของร่างกายไม่ดี 2) อาการบาดเจ็บ ขึ้นอยู่กับการใช้งานที่หักโหมเกินไป หรือเกิดจากการปะทะที่รุนแรง

2.5 ด้านอื่น ๆ ได้แก่ 1) สภาพดินฟ้าอากาศ 2) พื้นสนามและอุปกรณ์ ขำรด ฯลฯ เป็นด้านที่ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุม

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาแนวทางในการสร้างรูปแบบกีฬาบาสเกตบอลแนวใหม่ที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้เล่น ทำท่าย และดึงดูดใจให้ผู้เล่นเข้าร่วมเล่นกีฬาบาสเกตบอลมากขึ้น ดังตารางที่ 3

3. แนวทางในการสร้างรูปแบบกีฬาบาสเกตบอลแนวใหม่ที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้เล่น ทำท่าย และดึงดูดใจให้ผู้เล่นเข้าร่วมเล่นกีฬาบาสเกตบอลมากขึ้น พบว่า สามารถสรุปเป็นประเด็นต่าง ๆ ปรากฏผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แนวทางในการสร้างและแนวทางในการสร้างและพัฒนา รูปแบบกีฬาบาสเกตบอล (n=31)

รูปแบบ สนาม	จำนวนทีม	จำนวน ผู้เล่นในทีม	อุปกรณ์สนาม			หากมีการ เปลี่ยนแปลง รูปแบบและ วิธีการเล่น
			จำนวน แป้นบาสฯ	ความสูง แป้นบาสฯ	ขนาดลูกบาสฯ	
-วงกลม (3/9.67%)	-2 ทีม (7/22.58%)	-1 คน (2/6.45%)	-1 แป้น (2/6.45%)	-2.80 ม. (5/16.12%)	-เบอร์ 6 (2/6.45%)	-สนใจ (31/100%)
-สามเหลี่ยม (5/16.12%)	-3 ทีม (22/70.96%)	-2 คน (1/3.22%)	-2 แป้น (8/25.80%)	-3.05 ม. (26/83.88%)	-เบอร์ 7 (29/93.55%)	
-สี่เหลี่ยม (7/22.58%)	-4 ทีม (2/6.45%)	-3 คน (20/64.51%)	-3 แป้น (20/64.51%)			
-หกเหลี่ยม (16/51.61%)		-4 คน (3/9.67%)	-4 แป้น (1/3.22%)			
		-5 คน (5/16.12%)				

จากตารางที่ 3 พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เลือกรูปแบบสนามเป็นหกเหลี่ยม คิดเป็นร้อยละ 51.61 ในการเลือกจำนวนทีม กลุ่มตัวอย่างได้เลือก 2 – 4 ทีม โดย จำนวน 3 ทีม กลุ่มตัวอย่างให้ความสนใจมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 70.96 ส่วนการเลือกจำนวนผู้เล่นกลุ่มตัวอย่างแนวคิดที่หลากหลาย 1-5 คน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเห็นว่า จำนวน 3 คน เหมาะสมที่สุด คิดเป็นร้อยละ 64.51 ในส่วนของอุปกรณ์สนาม สามารถแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) จำนวนแป้นบาสเกตบอล จำนวนที่ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเล่นกีฬาบาสเกตบอลได้เสนอแนะมา จำนวน 3 แป้น มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 64.51 2) ความสูงของแป้นบาสเกตบอล ส่วนมากคิดว่า ความเอากความสูงที่มาตรฐานทั่วไป ที่ 3.05 เมตร เพราะเป็นความสูงที่สนุกสนานที่สุด คิดเป็นร้อยละ 83.88 3) ขนาดลูกบาสเกตบอล ควรแยกเป็นประเภทชาย และหญิง แต่ส่วนใหญ่กลุ่มตัวอย่างเป็น เพศชาย จึงให้ขนาดของลูกบาสเกตบอล ที่เบอร์ 7 คิดเป็นร้อยละ 93.55 และหากมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบและวิธีการเล่น ทุกคนให้ความสนใจ คิดเป็นร้อยละ 100

สรุปและวิจารณ์ผล

1. กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 58.06 อาชีพส่วนใหญ่เป็นนักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 67.74 ส่วนใหญ่มีประสบการณ์ในการเล่นกีฬาบาสเกตบอล มากกว่า 5 ปี คิดเป็นร้อยละ 6.45 เหตุผลในการเล่นกีฬาบาสเกตบอลพบว่ามีความหลากหลาย โดยเหตุผลสำคัญที่ส่งผลให้เล่นกีฬาบาสเกตบอล คือ ได้รับการชักชวนจากเพื่อน คิดเป็นร้อยละ 32.29 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Shotivaranon (2007) ซึ่งศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาพลศึกษาและพบว่าเพื่อนมีความสำคัญต่อการเข้าร่วมกิจกรรมอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ มีพี่ / ญาติเป็นต้นแบบ คิดเป็นร้อยละ 19.35 และลำดับ 3 คือ เป็นความสนใจ/ความชื่นชอบส่วนตัว และ เล่นเพราะเห็นจากสื่อจึงเกิดความสนใจ คิดเป็นร้อยละ 16.12 ตามลำดับ และพบว่าส่วนใหญ่จะมีระยะเวลาในการเล่นแต่ละครั้ง อยู่ระหว่าง 30 นาที ถึง 3 ชั่วโมง โดยพบว่าส่วนใหญ่จะอยู่ที่ประมาณ 3 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 54.83 รองลงมาคือ 2 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 29.05 โดยพบว่าในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่คือกลุ่มนักกีฬา ในขณะที่จำนวนครั้งที่เล่นในแต่ละ สัปดาห์จะอยู่ระหว่าง 3 - 7 วัน โดยพบว่าส่วนใหญ่จะเล่นอยู่ที่ 5 วันต่อสัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 29.05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jaipluam (2013) พบว่า ประชาชนส่วนใหญ่เห็นความสำคัญของการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ จึงมีความต้องการออกกำลังกาย สัปดาห์ละ 5 วัน

2. กลุ่มตัวอย่างมีประเด็นที่คล้ายคลึงกัน ได้แก่ 1) นำเปื้อน จำเจกับรูปแบบเดิม ๆ 2) ขาดความท้าทาย 3) ผู้เล่นที่มีทักษะอ่อน ย่อมแพ้เสมอ ไม่มีทางชนะ ทำให้หมดกำลังใจ ส่งผลผู้เล่นรู้สึกไม่สนุกสนาน ซึ่งส่งผลให้เกิดปัญหา 2 ประเภท คือ 1) เปลี่ยนชนิดกีฬา โดยหันไปเล่นกีฬาชนิดอื่นแทน ทำให้จำนวนคนเล่นบาสเกตบอลตามสวนสาธารณะ มีจำนวนลดน้อยลง ถ้าเปรียบเทียบกับกีฬาชนิดอื่น ๆ ที่มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น (Siamsport, 2014) 2) เลิกออกกำลังกาย ซึ่งส่งผลเสียในหลาย ๆ ด้าน เช่น สุขภาพทั่วไป สมรรถภาพทางกาย รูปร่าง ด้านอารมณ์และสังคม เพิ่มความเสี่ยงเป็นโรคเรื้อรัง (NCDs) ได้ เพราะโรค NCDs จัดเป็นฆาตรกรอันดับหนึ่ง ที่คร่าชีวิตประชากรโลกมากกว่าสาเหตุการตายอื่น ๆ ทุกสาเหตุรวมกัน มากถึง 36.2 ล้านคนต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 66 ของการเสียชีวิตของประชากรโลกทั้งหมดในปี 2554 ขณะที่ในประเทศไทย กลุ่มโรค NCDs เป็นสาเหตุการเสียชีวิตถึงประมาณ 3.1 แสนคน หรือ ร้อยละ 73 ของการเสียชีวิตของประชากรไทยทั้งหมดในปี 2552 (Thai Health Promotion Foundation, 2014)

3. บุคคลทั่วไป และนักกีฬา ส่วนใหญ่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางในการสร้างรูปแบบกีฬาบาสเกตบอลแนวใหม่ คือ รูปแบบสนามเป็นหกเหลี่ยม โดยมีจำนวน 3 ทีม ซึ่งสมาชิกภายในทีมมีจำนวน 3 คน ในส่วนของอุปกรณ์สนามสามารถแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) จำนวนแป้นบาสเกตบอลมี 3 แป้น 2) ความสูงเป็นมาตรฐานสากล และ 3) ขนาดลูกบาสเกตบอล คือ ลูกเบอร์ 7 และทุกคนให้ความสนใจหากมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบและวิธีการเล่น

REFERENCES

- Ministry of Tourism & Sports. (2010). **Basketball Coaching Guide T-Licence**. Community Publishing House of Agricultural Cooperatives of Thailand. (in thai)
- Jaipluam, C. (2013). **The State and Need for Exercise of People in Kanchanadit District Area of Suratthani Province in B.E. 2013**. Master of Education Degree Physical education. Srinakharinwirot University. (in thai)
- Sriramatr, S. (2015). **Physical Activities for Wellness**. Chulalongkorn University. (in thai)
- Sangsen, S. (2010). Factors and Exercise Behavior of Students at King Mongkut' s University North Bangkok in Academic Year 2008. **Journal of Health, Physical Education and Recreation**. 35, 122. (in thai)
- Shotivaranon, S. (2007). **Factors Influencing Positive Attitude Towards Physical Education Subjects of Upper Secondary School Students in Bangkok Metropolis**. Master of Education Degree Curriculum, Instructional and Educational Technology in Physical Education. Chulalongkorn University. (in thai)
- Siamsport. (2014). **Thai Professional Sports Trend This Year**. Retrieved March18, 2014, from http://www.siamsport.co.th/Column/140325_174.html. (in thai)
- Thai Health Promotion Foundation. (2014). **NCDs : The Disease We Create Ourselves**. Retrieved March 18, 2014, from <http://www.thaihealth.or.th/Content/23880NCDs>. (in thai)

บทความวิจัย

การจัดการเส้นทางการกระจายวัคซีนไปยังโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล โดยการ
หาค่าที่เหมาะสมที่สุดด้วยวิธีการฝูงผึ้ง : กรณีศึกษาอำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์

ROUTE PLANNING MANAGEMENT OF VACCINE DISTRIBUTION TO TAMBON HEALTH PROMOTING HOSPITAL USING BEE COLONY OPTIMIZATION ALGORITHM PROGRAMMING; CASE STUDY: AMPHOE WANG PONG, PHETCHABUN PROVINCE

อุไรวรรณ คำภูแสน รัฐพล สังคะสุข* สุขุมาล เจริญทอง และ ลักขณา ฤกษ์เกษม

สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการผลิต คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร 10220

Uraiwan Khamphusaen, Rataphol Sangkhasuk*, Sukhuman Rianthong, and
Lakkana Ruekksaem

Department of Manufacturing, Faculty of Industrial Technology, Phranakhon Rajabhat University, Bangkok 10220

*E-mail: srataphol@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาเส้นทางการขนส่งวัคซีนที่มีระยะเวลาการขนส่งที่ต่ำที่สุดในการ
ขนส่งวัคซีนจากโรงพยาบาลประจำอำเภอไปยังโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) ใช้วิธีการหา
เส้นทางที่ใช้เวลาในการขนส่งที่ต่ำที่สุดด้วยวิธีการที่เหมาะสมที่สุดด้วยวิธีฝูงผึ้ง โดยการใช้อัลกอริทึมของ
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลอำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งมีโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล
จำนวน 8 แห่ง ซึ่งสามารถลดเวลาการขนส่งวัคซีนจาก 401 นาที โดยสามารถลดเวลาเฉลี่ยที่ดีที่สุดเหลือ
แค่ 371 นาที มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 2 หรือลดลงร้อยละ 7.42 โดยใช้เวลาในการหาคำตอบเพียง
7.88 วินาที มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 0.07

คำสำคัญ: วัคซีน การกระจาย โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล วิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดด้วยวิธีฝูงผึ้ง

ABSTRACT

This research aims to determine an appropriate approach and develop the most suitable
route planning system to transport vaccines to Health Promoting Hospital (HPH) with shortest
amount of time. There are 8 Health Promoting Hospitals in Amphoe Wang Pong, Phetchabun
province as a case study. The research employed Bee Colony Optimization, which normally takes
about 401 minutes. This research can reduce the time it takes to transport vaccines in Amphoe
Wang Pong to only 371 minutes with the standard deviation of 2. It is thirty minutes shorter than
the usual approach or 7.42% decrease using 7.88 seconds of processing time with the standard
deviation of 0.07

Keywords: vaccines, distribution, Tambon Health Promoting Hospital, Bee Colony Optimization

บทนำ

วัคซีนถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของการสร้างภูมิคุ้มกันโรค โดยวัคซีนมีกลไกการกระตุ้นให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันจำเพาะโรค วัคซีนต้องอยู่ในอุณหภูมิระหว่าง 4-8 องศาเซลเซียส และการขนส่งมีอิทธิพลต่อการเสื่อมสภาพอย่างมาก ระบบการขนส่งวัคซีนมีความสำคัญต่อคุณภาพของวัคซีน การขนส่งวัคซีนในระบบโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลยังคงเป็นการตัดสินใจเส้นทางการขนส่งวัคซีนโดยพนักงานขับรถ ซึ่งขาดทักษะในการวางแผนบริการจัดการในการขนส่งวัคซีนที่มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้เวลาในการขนส่งวัคซีนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของวัคซีนทำให้มีโอกาสในการเสื่อมสภาพจากการขนส่ง เนื่องจากอุณหภูมิไม่ได้ตามข้อกำหนดความเย็นที่วัคซีนกำหนด เนื่องจากในการขนส่งวัคซีนได้ใช้เครื่องมือที่ช่วยควบคุมความเย็นในวัคซีนอยู่ในอุณหภูมิที่เหมาะสม คือ ไอซ์แพค แต่ไอซ์แพคไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้คงที่เหมือนที่วัคซีนที่เก็บในตู้เย็น และผ่านช่วงเวลาหนึ่งอุณหภูมิของไอซ์แพคจะสูงขึ้นทำให้วัคซีนมีโอกาสเสื่อมคุณภาพลงได้ ทำให้คณะผู้วิจัยเห็นความสำคัญในการขนส่งจึงพัฒนางานวิจัยนี้ขึ้นมา โดยมีเป้าหมายเพื่อช่วยให้การวางแผนการเลือกเส้นทางในการขนส่งวัคซีนที่มีความเหมาะสมที่สุด ภายใต้เวลาการขนส่งที่ต่ำที่สุด ในการขนส่งจากโรงพยาบาลประจำอำเภอไปยังโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ในปี 2558 ได้มีการจัดเส้นทางการขนส่งโดยใช้เซฟวิ่งอัลกอริทึมและตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขายกรณีศึกษาโรงงานน้ำดื่ม แก้ปัญหาโดยใช้ Solver ใน Microsoft Excel ได้ โดยตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขายจะให้คำตอบที่ดีที่สุดคือระยะทางที่สั้นที่สุดในแต่ละเส้นทาง ซึ่งสามารถลดลง 4.16% (Chaiwongsakda, 2015) ในปี 2548 ประพันธ์ พงษ์นิกรได้นำเสนอเกี่ยวกับการประเมินการบริหารจัดการวัคซีนและระบบลูกโซ่ความเย็นสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดลำปาง โดยศึกษาปัจจัยทางด้านประชากรและสังคม ตลอดจนความรู้ในเรื่องของงานสร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรคของเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบ ซึ่งได้มีการวิเคราะห์ทางสถิติ t-test และ ANOVA ผลการประเมินเจ้าหน้าที่อยู่ในระดับดี (Pangnikon, 2005) ในปี 2555 วุฒิชัย วงศ์ทัศนัยกร และคณะได้นำเสนอการนำวิธีฝูงผึ้งไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิต-บรรจุ โดยมีเป้าหมายในการลดเวลาและเพิ่มประสิทธิภาพในการวางแผนการผลิตสินค้าทั้งในระยะสั้นและระยะกลาง ของการผลิตสินค้ามากกว่า 203 ชนิด ซึ่งผลิตภายใต้เงื่อนไขข้อจำกัดการผลิต ต่าง ๆ เช่น ต้องมีเวลาในการ Set up เครื่อง ล้างถังผสม ตลอดจนเวลาในการตรวจสอบคุณภาพของสินค้า โดยในวิจัยได้ทำการเปรียบเทียบในเรื่องของเวลาในการวางแผนและเวลาในการผลิตน้อยที่สุด ซึ่งมีการเปรียบเทียบกับกัน 2 วิธี คือ วิธีฝูงผึ้ง และวิธีกฎการกำหนดงาน (Schedule Rule) ซึ่งผลปรากฏว่าวิธีฝูงผึ้งสามารถวางแผนการผลิตในการผลิตสินค้าได้น้อยกว่าวิธีกฎการกำหนดงาน ถึงร้อยละ 11.83 โดยใช้เวลาในการหาคำตอบเพียง 5.91 วินาทีเท่านั้น (Wongthatsanekorn, 2012)

งานวิจัยนี้เป็นปัญหาการกระจายวัคซีนเป็นกรณีศึกษาการกระจายวัคซีนของอำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ซึ่งมีโรงพยาบาลประจำอำเภอ 1 แห่ง และมีโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลจำนวน 8 แห่ง อำเภอวังโป่งมีพื้นที่ 543.0 ตารางกิโลเมตร โดยในงานวิจัยนี้เป็นการวางแผนเส้นทางการขนส่งวัคซีนจริง ภายใต้เงื่อนไขการขนส่งวัคซีนจริง ทั้งในเรื่องของเส้นทางการกระจายวัคซีนในพื้นที่จริง และเวลาที่ใช้ในการขนส่ง โดยมีลักษณะคล้ายกับปัญหาการเดินทางของพนักงานงาน (Travelling Salesman) แต่ในงานวิจัยนี้จะเน้นเรื่องระยะเวลาในการขนส่งมากกว่าระยะทางในการขนส่ง โดยปัญหาในการทดลองได้ทำการเก็บข้อมูลเวลาการกระจายวัคซีนไปยังโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในอำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้ดังตารางที่ 1

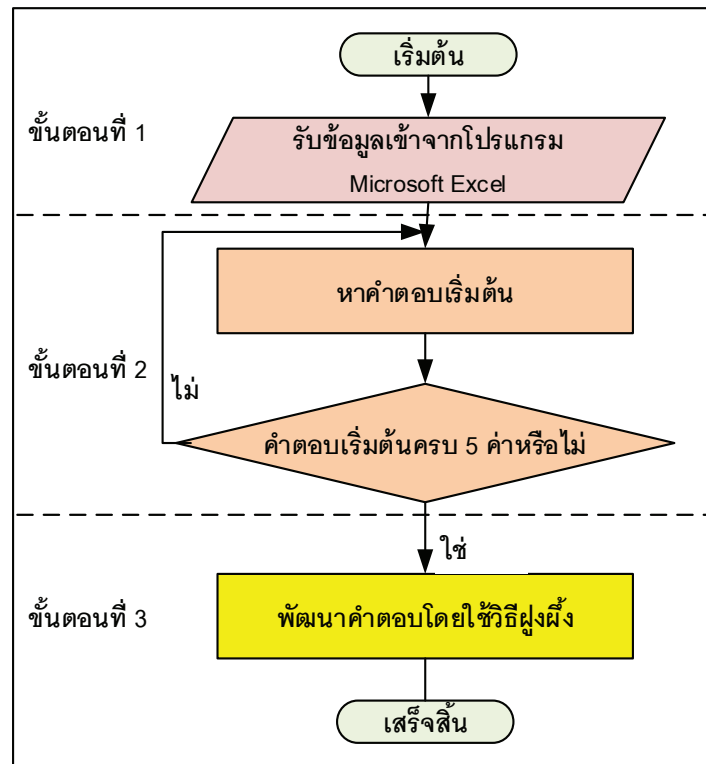
ตารางที่ 1 ตารางเวลาการขนส่งวัคซีนในอำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์

เส้นทางการกระจาย วัคซีน	เวลาในการกระจายวัคซีน (นาที)								
	รพ.วังโป่ง	รพ.สต.วัง ศาล	รพ.สต.วัง กระดาศา	รพ.สต. ดงหลง	รพ.สต. ด่านช้าง	รพ.สต.น้ำ อ้อม	รพ.สต.วัง หิน	รพ.สต. คลองน้ำคั่น	รพ.สต.ชัย เปิบ
โรงพยาบาลวังโป่ง		20	8	30	25	15	7	20	30
รพ.สต.วังศาล	20		25	35	45	35	27	40	50
รพ.สต.วังกระดาศา	8	25		12	15	10	15	28	38
รพ.สต.ดงหลง	30	35	12		5	30	37	50	60
รพ.สต.ด่านช้าง	25	45	15	5		25	32	45	55
รพ.สต.น้ำอ้อม	15	35	10	30	25		10	35	45
รพ.สต.วังหิน	7	27	15	37	32	10		27	37
รพ.สต.คลองน้ำคั่น	20	40	28	50	45	35	27		9
รพ.สต.ชัยเปิบ	30	50	38	60	55	45	38	9	

ซึ่งจะเป็นต้นแบบในการวางแผนการขนส่งวัคซีนให้กับประเทศไทยที่มีโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลมากกว่า 9,200 แห่งต่อไป ซึ่งในงานวิจัยนี้สามารถแสดงแผนที่ตำแหน่งของโรงพยาบาลและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในอำเภอวังโป่ง

วิธีการ

ในการวิจัยนี้ได้นำวิธีการฝูงผึ้งมาใช้ในการวางแผนการกระจายวัคซีนจากโรงพยาบาลประจำอำเภอวังโป่งไปยังโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในอำเภอวังโป่ง จำนวน 8 โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล โดยปัจจุบันมีการตัดสินใจเส้นทางการกระจายวัคซีนโดยคนขับรถ ทำให้คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการลดระยะเวลาในการกระจายวัคซีนให้ลดเวลาในการขนส่งวัคซีน (Abhary & Marian, 2014) โดยมีขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการวางแผนการขนส่งวัคซีนด้วยวิธีฝูงผึ้งดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การพัฒนาคำตอบด้วยวิธีฟัซซี่

จากรูปที่ 1 แสดงแสดงรูปแบบในการพัฒนาคำตอบในเรื่องเส้นทางการกระจายวัคซีนในอำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ด้วยวิธีฟัซซี่โดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การรับข้อมูลเข้าจากโปรแกรม Microsoft Excel

การรับข้อมูลจากโปรแกรม Microsoft Excel จะต้องมีการกำหนดแหล่งข้อมูลของในรูปแบบฐานข้อมูล ให้ชัดเจน และในการรับข้อมูลเข้ามานั้น จะต้องสร้างชุดรับข้อมูลหรืออาร์เรย์เพื่อเป็นที่เก็บข้อมูลในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป ซึ่งการรับข้อมูลจะรับเรียงข้อมูลตามแถวและคอลัมน์เป็นอาร์เรย์ 2 มิติตามแถวและคอลัมน์ตามฐานข้อมูลในโปรแกรม Microsoft Excel โดยมีรูปแบบของตารางตามแบบตารางที่ 1

ขั้นตอนที่ 2 การหาคำตอบเริ่มต้น

ส่วนนี้เป็นการแสดงวิธีการหาคำตอบเริ่มต้นของการขนส่งวัคซีน โดยเส้นทางการขนส่งจะเริ่มต้นจากโรงพยาบาลวังโป่งเป็นอันดับแรกทุกครั้ง แล้วทำการสุ่มหาโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลที่ละแห่งจนกว่าจะครบ 8 แห่ง โดยไม่มีการสุ่มซ้ำ และต้องอยู่ภายใต้เส้นทางการขนส่งที่เป็นไปได้ อีกทั้งในการสุ่มหาโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ต้องสุ่มเฉพาะโรงพยาบาลที่มีความต้องการวัคซีนเท่านั้น ซึ่งการหา

คำตอบเริ่มต้นมีจำนวนครั้งของการหาคำตอบเริ่มต้นเท่ากับจำนวนของผึ้งสำรวจ (ในงานวิจัยนี้กำหนดให้เท่ากับ 10 ตัว)

ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนาคำตอบโดยวิธีฝูงผึ้ง (Bee colony Optimization: BCO)

การพัฒนาคำตอบด้วยวิธีฝูงผึ้ง โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ในงานวิจัยนี้ คือ ผึ้งสอดแนม (n) จำนวน 10 ตัว และจำนวนผึ้งที่ใช้ในการหาคำตอบข้างเคียง (m) จำนวน 5 ตัว และในการทดลองได้ออกแบบให้เปลี่ยนพารามิเตอร์ของจำนวนรอบของการวนซ้ำด้วยวิธีฝูงผึ้ง ซึ่งจะมีการทดลองซ้ำจำนวน 5 ครั้งในแต่ละพารามิเตอร์มีขั้นตอนในการพัฒนาคำตอบด้วยวิธีฝูงผึ้ง (Pham, 2006) มีดังต่อไปนี้

3.1 หาคำตอบเริ่มต้นในขั้นตอนที่ 2 ที่คำตอบเริ่มต้น 10 ค่า ซึ่งจะกำหนดให้เป็นผึ้งสอดแนมจำนวน $n=10$ ตัว ค้นหาคำตอบเริ่มต้น และกำหนดให้จำนวนรอบของการทำซ้ำเริ่มที่ $NC=0$

3.2 ประเมินผลของคำตอบที่ได้จากการค้นหาของผึ้งสอดแนม โดยจัดลำดับจากค่าเวลาน้อยที่สุดไปมากที่สุด หรือจากคำตอบที่ดีที่สุดไปคำตอบที่คุณภาพของคำตอบต่ำลงมา

3.3 เลือกผึ้งสอดแนมที่หาค่าเวลาการเดินทางต่ำที่สุด $m=5$ ตัว

3.4 คัดแยกผึ้งสำรวจหรือคำตอบที่ดีที่สุด $m=5$ คำตอบนี้ ออกเป็น 2 กลุ่ม โดยที่กลุ่มแรกมีคำตอบที่ดีที่สุด $e=2$ คำตอบ และกลุ่มที่ 2 มีคำตอบที่ด้อยลงมา $m-e=3$ คำตอบ

3.5 กำหนดขอบเขตในการค้นหาคำตอบข้างเคียงของบริเวณที่ได้คำตอบที่ดีที่สุด $m=5$ คำตอบ หรือการกำหนดจำนวนผึ้งงานไปยังแหล่งน้ำหวาน โดยในงานวิจัยนี้ใช้การหาคำตอบข้างเคียงโดยการเปลี่ยนลำดับการกระจายวัคซีนในการกระจายวัคซีนไปรพ.สต. ลำดับที่ 4-8 ซึ่งการกำหนดขอบเขตค่าข้างเคียงจะมีการกำหนดคือ เลือกค่าที่ดีที่สุดออกมา 2 ค่าแรก และหาค่าข้างเคียง 3 ค่า และเลือกค่าที่ดีที่สุด 3 ค่า ต่อมา หาคำตอบข้างเคียง 3 ค่า

3.6 ให้ผึ้งงานไปหาน้ำหวานหรือค้นหาคำตอบข้างเคียงที่เลือกจากแหล่งน้ำหวาน $m=5$ คำตอบ

3.7 ประเมินผลของคำตอบที่ได้จากการค้นหาของผึ้งงานในแต่ละแหล่ง และเลือกคำตอบที่ดีที่สุดของแต่ละแหล่ง ซึ่งได้คำตอบที่ดีออกมา 5 คำตอบ

3.8 ตรวจสอบเงื่อนไขการหยุด ถ้าตรงตามเงื่อนไขให้หยุดการค้นหา ถ้าไม่ตรงตามเงื่อนไขให้เพิ่มจำนวนรอบของการทำซ้ำ $NC=NC+1$

3.9 กำหนดให้ผึ้งสอดแนมจำนวน $n-m=5$ ตัว ค้นหาคำตอบใหม่ แล้วไปดำเนินในขั้นตอนที่ 3.2 ทำซ้ำไปเรื่อย ๆ จนได้คำตอบที่ดีที่สุดขึ้นไป

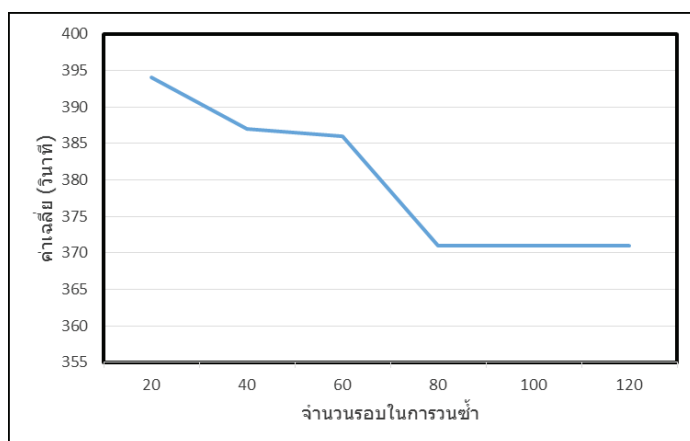
ผลการทดลอง

จากการพัฒนาแนวทางการวางแผนการขนส่งวัคซีนจากโรงพยาบาลวังโป่งไปยังโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในเขตอำเภอวังโป่ง จำนวน 8 แห่งด้วยวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุดด้วยวิธีฝูงผึ้ง ได้กำหนดให้มีผึ้งสอดแนมจำนวน 10 ตัว และจำนวนผึ้งที่ใช้ในการหาคำตอบข้างเคียง จำนวน 5 ตัว และในการทดลองได้ออกแบบให้เปลี่ยนพารามิเตอร์ของจำนวนรอบของการวนซ้ำด้วยวิธีฝูงผึ้ง ซึ่งจะมีการทดลองซ้ำจำนวน 5 ครั้งในแต่ละพารามิเตอร์ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลลัพธ์ของเวลารวมในการขนส่งวัคซีนด้วยวิธีหาค่าที่เหมาะสมที่สุดด้วยวิธีฝูงผึ้ง

การทดลอง ครั้งที่	จำนวนรอบ ในการวนซ้ำ	การทดลองซ้ำครั้งที่					ค่าเฉลี่ย (นาท)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
		1	2	3	4	5		
1	20	399	384	399	399	394	395	5.83
2	40	396	399	388	387	397	393.4	4.92
3	60	386	386	389	397	388	389.2	4.07
4	80	388	386	371	398	386	385.8	8.63
5	100	376	371	371	371	371	372	2
6	120	371	371	371	371	371	371	0

จากตารางที่ 2 พบว่า การทดลองครั้งที่ 1 จำนวนรอบในการวนซ้ำ เท่ากับ 20 รอบ ได้เวลาที่ดีที่สุด คือ 384 นาติ โดยมีค่าเฉลี่ยซ้ำ 5 ครั้ง เท่ากับ 395 นาติ และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.83 การทดลองครั้งที่ 2 จำนวนรอบในการวนซ้ำ เท่ากับ 40 รอบ ได้เวลาที่ดีที่สุด คือ 387 นาติ โดยมีค่าเฉลี่ยซ้ำ 5 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 393.4 นาติ และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.92 การทดลองครั้งที่ 3 จำนวนรอบในการวนซ้ำ เท่ากับ 60 รอบ ได้เวลาที่ดีที่สุด คือ 386 นาติ โดยมีค่าเฉลี่ยซ้ำ 5 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 389.2 นาติ และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.07 การทดลองครั้งที่ 4 จำนวนรอบในการวนซ้ำ เท่ากับ 80 รอบ ได้เวลาที่ดีที่สุด คือ 371 นาติ โดยมีค่าเฉลี่ยซ้ำ 5 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 385.8 นาติ และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.63 การทดลองครั้งที่ 5 จำนวนรอบในการวนซ้ำ เท่ากับ 100 รอบ ได้เวลาที่ดีที่สุด คือ 371 นาติ โดยมีค่าเฉลี่ยซ้ำ 5 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 372 นาติ และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2 การทดลองครั้งที่ 6 จำนวนรอบในการวนซ้ำ เท่ากับ 120 รอบ ได้เวลาที่ดีที่สุด คือ 371 นาติ โดยมีค่าเฉลี่ยซ้ำ 5 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 371 นาติ และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0 และสามารถสร้างแผนภูมิการลู่เข้าหาคำตอบได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การลู่เข้าหาคำตอบที่ดีที่สุดด้วยวิธีฝูงผึ้ง

จากรูปที่ 2 พบว่าแนวโน้มของการลู่เข้าหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด จนกระทั่งมีจำนวนรอบของการวนซ้ำที่ 80 รอบ แต่เมื่อพิจารณาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานยังไม่สามารถยอมรับทางสถิติ จนถึงจำนวนรอบของการวนซ้ำที่ 100 รอบจนถึงที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ยอมรับได้ทางสถิติ คณะผู้วิจัยจึงเลือกจำนวนรอบของการวนซ้ำที่ 100 รอบ โดยสามารถแสดงเส้นทางการขนส่งวัคซีนวัคซีนได้ดังรูปที่ 3

เส้นทางการขนส่งในปัจจุบัน	รพ.วังโป่ง	รพ.สต.ซับเปิบ	รพ.สต.คลองน้ำคั่น	รพ.สต.วังหิน	รพ.สต.น้ำอ้อม	รพ.สต.วังกระดาดเงิน	รพ.สต.วังศาล	รพ.สต.ด่านช้าง	รพ.สต.ดงหลง
เส้นทางการใช้วิธีฝูงผึ้ง	รพ.วังโป่ง	รพ.สต.วังหิน	รพ.สต.น้ำอ้อม	รพ.สต.วังกระดาดเงิน	รพ.สต.ด่านช้าง	รพ.สต.ดงหลง	รพ.สต.วังศาล	รพ.สต.คลองน้ำคั่น	รพ.สต.ซับเปิบ

รูปที่ 3 การเปรียบเทียบเส้นทางการขนส่งวัคซีนในปัจจุบันกับการวางแผนด้วยวิธีฝูงผึ้ง

จากรูปที่ 4 พบว่า เส้นทางการขนส่งวัคซีนในปัจจุบันของอำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ เริ่มต้นที่โรงพยาบาลวังโป่งไปโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลซับเปิบ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลคลองน้ำคั่น โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลวังหิน โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลน้ำอ้อม โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลวังกระดาดเงิน โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลวังศาลโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลด่านช้าง โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลดงหลง ใช้เวลาในการขนส่งวัคซีนรวม คือ 401 นาที ส่วนเส้นทางการใช้วิธีฝูงผึ้งเริ่มต้นจากโรงพยาบาลวังโป่ง ไปโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลวังหิน โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลน้ำอ้อม โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลวังกระดาดเงิน โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลด่านช้าง โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลดงหลง โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลวังศาล โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลคลองน้ำคั่น โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลซับเปิบ ใช้เวลารวมในการขนส่งวัคซีนที่ดีที่สุด คือ 371 นาที ซึ่งเมื่อเทียบกับเวลาที่ใช้ในการขนส่งในปัจจุบันที่ใช้การตัดสินใจโดยพนักงานขับรถ สามารถลดเวลารวมในการขนส่งได้ลดลง 30 นาที หรือเป็นร้อยละ 7.48 ซึ่ง

ในงานวิจัยนี้ไม่ได้มองแค่คุณภาพของคำตอบในเรื่องเวลาการขนส่งวัคซีนให้ต่ำที่สุด แต่ยังรวมถึงระยะเวลาในการหาคำตอบของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นให้มีความรวดเร็วอีกด้วย โดยใช้คอมพิวเตอร์ในการวิจัย เป็นคอมพิวเตอร์แบบ Intel Core i7 ที่มีความเร็วในการประมวลผล 2.2 GHz Ram 4 GB สามารถสรุปเวลาที่ใช้ในการประมวลผลได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เวลาที่ใช้ในการประมวลผล

การทดลอง ครั้งที่	จำนวนรอบใน การวนซ้ำ	การทดลองซ้ำครั้งที่					ค่าเฉลี่ย (วินาที)	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน
		1	2	3	4	5		
1	20	1.88	1.87	1.86	1.87	1.96	1.89	0.04
2	40	3.35	3.45	3.42	3.36	3.44	3.40	0.04
3	60	4.90	4.92	4.88	4.98	4.93	4.92	0.04
4	80	6.42	6.42	6.59	6.48	6.47	6.48	0.06
5	100	7.79	7.92	7.98	7.85	7.85	7.88	0.07
6	120	9.96	10.01	9.95	9.98	10.05	9.99	0.04

จากตารางที่ 2 พบว่า เวลาที่ใช้ในการหาคำตอบที่ดีที่สุดด้วยวิธีฝูงผึ้งจากการทดลองครั้งที่ 1 จำนวนรอบในการวนซ้ำ 20 รอบ ได้ค่าเฉลี่ยในการประมวลผล เท่ากับ 1.89 วินาที และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.04 การทดลองครั้งที่ 2 จำนวนรอบในการวนซ้ำ 40 รอบ ได้ค่าเฉลี่ยในการประมวลผล เท่ากับ 3.4 วินาที และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.05 การทดลองครั้งที่ 3 จำนวนรอบในการวนซ้ำ 60 รอบ ได้ค่าเฉลี่ยในการประมวลผล เท่ากับ 4.92 วินาที และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.04 การทดลองครั้งที่ 4 จำนวนรอบในการวนซ้ำ 80 รอบ ได้ค่าเฉลี่ยในการประมวลผล เท่ากับ 6.48 วินาที และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.07 การทดลองครั้งที่ 5 จำนวนรอบในการวนซ้ำ 100 รอบ ได้ค่าเฉลี่ยในการประมวลผล เท่ากับ 7.88 วินาที และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.07 และการทดลองครั้งที่ 6 จำนวนรอบในการวนซ้ำ 120 รอบ ได้ค่าเฉลี่ยในการประมวลผล เท่ากับ 9.99 วินาที และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.04

สรุปและวิจารณ์ผล

จากงานวิจัยสามารถช่วยปรับปรุงเส้นทางการขนส่งวัคซีนจากเดิมที่ใช้ในการตัดสินใจเส้นทางการขนส่งโดยการตัดสินใจของคนขับรถ แต่หลังจากการพัฒนาการวางแผนเส้นทางการขนส่งวัคซีนของอำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งมีโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จำนวน 8 แห่ง โดยในการขนส่งจะต้องเริ่มจากโรงพยาบาลวังโป่ง เท่านั้นและกระจายไปยังโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล โดยในงานวิจัยสามารถช่วยลดเวลาในการขนส่งวัคซีน จากเดิมใช้เวลา 401 นาที หลังจากการปรับปรุงด้วยวิธีการหาคำตอบด้วยวิธีการที่ดีที่สุดด้วยวิธีการฝูงผึ้ง สามารถลดเวลาในการขนส่งลงเหลือ 371 นาที ลดลงจากเวลาในการขนส่งลง 30 นาที หรือเวลาในการใช้ลดลงร้อยละ 7.81 โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.00 โดยใช้เวลาในการหาคำตอบด้วยการหาค่าที่ดีที่สุดด้วยวิธีการฝูงผึ้ง คือ 7.88 วินาที โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.07

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้ และขอขอบคุณโรงพยาบาลวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่สนับสนุนข้อมูลในการวิจัยนี้ อีกทั้งคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่สนับสนุนสถานที่ในการทำวิจัย

REFERENCES

- Chaiwongsakda, N. (2015). Vehicle Routing by Using a Saving Algorithm and the Traveling Salesman Problem: A Case Study of a Drinking Water Factory. **Thai journal of Operation Research**. 3(1), 51-61. (in Thai)
- Pangnikon, P. (2005). **Assessment on vaccine and cold chain system management of Lampang public health provincial office**. Chiang Mai University. (in Thai)
- Pham, D.T., Ghanbarzadeh, A., Koç, E., Otri, S., Rahim, S., & Zaidi, M. (2006). **The Bees Algorithm – A Novel Tool for Complex Optimisation Problems**. Manufacturing Engineering Centre, Cardiff University
- Dao, S.D., Abhary, K. & Marian, R. (2014), Optimisation of partner selection and collaborative transportation scheduling in Virtual Enterprises using GA. **Expert Systems with Applications**. 41, 6701-6717
- Wongthatsanekorn, W., Phruksaphanrat, B. & Sangkhasuk, R. (2012). Applying bee colony optimization heuristic for make-pack problem in process manufacturing. **Engineering and Applied science Research**. 40(2), 47-56 (in Thai)

บทความวิจัย

โครงการจัดสภาพแวดล้อมเพื่อความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว

**ENVIRONMENTAL MANAGEMENT PROJECT TO BECOME
“GREEN UNIVERSITY”**

พัทธรา สืบศิริ* มณฑล จันทร์แจ่มใส อธิยานันท์ จิตรโรจนรักษ์ และ บัญชา บูรณสิงห์

สาขาสถาปัตยกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร 10220

Pattra Suebsiri*, Monton Janjamsai, Attayanan Jitrojanarak and Buncha Booranasing

Department of Architecture, Faculty of Industrial Technology, Phranakhon Rajabhat University, Bangkok, 10220

*E-mail: psuebsiri@gmail.com, pattra@pnru.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการจัดสภาพแวดล้อมเพื่อความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว เป็นงานวิจัยที่มุ่งการนำทฤษฎีไปสู่การปฏิบัติโดยการสร้างแบบแผนแนวปฏิบัติการจัดสภาพแวดล้อมเพื่อความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว โดยการวิจัยนี้ใช้พื้นที่ที่นักศึกษาต้นแบบนำร่องชุมชนพื้นที่ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร โดยใช้มาตรฐานมหาวิทยาลัยสีเขียวระดับนานาชาติ ตามเกณฑ์มาตรฐาน 6 ข้อของการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว แห่งมหาวิทยาลัยแห่งอินโดนีเซีย (University of Indonesia, UI Green Metric World University Ranking) คือ 1) การวางระบบโครงสร้างพื้นฐาน 2) การจัดการพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 3) การกำจัดของเสีย 4) การจัดการน้ำ 5) การสัญจรขนส่งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และ 6) การศึกษา เพื่อสนองตอบประโยชน์ใช้สอยอย่างเต็มศักยภาพ งานวิจัยนี้นอกจากจะเป็นการสร้างให้เกิดสภาพแวดล้อมเพื่อความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวแล้ว ยังส่งเสริมให้บุคลากรทั้งที่เป็นคณาจารย์ นักศึกษา เจ้าหน้าที่ และบุคคลอื่นที่เข้าใช้พื้นที่ในมหาวิทยาลัยเกิดความตระหนักรู้ต่อการร่วมมือกันในการสร้างสภาพแวดล้อมอันเป็นประโยชน์ที่ยั่งยืนในมิติทางด้านสังคม เศรษฐกิจ และวัฒนธรรมอันเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาพื้นที่ร่วมกันต่อไป

คำสำคัญ: การจัดสภาพแวดล้อม มหาวิทยาลัยสีเขียว การพัฒนาอย่างยั่งยืน

ABSTRACT

Environmental Management Project to become “Green University” is the research study which aims to practice theories by making an environment management plan. In this case, we selected Phranakhon Rajabhat University Community as a prototype leading community. The research found that to become a Green University is caused by processes in the environment for a Green University, which is based on the ranking criteria of UI- Green Metric World University. To implement a green university, has been considering ways to bring into action in the 6 issues including: 1) Setting and Infrastructure: SI 2) Energy and Climate Change 3) Waste Management 4) Water Management 5) Transportation and 6) Education for Green. In addition, management has proposed to utilize the existing building to be even more effective, as well as offering the building blocks in some areas to meet their full potential usefulness. This research will help create an environment for the green university. Also encourages people as well as staffs faculty, students, lectures and other people who use the area of the realization to cooperate to create an environment in which lasting benefits in terms of social, economic and cultural development for our community in the future.

Keywords: Environment Management, Green University, Sustainable development

บทนำ

จากการบริโภคล้างานมหาศาลเกินความจำเป็น สถานการณ์ทรัพยากรทางธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัด สภาวะแวดล้อมทรุดโทรม ส่งผลให้การพัฒนาสภาพแวดล้อมยั่งยืน ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในยุคปัจจุบันทั้งในสังคมไทยและสังคมโลก การพัฒนาอย่างยั่งยืน (sustainable development) ซึ่งปัจจุบันเป็นกระแสที่ได้รับความนิยมและนำไปใช้กันอย่างแพร่หลายในอารยประเทศ จากการประชุมคณะกรรมการธิการแห่งโลกด้านสิ่งแวดล้อมและการพัฒนา (World Commission on Environment and Development) การพัฒนาอย่างยั่งยืนมีแนวคิดที่ได้รับการยอมรับจากทุกภาคส่วนในการนำมาใช้แก้ปัญหาอย่างยั่งยืน โดยเป็นการพัฒนาที่ตอบสนองความต้องการของมนุษย์ยุคปัจจุบัน และไม่ก่อให้เกิดผลกระทบเสียหายต่อการพัฒนาของมนุษย์รุ่นต่อไปในอนาคต (WCED, 1987) โดยมีหลักการตามแนวคิด การพัฒนาอย่างยั่งยืน ที่ให้ความสำคัญในการสร้างสมดุล 3 มิติ คือ 1) มิติด้านสังคม เป็นมิติที่ให้ความสำคัญกับการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น มีการศึกษาการเรียนรู้ที่ดี มีความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินเป็นอย่างสูง 2) มิติด้านเศรษฐกิจ เป็นมิติที่ให้ความสำคัญกับระบบเศรษฐกิจที่มีเสถียรภาพอย่างต่อเนื่อง มีการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างมีคุณภาพ มีความสามารถในการแข่งขัน มีทิศทางการพัฒนาเศรษฐกิจอย่างสมดุลเอื้อประโยชน์ต่อประชาชน มีความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่มาจากกระบวนการผลิตเป็นต้นทุนการผลิตที่มาจากการใช้เทคโนโลยีสะอาด ลดปริมาณของเสีย รักษาสภาพแวดล้อม ลดมลพิษ และ 3) มิติด้านสิ่งแวดล้อม เป็นมิติที่ให้ความสำคัญ กับการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่ให้เกิดความสมดุล กับความหลากหลายทางชีวภาพ และสามารถอนุรักษ์ฟื้นฟูให้สู่สภาพเดิมหรือใกล้เคียงสภาพเดิมมากที่สุด มีการปรับเปลี่ยนทัศนคติในการใช้ทรัพยากรที่มีจำกัดอย่างคุ้มค่า โดยการพัฒนาอย่างยั่งยืนมุ่งเน้น

การสร้างสมดุลทั้ง 3 มิติมุ่งเน้นจัดการให้เกิดความสมดุลระหว่างมิติด้านสังคม มิติด้านเศรษฐกิจ มิติด้านสิ่งแวดล้อม อย่างเกื้อกูล

สถาบันการศึกษาเป็นองค์กรหนึ่งที่สามารถสานสมดุลทั้ง 3 มิติดังกล่าวเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน ภายใต้แนวคิดมหาวิทยาลัยสีเขียว (Green University) จากการศึกษาแนวคิดมหาวิทยาลัยสีเขียว เป็นมหาวิทยาลัยที่มีการบริหารจัดการที่ดีมีส่วนร่วมในการใช้ประโยชน์ของพื้นที่สีเขียวหรือการใช้ที่ดินอย่างคุ้มค่า การดูแลรักษาสภาพแวดล้อม การอนุรักษ์ใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าประหยัดพลังงาน การใช้พลังงานทดแทน การเสริมสร้างคุณภาพชีวิตที่ดี การสร้างความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินบุคลากรของสถาบันอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถเสริมสร้างสภาพเศรษฐกิจของสถาบันการศึกษาและบริบทของชุมชนโดยรอบ (Buranasomphob, Trungjai, et al., 2003) ซึ่งการจัดสภาพแวดล้อมเพื่อความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวเป็นกลยุทธ์หนึ่งที่สำคัญ เป็นปัจจัยที่สามารถนำการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยเกณฑ์การจัดอันดับที่ได้รับมาตรฐานเป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาติ คือ เกณฑ์การจัดอันดับของการเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวของ มหาวิทยาลัยแห่งอินโดนีเซีย (University of Indonesia, UI Green Metric World University Ranking 2010-2014) จัดว่าเป็นเกณฑ์มาตรฐานหนึ่งที่ได้รับการยอมรับทั่วโลกเป็นเกณฑ์ที่มีดัชนีชี้วัดแสดงให้เห็นถึงความมุ่งมั่นของมหาวิทยาลัย ในการบริหารจัดการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยมีเกณฑ์การประเมิน 6 ด้าน คือ 1) ที่ตั้งและโครงสร้างพื้นฐาน 2) การจัดการพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 3) การจัดการของเสีย 4) การจัดการน้ำ 5) การสัญจรขนส่งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม 6) ความสามารถในการให้การศึกษาด้านสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาที่ยั่งยืน ทั้งนี้มหาวิทยาลัยของประเทศไทยที่ได้รับการจัดอันดับมาแล้ว จำนวน 7 สถาบัน ได้แก่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตบางเขน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต มหาวิทยาลัยบูรพา มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และมหาวิทยาลัยมหิดล โดยเฉพาะมหาวิทยาลัยมหิดล ได้รับการจัดอันดับให้เป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว ครั้งแรกในปี 2012 เป็นอันดับที่ 36 ของโลก อันดับที่ 11 ของเอเชีย และเป็นอันดับที่ 1 ของประเทศไทย จนถึงปัจจุบัน (2012-2014)

โครงการจัดสภาพแวดล้อมเพื่อความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว (Environmental Management Project to become "Green University") เป็นงานวิจัยที่ได้มุ่งสู่การนำทฤษฎีไปสู่การปฏิบัติโดยการสร้าง แบบแผนแนวปฏิบัติการจัดสภาพแวดล้อมเพื่อความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว โดยใช้ชุมชนเป็นฐานในกรณีนี้เลือกพื้นที่ศึกษาด้านแบบนำร่องชุมชนพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร โดยใช้มาตรฐานมหาวิทยาลัยสีเขียวระดับนานาชาติ ตามเกณฑ์มาตรฐาน 6 ข้อของการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว แห่งมหาวิทยาลัยแห่งอินโดนีเซีย (University of Indonesia, UI Green Metric World University Ranking) คือ 1) การวางระบบโครงสร้างพื้นฐาน 2) การจัดการพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 3) การกำจัดของเสีย 4) การจัดการน้ำ 5) การสัญจรขนส่งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และ 6) การศึกษาที่จะ

ก่อให้เกิดการพัฒนาทั้งในทางวิชาการและคุณภาพชีวิตของชุมชนและสังคม โดยการบูรณาการนำรูปแบบไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ให้แก่ มหาวิทยาลัยที่ต้องการพัฒนาสู่มหาวิทยาลัยสีเขียว

วิธีการ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 3 ประการ ได้แก่

1. เพื่อศึกษาแบบแผนกระบวนการจัดสภาพแวดล้อมโดยใช้มาตรฐานมหาวิทยาลัยสีเขียวระดับนานาชาติ เกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว (UI - Green Metric World University)

2. เพื่อศึกษารูปแบบความร่วมมือจากภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง และบทบาทของชุมชนผู้มีส่วนร่วม (มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร) สถาบันการศึกษา (มหาวิทยาลัยสีเขียวในประเทศไทย) องค์กรภายนอก (สมาคมวิชาชีพที่เกี่ยวข้อง) ในการจัดการสภาพแวดล้อมเพื่อความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว (Green University)

3. เพื่อศึกษาแบบแผนแนวปฏิบัติ การจัดการสภาพแวดล้อมเพื่อความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว จากกระบวนการที่มีต่อผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่มีความสมดุลทั้ง 3 มิติ ของการพัฒนาอย่างยั่งยืนคำนึงถึงผลประโยชน์ที่ได้รับ ปัญหา อุปสรรคและข้อเสนอแนะในการนำรูปแบบไปประยุกต์ใช้ประโยชน์

ซึ่งการวิจัยนี้ได้พิจารณาการใช้วิธีการทั้งการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) และการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดยแบ่งการดำเนินงานเป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. การประสานความร่วมมือและเตรียมความพร้อมของเครือข่าย (Collaboration)
2. สำรวจพื้นที่ เก็บข้อมูล (Site Survey, Collective Data)
3. วิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)
4. สังเคราะห์ข้อมูลและออกแบบทางเลือกแบบแผนการจัดการสภาพแวดล้อม (Synthesis and Alternative Environmental design)
5. นำเสนอสู่ชุมชนและวิพากษ์ (Public Presentation and Criticism)
6. พัฒนางานออกแบบแนวปฏิบัติสู่มหาวิทยาลัยสีเขียว (Design development to Green University)

7. การประเมินผลและสรุปผลงานวิจัย (Evaluation and Conclusion)

8. สรุปปัญหา และข้อเสนอแนะ (Problems and Recommendation)

ทั้งนี้สามารถสรุปขั้นตอนการวิธีการดำเนินการ ผลการดำเนินการ และผลลัพธ์ที่จะได้ตามวัตถุประสงค์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขั้นตอนวิธีการดำเนินการโครงการจัดสภาพแวดล้อมเพื่อความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ผลการดำเนินงาน	ผลลัพธ์ตามวัตถุประสงค์วิจัย
การประสานความร่วมมือและเตรียมความพร้อมของเครือข่าย (Collaboration)	- ชุมชนเจ้าของพื้นที่ (มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร) - สถาบันการศึกษาที่ได้มาตรฐานมหาวิทยาลัยสีเขียว เครือข่ายมหาวิทยาลัยยั่งยืนแห่งประเทศไทย - องค์กรภายนอก (สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยสมาคมนักวิชาการแห่งประเทศไทย)	- ศึกษาแบบแผนกระบวนการจัดสภาพแวดล้อมโดยใช้มาตรฐานมหาวิทยาลัยสีเขียวระดับชาติและระดับนานาชาติ - ศึกษารูปแบบความร่วมมือจากภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง และบทบาทของชุมชนผู้มีส่วนร่วม
สำรวจพื้นที่ เก็บข้อมูล (Site Survey, Collective Data)	- คณะผู้วิจัยสำรวจพื้นที่ และเก็บข้อมูลที่จะนำไปใช้ประกอบการออกแบบ - การออกแบบเครื่องมือเป็นการทำกิจกรรมต่างๆ เพื่อทำงานร่วมกับชุมชน เป็นการลงพื้นที่ - เก็บข้อมูลโดยใช้กรณีศึกษา (Case Study) เป็นการศึกษาจากสถาบันการศึกษาที่ได้มาตรฐานมหาวิทยาลัยสีเขียว ได้แก่ มหาวิทยาลัยมหิดล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	- ศึกษาแบบแผนกระบวนการจัดสภาพแวดล้อมโดยใช้มาตรฐานมหาวิทยาลัยสีเขียวระดับชาติและระดับนานาชาติ
วิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)	คณะผู้วิจัยเป็นผู้วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ อันประกอบด้วย ข้อมูลจากแบบสอบถาม 1,085 ราย ข้อมูลอาคารทั้งหมด 63 อาคาร คืออาคารเขียว (อาคารเดิม) 57 อาคาร อาคารใหม่ 6 อาคารและ พื้นที่สีเขียว 57 อาคารเดิม และอาคารใหม่ 6 อาคาร เพื่อนำมาประเมิน ตามเกณฑ์อาคารเขียว (กรมควบคุมมลพิษ) และวิเคราะห์การประเมินตนเองปรับปรุงตามเกณฑ์ Trees – Ui Greenmetric	

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ผลการดำเนินงาน	ผลลัพธ์ตามวัตถุประสงค์วิจัย
สังเคราะห์ข้อมูลและออกแบบทางเลือกแบบแผนการจัดสภาพแวดล้อม (Synthesis and Alternative Environmental design)	คณะผู้วิจัยได้มีการจัดทำแบบร่างการเลือกพื้นที่ศึกษาเบื้องต้นนำเสนอไตรภาคีคือ ภาคส่วนชุมชนเจ้าของพื้นที่ (มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร) ภาคส่วนสถาบัน การศึกษาที่ได้มาตรฐานมหาวิทยาลัยสีเขียว และองค์กรภายนอกเข้ามามีส่วนร่วมในการวิพากษ์วิจารณ์การออกแบบที่คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการมา	
นำเสนอสู่ชุมชนและวิพากษ์ (Public Presentation and Criticism)	การวิพากษ์ วิจารณ์ รับฟังความคิดเห็นจากผู้ที่เกี่ยวข้อง ไตรภาคีร่วมกัน 3 ภาคส่วนคือ ภาคส่วนชุมชนเจ้าของพื้นที่ (มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร) ภาคส่วนสถาบันการศึกษาที่ได้มาตรฐานมหาวิทยาลัยสีเขียว เครือข่ายมหาวิทยาลัยยั่งยืนแห่งประเทศไทย และภาคส่วนองค์กรภายนอก 2 ครั้ง และจัดทำประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อออนไลน์การประกวดวิถีทัศน์โครงการ	- ศึกษาแบบแผนกระบวนการจัดสภาพแวดล้อมโดยใช้มาตรฐานมหาวิทยาลัยสีเขียวระดับชาติและระดับนานาชาติ - ศึกษารูปแบบความร่วมมือจากภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง และบทบาทของชุมชนผู้มีส่วนร่วม
พัฒนางานออกแบบแนวปฏิบัติสู่มหาวิทยาลัยสีเขียว (Design development to Green University)	ขั้นตอนการพัฒนางานออกแบบของคณะผู้วิจัยในขั้นสุดท้าย เพื่อนำเสนอให้แก่ชุมชนพิจารณาเพื่อทำการวิพากษ์ผลงานครั้งที่ 2 (วันอังคารที่ 23 สิงหาคม 2559) ตัวแปรที่จะใช้ในการศึกษา คือเกณฑ์ตามที่กำหนดไว้ในเกณฑ์การพิจารณาของมหาวิทยาลัยสีเขียว (UI) โดยจำแนกตัวแปรที่จะใช้ในการศึกษาในแง่ของการจัดสภาพแวดล้อมประกอบด้วย 5 หัวข้อหลัก ได้แก่ การวางระบบโครงสร้างพื้นฐาน การจัดการพลังงานและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ การจัดการของเสีย การจัดการน้ำ และการสัญจร	- เพื่อศึกษาแบบแผนแนวปฏิบัติ การจัดสภาพแวดล้อมเพื่อความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว จากกระบวนการที่มีต่อผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่มีความสมดุลทั้ง 3 มิติ ของการพัฒนาอย่างยั่งยืน - คำนึงถึงผลประโยชน์ที่ได้รับ ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะในการนำรูปแบบไปประยุกต์ใช้ประโยชน์

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ผลการดำเนินงาน	ผลลัพธ์ตามวัตถุประสงค์วิจัย
การประเมินผลและสรุปผล งานวิจัย (Evaluation and Conclusion)	นำเสนอผู้ที่เกี่ยวข้อง ไตรภาคีคือ ภาค ส่วนชุมชนเจ้าของพื้นที่ (มหาวิทยาลัย ราชภัฏพระนคร) ภาคส่วนสถาบันการ ศึกษาที่ได้มาตรฐานมหาวิทยาลัยสีเขียว และองค์กรภายนอก โดยจะนำข้อดีของ แต่ละกลุ่มมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ ของผู้แทนที่เกี่ยวข้อง	
สรุปปัญหา และข้อเสนอแนะ (Problems and Recommendation)	การประเมินผลลัพธ์จากกระบวนการ ทั้งหมดในการดำเนินการโครงการจัด สภาพแวดล้อมต่อผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ที่ สะท้อนถึงผลประโยชน์ที่ได้รับ ปัญหา อุปสรรค ตลอดจนข้อเสนอแนะเพื่อที่ จะได้นำไปพัฒนาต่อไป	

ผลการทดลองวิจัย

โครงการจัดสภาพแวดล้อมได้ใช้มาตรฐานมหาวิทยาลัยสีเขียวระดับนานาชาติ ตามเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว แห่งมหาวิทยาลัยแห่งอินโดนีเซีย (University of Indonesia, UI Green Metric World University Ranking) ตามเกณฑ์มาตรฐาน 6 ข้อคือ

1. การวางระบบโครงสร้างพื้นฐาน (Setting and Infrastructure: SI)
2. การจัดการพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Energy and Climate Change)
3. การกำจัดของเสีย (Waste Management)
4. การจัดการน้ำ (Water Management)
5. การสัญจรขนส่งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Transportation)
6. การศึกษา (Education for Green)

ซึ่งผลการการศึกษาพบว่ามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครต้องพัฒนาปรับปรุงสภาพแวดล้อมเพื่อให้สามารถดำเนินการตามเกณฑ์ UI ดังนี้

1. การวางระบบโครงสร้างพื้นฐาน (Setting and Infrastructure: SI)



รูปที่ 1 ที่ตั้งและพื้นที่โครงการมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครมีขนาดที่ดิน 162 ไร่ (259,200 ตร.ม.) รวมจำนวนบุคลากรทั้งที่เป็นนักศึกษา คณาจารย์ และเจ้าหน้าที่ทั้งสิ้น 17,776 คน ทั้งนี้เพื่อให้การพัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐานได้มีการทดลองออกแบบเพื่อเป็นการเพิ่มพื้นที่สวนป่า พื้นที่ปลูกต้นไม้และพื้นที่ซับน้ำเพิ่มขึ้นโดยคิดเป็นร้อยละ 13.46, 0.68 และ 2.91 ตามลำดับดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สรุปผลการทดลองออกแบบคิดเป็น ร้อยละของพื้นที่ในสภาพทางกายภาพ

พื้นที่	สภาพปัจจุบัน ที่ได้จากการ สำรวจ (ตร.ม.)	ผลการทดลอง ออกแบบการจัด สภาพแวดล้อม พื้นที่ (ตร.ม.)	ร้อยละของ พื้นที่ ในสภาพ ปัจจุบัน (%)	ร้อยละของ พื้นที่ในผล การออกแบบ (%)	สรุปร้อยละ การลดเพิ่ม (%)
1. พื้นที่สวนป่า	0	34,894	0	13.46	+13.46
2. พื้นที่ปลูกต้นไม้ สวน สนาม หญ้า	35,653	37,426	13.76	14.44	+0.68
3. พื้นที่ซับน้ำ ลาน (ใช้วัสดุซับ น้ำ) สระน้ำ	41,693	49,507	16.09	19.00	+2.91
4. พื้นที่ไม่ซับน้ำ ลาน ทางเดิน ถนน	110,154	70,295	42.49	27.12	-15.37
5. พื้นที่ไม่ซับน้ำ อาคาร (เฉพาะชั้นที่ 1)	71,700	67,078	27.66	25.98	-1.68
รวมทั้งสิ้น	259,200	259,200	100	100	

2. การจัดการพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Energy and Climate Change)

จากผลการประเมินการประกันคุณภาพภายนอก ทั้ง 3 รอบจากสำนักงานรับรอง มาตรฐาน และประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.) ผลการประเมินรอบที่ 1 (พ.ศ. 2544-2548) รอบที่ 2 (พ.ศ. 2549-2553) และรอบที่ 3 (พ.ศ. 2554-2558) ทั้งระดับมหาวิทยาลัยและคณะ ยังพบว่า หลายปัญหาที่ยังไม่ได้แก้ไขและทำให้บรรลุผลตามที่คณะกรรมการประเมินได้ให้ข้อเสนอแนะและแก้ไข อีกทั้งไม่มีการประเมินในเรื่องการจัดการพลังงานในสถาบันการศึกษาซึ่งทำให้หน่วยงานต่างๆภายในมหาวิทยาลัยบริหารงานปฏิบัติการ มุ่งเน้นตามเกณฑ์ของ สำนักงานรับรอง มาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.)

ตารางที่ 3 การจัดการพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การจัดการพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	ผลการศึกษา
1. การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ช่วยประหยัดพลังงาน (Energy efficient appliances usages Area replacing conventional appliances)	พบข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัย ประจำปี 2558 ทั้งหมด 9,212,215.68 (kWh) และมีรายงานการจัดการพลังงาน ประจำปีตั้งแต่ปี 2556 ตามกฎกระทรวง กำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการ จัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและ อาคารควบคุม พ.ศ. 2552 นำเสนอต่อ กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน แต่ไม่มีการจัดทำสถิติ ค่าใช้จ่าย รวมถึงปริมาณการใช้ไฟฟ้า ประจำปีที่ควรเผยแพร่
2. การใช้พลังงานทดแทน (Renewable Energy Usage Policies)	
3. ปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้า (Electricity Usage (kWh))	
4. มาตรการ/ โครงการอนุรักษ์พลังงาน (Energy Conservation Program)	
5. อาคารสีเขียว/ อาคารประหยัดพลังงาน (Green building)	
6. นโยบายลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Green House Gas Emission Reduction Policies)	
7. กิจกรรม/ โครงการลดโลกร้อน (Climate Change Adaptation and Migration Program)	

3. การกำจัดของเสีย (Waste Management)

การกำจัดของเสียในเรื่องขยะที่เป็นระบบยังไม่สมบูรณ์จะมีการคัดแยกเก็บขยะที่สามารถนำไปขายได้มากกว่าการคำนึงถึงการนำกลับมาใช้ใหม่ การลดปริมาณการใช้ขยะมีพิษ เช่น การใช้โฟมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมใส่อาหารมีน้อยเนื่องจากทางร้านอ้างว่ามีค่าใช้จ่ายต้นทุนราคาสูงกว่าโฟมใส่อาหารปกติ หรือการใช้เคลือบขยะมีพิษ เช่น ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ ทำให้การกำจัดของเสียไม่ครบวงจร 3R (การนำกลับมาใช้ใหม่ การลดปริมาณ และการนำกลับไปใช้ประโยชน์, reuse-reduce-recycle cycle) ส่วนระบบการบำบัดน้ำเสียของอาคารเป็นการแยกการบำบัดตามแบบก่อสร้างของแต่ละอาคารที่ได้รับจัดสรรงบประมาณ มีระบบการบำบัดน้ำของสระน้ำธรรมชาติ 12 จุดเพื่อนำน้ำที่บำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ในพื้นที่สีเขียวบางส่วนของมหาวิทยาลัย



รูปที่ 2 การจัดพื้นที่โรงแยกขยะ



รูปที่ 3 ผังมหาวิทยาลัย แสดงจุดบำบัดทางธรรมชาติด้วยกังหันน้ำ 12 จุดของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ตารางที่ 4 การกำจัดของเสีย

การกำจัดของเสีย	ผลการศึกษา
1. โครงการเพื่อรณรงค์การรีไซเคิลขยะ (Recycling Program) โครงการแยกขยะ	มีจุดทิ้งขยะรวม ของมหาวิทยาลัย ทั้งหมด 44 จุดที่เป็นการแยกถุงดำด้วย ขยะทั่วไป และ
2. โครงการรีไซเคิลขยะมีพิษ (Toxic waste recycling)	ขยะที่สามารถนำไปขายได้ เช่น กระดาษ ขวด
3. การกำจัดขยะอินทรีย์ (ผักและพืช) (Organic Waste Treatment)	พลาสติก ส่วนการดำเนินการจัดการกำจัดของเสียที่เป็นรูปธรรมชัดเจนสำคัญในส่วนโรง
4. การกำจัดขยะอนินทรีย์ (ขยะ, ถังขยะ, กระดาษทิ้ง พลาสติกโลหะ ฯลฯ) (Inorganic Waste Treatment)	อาหาร 3 แห่งของมหาวิทยาลัยใน โครงการแยกขยะ ในการทิ้งการกำจัดขยะอินทรีย์ (เศษ
5. การบำบัดน้ำเสีย (Sewage Disposal) บ่อบำบัดน้ำ	อาหาร ผักและพืช) กระดาษทิ้งพลาสติก (แก้ว
6. นโยบายที่เกี่ยวข้องกับลดปริมาณการใช้กระดาษ และพลาสติก (Paper and Plastic Usage Reduction Policy)	พลาสติก ขวดน้ำดื่ม) และขยะทั่วไป หน่วยงานต่างๆ มีนโยบายที่เกี่ยวข้องกับลดปริมาณการใช้กระดาษในสำนักงานโดยการนำกลับมาใช้ใหม่ ด้านหลัง (reuse) ยังไม่พบการรีไซเคิลขยะมีพิษ ภายในมหาวิทยาลัย

4. การจัดการน้ำ (Water Management)

การจัดการน้ำเป็นเรื่องสำคัญที่เป็นระบบยังไม่สมบูรณ์ เนื่องจากการติดตั้งมิเตอร์น้ำแบบรวม ทั้ง มหาวิทยาลัยเพียง 2 จุด คือบริเวณ หอพักอาจารย์และเจ้าหน้าที่ พระนครนิเวศ 1 (อาคาร 53) และบริเวณหน้าประตูใหญ่ทางเข้าหลัก ถนนแจ้งวัฒนะ ทำให้ไม่สามารถพิจารณาการใช้น้ำได้อย่างเหมาะสมของแต่ละอาคารหรือหน่วยงานได้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพของทั้งมหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 การจัดการน้ำ

การจัดการน้ำ	ผลการศึกษา
1. โครงการประหยัดน้ำ (Water Conservation Program)	พบข้อมูลการใช้น้ำประปาของมหาวิทยาลัยประจำปี 2558 ทั้งหมด 2,532,696 ลูกบาศก์เมตร ต่อปี จากผลสรุปของการใช้งานอาคารทั้ง 63 อาคาร ประกอบด้วย 57 อาคารเดิม และ 6 อาคารใหม่ และมีการประเมินผลรับรองการปฏิบัติราชการของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาระบบราชการ (ก.พ.ร) ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 ในประเด็นประเมินผลมิติภายใน เรื่องการประเมินประสิทธิภาพของการประหยัดน้ำ แต่ไม่มีการจัดทำสถิติค่าใช้จ่ายปริมาณการใช้น้ำ ประจำปีเปรียบเทียบเป็นปี พ.ศ. ที่ควรเผยแพร่ให้ประชากรของมหาวิทยาลัยรับทราบเพื่อเป็นการรณรงค์ให้เห็นคุณค่าของทรัพยากรร่วมกัน
2. การใช้น้ำประปา (Pipe Water, Volumes of water)	



รูปที่ 4 การจัดพื้นที่บำบัดน้ำเสีย

5. การขนส่ง (Transportation)

เนื่องจากมีจำนวนที่รถยนต์ รถจักรยานยนต์ ของนักศึกษา บุคลากรที่เพิ่มมากขึ้น และเป็นเส้นทางลัดในชั่วโมงเร่งด่วน ทำให้เป็นการเพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนสู่ภายในมหาวิทยาลัยโดยมีจำนวนรถที่เข้าสู่มหาวิทยาลัยดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การสัญจรภายในมหาวิทยาลัย

การขนส่ง	จำนวน (คัน)	ผลการศึกษา
1. จำนวนยานพาหนะของมหาวิทยาลัย (Number of vehicles owned by Phranakhon Rajabhat University daily)	10	เพื่อให้สอดคล้องกับ นโยบายจำกัดการใช้รถยนต์ และการใช้จักรยานยนต์ในมหาวิทยาลัย (Transportation policy Designed to Limit or Decrease the Parking Area)
2. จำนวนรถยนต์ที่เข้ามาวิทยาลัยเฉลี่ยต่อวัน (Number of cars in Phranakhon Rajabhat University daily)	679	ผลจากที่ประชุมรับฟังความคิดเห็น ครั้งที่ 1 เมื่อ 10 พฤษภาคม 2559 ที่ประชุมเสนอให้มีพื้นที่จอดรถอย่างมีประสิทธิภาพในสภาพแวดล้อมที่จอดรถดังนี้ 1. ที่จอดรถใต้ดินบริเวณสนามฟุตบอลใกล้ประตู 1 ทางเข้าหลักจากถนนแจ้งวัฒนะ โดยสนามฟุตบอลยังสามารถใช้ประโยชน์และคิดเป็นพื้นที่สีเขียวชับน้ำ อีกทั้งสามารถจัดเตรียมเป็นพื้นที่บริการค่าที่จอดรถ เพื่อรองรับการขยายตัวของระบบขนส่งรถไฟฟ้าสายสีชมพู
3. จำนวนรถมอเตอร์ไซด์ที่เข้ามาวิทยาลัยเฉลี่ยต่อวัน (Number of motorcycles in Phranakhon Rajabhat University daily)	500	2. อาคารจอดรถประตูทาง เข้าจากถนนพหลโยธิน ผ่านวัดพระศรีมหาธาตุ เพื่อรองรับการขยายตัวของระบบขนส่งรถไฟฟ้าสายสีเขียว
4. จำนวนจักรยานในมหาวิทยาลัยเฉลี่ยต่อวัน (Number of bicycle in Phranakhon Rajabhat University daily)	52	3. อาคารจอดรถบริเวณอาคาร 42 โดยชั้นบนอาคารที่จอดรถให้เป็นอาคารที่พักอาศัยบุคลากรของมหาวิทยาลัย และมีสวนบนหลังคาเพื่อเป็นพื้นที่กิจกรรมของมหาวิทยาลัย
5. จำนวนรถไฟฟ้าประจำทางของมหาวิทยาลัย (Phranakhon Rajabhat University electric bus service)	4	

6. การศึกษา (Education for Green)

เนื่องจากการเรียนการสอนในระดับรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมนั้นเป็นสิ่งสำคัญแต่พบเพียง 78 รายวิชา มหาวิทยาลัยต้องมีนโยบายในแผนยุทธศาสตร์ด้านวิชาการ ที่สอดคล้องกับคณะวิชาต่างๆ ในการปรับปรุงรายละเอียดของหลักสูตรให้สนองตอบสิ่งแวดล้อมและการอนุรักษ์ทรัพยากรที่สรุปไว้ดังตารางที่ 7 เพื่อสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครในอนาคต

ตารางที่ 7 สรุปหลักสูตรที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม/งบประมาณงานวิจัย/องค์กรของนักศึกษา และ เว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม

หลักสูตรที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม	รายวิชา	ผลการศึกษา
1. รายวิชาของหลักสูตรปริญญาตรี 5 คณะวิชา 2 วิทยาลัย (Number of courses related to Environment and sustainability offered)	78	พบว่าปีการศึกษา 2558 มีรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมของหลักสูตรปริญญาตรี 5 คณะวิชา 2 วิทยาลัย (Number of courses related to Environment and sustainability offered) จำนวน 78 รายวิชา จาก 74 หลักสูตรทั้งหมดของมหาวิทยาลัย และมีงานวิจัยที่ได้รับทุนจากสถาบันวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2558 ได้รับทุนวิจัย 11 โครงการที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมงบประมาณ 7,385,000 บาท และมี 3 องค์กรของนักศึกษาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม คือ กองพัฒนานักศึกษา ชุมชมค่ายอาสาพัฒนาท้องถิ่น และศูนย์สิ่งแวดล้อมศึกษา นอกจากนี้มีการเริ่มทำเว็บไซต์ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร จำนวน 3 เว็บไซต์ คือ
งบประมาณผลงานวิจัย ผลงานตีพิมพ์ งานวิชาการ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม	บาท	
2. งบประมาณผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม (Research Budget in Phranakhon Rajabhat University daily)	7,385,000	
องค์กรของนักศึกษา ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม	องค์กร	- https://www.facebook.com/PNRU-Green-University-525400440981566/ - http://etcserv.pnru.ac.th/center/environment/index.htm - http://www.scipnru.com
3. จำนวนองค์กรของนักศึกษาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม	3	
เว็บไซต์ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม	เว็บไซต์	
4. จำนวนเว็บไซต์ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม	3	

สรุปและวิจารณ์ผล

ในการจัดสภาพแวดล้อมเพื่อความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวต้องเป็นการร่วมมือกันทุกภาคส่วน และหน่วยงานตลอดจนผู้เข้ามาใช้งานในพื้นที่ที่มีความตระหนักในเรื่องของการรักษาสภาพแวดล้อมประเด็นหลักของพื้นที่ที่ทำการศึกษาคือแผนการดำเนินงานตลอดจนการจัดสรรงบประมาณของมหาวิทยาลัย ในการพัฒนาและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของภายในมหาวิทยาลัยยังไม่ชัดเจน (**Budget for sustainability effort**) จึงควรมีการสนับสนุนจัดสรรงบประมาณของมหาวิทยาลัย เรื่องการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมให้ชัดเจน ตั้งแต่ระดับหน่วยงาน สาขาวิชา คณะ สำนัก สถาบัน เพื่อให้ นักศึกษา คณาจารย์ บุคลากรมีส่วนร่วมในการพัฒนา อนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัย หรือมีการผสานแนวความคิดเรื่อง การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของภายในมหาวิทยาลัย ในโครงการกิจกรรมนักศึกษา

กรณีการจัดการพลังงานและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (**Energy and Climate Change**) ของภายในมหาวิทยาลัยสามารถปรับให้เป็นรูปธรรมได้อย่างต่อเนื่อง ควรมีการติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้าแยกตามอาคารหน่วยงานที่รับผิดชอบ เพื่อจะสามารถพิจารณาค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริงของแต่ละภาคส่วน เมื่อบุคลากรทุกท่านมีแรงบันดาลใจในการร่วมแรงร่วมใจในการจัดการพลังงานเพื่อคำนึงผลประโยชน์ที่จะได้รับร่วมกัน คือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อคุณภาพชีวิตที่ดีของทุกคนภายในมหาวิทยาลัย และสามารถปรับลดค่าใช้จ่ายไฟฟ้า นำงบประมาณมาใช้ในการบำรุงรักษา เช่นเดียวกันกับ การจัดการน้ำ ที่ควรติดตั้งมิเตอร์น้ำประจำอาคาร และจัดทำสถิติค่าใช้จ่าย แยกตามหน่วยงานที่รับผิดชอบอาคาร จะได้พิจารณาค่าใช้จ่าย ตามสถานการณ์จริง ทำให้มหาวิทยาลัยสามารถจัดการการระบาค่าใช้จ่ายได้ชัดเจนควรบรรจุ นโยบายการจัดการพลังงานเริ่มระดับสภามหาวิทยาลัย สู่แผนยุทธศาสตร์ของมหาวิทยาลัย แผนยุทธศาสตร์ของคณะ และหน่วยงานในการทำแผนปฏิบัติการการจัดการพลังงานเพื่อให้ นักศึกษา คณาจารย์ บุคลากรสามารถปฏิบัติให้เป็นรูปธรรมได้

การพัฒนาพื้นที่ของทางสัญจรภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร เนื่องจากมีจำนวนที่รถยนต์ รถจักรยานยนต์ ของนักศึกษา บุคลากรที่เพิ่มมากขึ้น และเป็นเส้นทางลัดในชั่วโมงเร่งด่วน ทำให้เป็นการเพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนสู่ภายในมหาวิทยาลัย ดังนั้นการจัดการขนส่งให้เป็นระบบมีการเตรียมความพร้อมอาคารจอดรถยนต์และจักรยานยนต์ นโยบาย “walkable-bicycle” ส่งเสริมการเดิน และการใช้จักรยานเพื่อสุขภาพที่ดีของทุกคน

นอกจากนี้ด้วยความเป็นสถาบันการศึกษาซึ่งต้องเป็นแหล่งการให้ความรู้ต่อชุมชนได้ การบูรณาการระหว่างสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง หรือผสานองค์ความรู้ที่ทันสมัยเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ในรายวิชาเลือก พร้อมมีกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ เช่น ในเรื่อง นโยบายส่งเสริมการจัดการขยะ “โครงการคืนกระดาษสวย ด้วยสมุดพระนคร” สามารถบูรณาการระหว่างวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์ วิชาการตลาด เช่น การนำกระดาษในสำนักงานที่ใช้แล้ว นำด้านหลังกลับมาใช้ใหม่ โดยออกแบบปกสมุดให้สวยงาม มา

คำนวณต้นทุนการผลิตสมุดจากกระดาษ และใช้หลักการตลาดจำหน่าย ในช่วงเปิดเทอมที่มีนักศึกษาเข้าใหม่ หรือช่วงรับปริญญา หรือช่วงเทศกาลปีใหม่ เป็นต้น ซึ่งจะเป็นการสร้างความตระหนัก และความเข้าใจให้แก่นักศึกษาตลอดจนประชาชนทั่วไปเพื่อเป็นการสร้างความรู้สึกรักหวงแหนพื้นที่และอนุรักษ์รักษา สภาพแวดล้อมอันจะเกิดความยั่งยืนต่อมหาวิทยาลัยในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2559 ขอขอบคุณคุณอาจารย์ นักศึกษา และคณาจารย์ บุคลากร เจ้าหน้าที่ นักศึกษาทุกท่านในมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครที่สนับสนุนกิจกรรมต่างๆ ของคณะผู้วิจัย ตลอดจนผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกที่ให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยนี้ และขอขอบคุณสาขาสถาปัตยกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่สนับสนุนสถานที่และอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ ซึ่งทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์

REFERENCES

- Buranasomphob, Trungjai, et al. (2003). **Green and Clean Campus**. Research Report. Silpakorn University. (in Thai)
- Bureau of Higher Education Standards and Quality, Phranakhon Rajabhat University. (2015). **Student Information-Graduate Education Report Academic Year 2015**. Retrieved April 13, 2016 from <http://pkweb.pnru.ac.th/qa/edu58.html>, 1-6 . (in Thai)
- Chulalongkorn University. (2558). **Sustainability at Chulalongkorn University**. Retrieved May 25, 2016 from <http://www.green.chula.ac.th/index.html>, 1-5 (in Thai)
- Mahidol University. (2016). **Good Environment, Good Future: Division of Quality Development**. Retrieved December 6, 2016 from http://www.qd.mahidol.ac.th/qd_green/manualbook, 1-3. (in Thai)
- Mahidol University. (2556). **MAHIDOL SUSTAINABLE UNIVERSITY**. Retrieved May 25, 2016 from <http://www.mahidol.ac.th/green>, 1-7 (in Thai)
- Office of Natural Resources and Environmental Policy and planning. (2007). **Plan Policy Management Sustainable Urban Green Space**. Retrieved December 6, 2016 from http://web2.onep.go.th/urban/index.php?option=com_content&view=article&id=135&Itemid=1021 (in Thai)
- Phranakhon Rajabhat University (2015). **Self Assessment Report:SAR Academic Year 2013**. Retrieved December 6, 2016 from <http://pkweb.pnru.ac.th/qa/manualbook/sar2013>, 16-17. (in Thai)

- Pollution Control Department. (2016). **Green Building Assessment Guide Of the Pollution Control Department**. Retrieved June 6, 2016 from <http://greenbuilding.pcd.go.th>, 1-4 (in Thai)
- Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment. (2015). **PCD and UN Sustainable Development**. Retrieved September 13, 2015 from http://www.pcd.go.th/info_serv/en_pol_sustainable.html#s5 (in Thai)
- UI GreenMetric. (2016). **UI GreenMetric World University Ranking** Retrieved December 15, 2016 from <http://www.greenmetric.ui.ac.id>
- WCED. (1987). **World Commission on Environment and Development**. Retrieved December 20, 2014 from <http://www.public.wsu.edu/~susdev/WCED87.html>

บทความวิชาการ

NAM PHI STEEL - THAI SUSTAINABLE QUALITY STEEL

Adul Phuk-in

Industrial Technology Program, Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University, Uttaradit

E-mail: Adun999@gmail.com

ABSTRACT

Although iron ore could be found in several sources of Thailand, the trace of civilization of iron ore utilization was found at the source of iron ore in Ban Nam Phi located at Thong Saen Khan District in Uttaradit Province, whereas, Nam Phi steel has been smelted since the past to present. In addition, there were some traces found from an old kiln that was built for over 100 years and found at Ban Nam Phi that such method was the traditional local wisdom of villagers started from mining to ore dressing, ore smelting, ore forming by forging, and producing products that are the uniqueness of Nam Phi Ironsmith Family that is still produced in the local area. Such process was the production of products made of Nam Phi steel with methodology, process, and forming of smelted Nam Phi steel as products. To study on this type of steel, scholars have conducted field studies in the area of Ban Nam Phi in order to test Nam Phi steel with engineering methodology. Consequently, we could perceive inheritance of characteristics of excellent and sustainable steel production of Thailand. Local wisdom of ironsmith and scientific testing used in the research enabled us to perceive quality of Nam Phi iron ore while ore smelting and engineering testing enabled us to perceive properties of good Nam Phi steel from the past to present.

Keywords: Nam Phi iron ore, Nam Phi steel smelting, Nam Phi steel product, Nam Phi Ironsmith Family

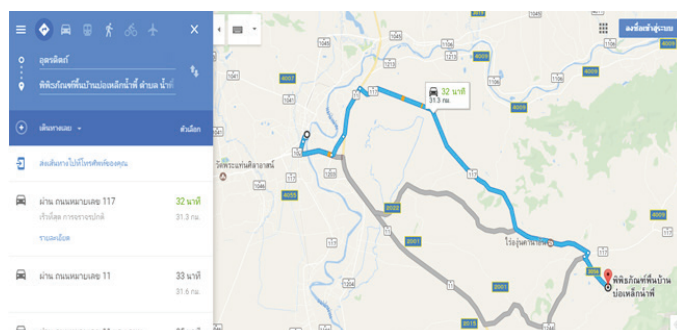
INTRODUCTION

In the past, humans learned to utilize existing materials for their living as evident in excavation of civilizations from pre-historic period to Stone Age, Metal Age, and historical period (Fine Arts Department, 2002). Each period had duration as the important factor causing civilization changing of each period, for example, in Metal Age, humans learned to utilize bronze for producing tools, jewelry, and appliances for hunting and living. Such bronze was generated by mixing and melting copper and tin together. This kind of bronze production has been conducted for over 2,500-4,000 years (Chantorn, 2016) In Iron Age, humans learned to smelt iron ore with higher temperature than that used in Bronze Age. In such age, iron was tested by several methods and found that iron ore was harder than bronze for using. Consequently, iron ore has been utilized since 1,500-2,500 years ago (Chantorn, 2016).

There were several sources in Thailand that iron ore could be found. However, the trace of civilization of iron ore utilization was found at the source of iron ore in Ban Nam Phi located at Thong Saen Khan District in Uttaradit Province, whereas, Nam Phi steel has been smelted since the past to present. In addition, there were some traces found from an old kiln that was built for over 100 years and found at Ban Nam Phi that such method was the traditional local wisdom of villagers started from mining to ore dressing, ore smelting, ore forming by forging, and producing products that are the uniqueness of Nam Phi Ironsmith Family. To study on this type of steel, some researchers have conducted field studies in the area of Ban Nam Phi in order to test Nam Phi steel

with engineering methodology. Consequently, we could perceive inheritance of characteristics of excellent and sustainable steel production of Thailand.

There were several types of iron ore that were found and each type of them gave different percentage of iron upon its type. There were some scholars classifying types of iron ore as follows: Magnetite (Chemical Formula: Fe_3O_4), Limonite (Chemical Formula: $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), Pyrite (Chemical Formula: Fe_3S_4), Siderite (Chemical Formula: FeCO_3). In addition, the iron ore of Nam Phi steel that was classified as Hematite was also found in Ban Nam Phi with chemical formula of Fe_2O_3 that was consistent with a research conducted in 2016 (Phuk-in, 2016) by testing Nam Phi iron ore from 2 sources at Office of Primary Industries and Mines, Region 3. Those 2 sources of Nam Phi iron ore were consisted of Bor Lek Nam Phi Museum (Figure 1 (a.)) that is currently prohibited from mining conducted by any general people and entrepreneur (due to conservation of Uttaradit Province. Percentage of Nam Phi iron ore found in this area was 61.85%. Another source was current mining area located behind the museum (Figure 1 (b.)) for producing Nam Phi steel products. Percentage of Nam Phi iron ore found in this area was 59.06%. Iron ore from both sources provided slightly different percentage. In addition, some traces of mining in the past were also found in the museum, i.e. Bor Phra Saeng and Bor Phra Khan that have been studied further upon inherited recital and found that they were the sources of iron ore for smelting and making swords for offering to the kings in ancient time.



a. Museum area Nam Phi



b. Nam Phi iron ore

Figure 1 Museum area Nam Phi

CONTENT

Utilization of ore by mining with local tools, ore dressing performed by cleansing, ore crushing and ore sorting performed for sorting good quality ore for smelting as show in Figure 2.



Figure 2 Nam Phi Iron Ore Sources, Crushing, and Dressing

NAM PHI STEEL SMELTING

In European countries, high kilns were preferred for ore smelting and fuel used in such smelting was Coke and Limestone causing high temperature (Steel Smelting, 2016), Consequently, steel can be melted yielding Pig Iron, slag and gas. The obtained Pig Iron is improved by using small but high efficient kiln, for example, Cupola furnace, Bessemer furnace, etc. The properties of good steel were based on each job description, for example, steel used for manufacturing industrial tools, Chromium (Cr), special alloy steel (Max Steel Company Limited, 2016)

In the past, Nam Phi iron ore was smelted by using kilns made of clay mixed with other local materials that could be found from a cylinder kiln found in the area with the dimension of 60 centimeters wide and 80 centimeters tall. It was operated by using air pressure caused by compressing air in 1-2 cylinder objects and air pressure was generated by human labors as shown in Figure 3.



Figure 3 Devices for Generating Air Pressure used in Nam Phi Steel Smelting

To smelt such Nam Phi steel, human labors play such an important role. Based on the researches conducted in 2015 on Investigation of Nam Phi Steel Production Process in the Past and Present for Finding Mechanic Properties of Nam Phi Steel (Phuk-in, 2015) and Logistic Costs of Entrepreneurs of Nam Phi Steel Products for the Trading Route of Luang Prabang, the World Heritage (Phuk-in, 2015) the traces of iron ore smelting performed by using kilns for smelting slag and some old iron ore were found in the area in large amount. (Research on Logistic Costs of Entrepreneurs of Nam Phi Steel Products for the Trading Route of Luang Prabang, the World Heritage) as shown in Figure 4.



A. Old Kilns



B. Slag and Old Pig Iron

Figure 4 Old Kilns and Nam Phi Pig Iron

Accordingly, Nam Phi Village has been considered as the largest and best iron ore smelting since the past to present time. Therefore, it is possible that this village has been the place for forging and forming Nam Phi steel as the products used in living, weapons, or even transporting smelted Nam Phi steel to other provinces or capitals for producing tools, device, and weapons since ancient time.

Currently, Nam Phi steel smelting is conducted by using kiln developed by the research conducted by (Jutilapthaworn, 2009) and Nam Phi Steel Swords Community Enterprise Group as shown in Figure 5. To develop kiln to be suitable for smelting Nam Phi steel, site conditions and fuel are important enabling production of Nam Phi steel products to be produced continuously. According to inherited local wisdom and wisdom of Nam Phi Ironsmith Family, Nam Phi steel has had good quality in several kinds of operation.



Figure 5 Current Nam Phi Iron Ore Smelting

Smelted Nam Phi yields Pig Iron as same as that smelted by high kiln in other countries but its quantity may be smaller than that smelted by kiln of Ban Nam Phi yielding 2-5 kilograms per smelting (Phuk-in, 2015). The obtained Pig Iron is processed and forged by human labors to gain the stick of Pig Iron as shown in Figure 6.



Figure 6 Pig Iron Forging and Forming by Human Labors

UTILIZATION OF NAM PHI STEEL

To utilize Nam Phi steel, since the quantity of produced Nam Phi steel is smaller than that of general industrial sector, its production is sufficient for producing Nam Phi steel products only yielding the value of distribution over 4 million baht per year (Phuk-in, 2015) Before being improved on its properties and production of products based on the research on Development of Nam Phi Steel Quality from Newly Smelted Nam Phi Steel (2016), it was found that Nam Phi steel is consisted of 98.8% of iron (Fe), 0.941% of Carbon (C), 0.0143% of Silicon (Si), 0.0021% of Manganese (Mn), 0.0132% of Phosphorus (P), 0.0063% of Sulphur (S), 0.00030% of Chromium (Cr), 0.0027% of Molybdenum (Mo), 0.0032% of Nickel (Ni), 0.0060% of Aluminum (Al), 0.0066% of Cobalt (Co), 0.0486% of Copper (Cu), 0.0074% of Titanium (Ti), 0.0002% of Vanadium (V), 0.0047% of Tungsten (W), 0.0040 of Lead (Pb), 0.00094% of Tin (Sn), 0.0002% of Niobium (Nb), 0.00062% of Magnesium (Mg), 0.080% of Arsenic (As), 0.00037% of Zirconium (Zr), 0.0066% of Bismuth (Bi), 0.0060% of Calcium (Ca), 0.00082% of Cerium (Ce), 0.00040% of Antimony (Sb), 0.0237% of Selenium (Se), 0.0008% of Tellurium (Te), 0.0001% of Boron (B), 0.0139% of Nitrogen (N). This is the test of Nam Phi steel before producing any product of the community. In this research, mineral content was tested by using Spectrometer Optic yielding information on properties of Nam Phi steel that were consisted of the researches conducted by (Taengjuang, 2006) and that conducted by (Jutilapthaworn, 2009) as well as that conducted by (Watcharathawornsaand, Puk-in, 2015) studying on mixed mineral content in Nam Phi steel before producing any product and improvement of properties through metallurgical methods of Nam Phi Ironsmith Family.

Formerly, utilization of Nam Phi steel products was producing some devices and tools for Agriculture and weapons For wars through forging and forming performed by human labors with expertise on improving iron to be steel. Based on the investigation of a research (Puuk-in, 2015), such method used kiln for heating and melting iron until it was able to be forged and formed. Subsequently, it was added with Carbon (C) by using charcoal that was used as fuel for heating and forging. Improvement of properties performed by coating after forging caused Nam Phi steel to be harder with toughness that was consistent with metal coating performed in the research on Nam Phi Steel Engineering Test for Comparing Properties of Nam Phi Steel and Hardened Steel (2014). In improving hardening property of Nam Phi steel (Phuk-in, 2014), it was found that Nam Phi steel was consisted of Carbon (C) that was increased by 1.14 times approximately. In addition, such method also required expertise of Nam Phi Ironsmith Family that has been inherited up till now as shown in Figure 7.



Figure 7 Nam Phi Products of Nam Phi Ironsmith Family

Figure 7 illustrated Nam Phi steel products of Nam Phi Ironsmith Family inheriting characteristics, method of good properties improvement that met with metallurgical theories on hardening. However, in the actual operation, toughness and hardness should be integrated due to vibration occurred from using that may break such metal.

IMPROVEMENT OF STEEL PROPERTIES

Improvement of steel's properties in modern industry is smelting Pig Iron in small kiln such as Bessemer Furnace and Induction Heating, to be efficient in smelting iron with sulfur (FeS). Subsequently, it was compressed with oxygen by spraying oxygen in the kiln for reacting with sulfur yielding SO_2 (Sulfur Dioxide) and oxide steel that was consistent with the research conducted by (Fu et al, 2016) who studied on steel smelting in kiln. Consequently, temperature for smelting good quality steel could be perceived.

In ancient time, improvement of Nam Phi steel's properties improved toughness of ore (obtained from percentage of Carbon). If steel was hard in the beginning of smelting, frequent forging and heating would increase Carbon but it required expertise of forger.

Faidra Tzika et al. (2016) designed ^{60}Co in cast steel test for comparing with ^{60}Co and (Peters, B., Hoffmann, F., 2016) studied on ore smelting and estimation of smelting methods in kiln with high temperature causing several types of gas in kiln as same as that of Nam Phi steel smelted in kiln. In addition, its properties were also improved by using metallurgical methods as same as that done in the field study on investigation of properties of Nam Phi steel generated by Nam Phi Ironsmith Family. Whereas, Nam Phi steel was tested by various methods, i.e. Vickers Hardness Test, and Mixed Mineral Finding as follows.

Vickers Hardness Test was conducted with 6 work pieces of Nam Phi steel before properties improvement, it was found that work piece with the highest level of hardness was work piece No. 01006 with maximum hardness of 186 HV and hardness after coating of 305 HV. For design of smelting of Nam Phi steel obtained from ore smelting, the obtained quantity of Nam Phi steel was 15 kilograms and this research was cooperated with some experts of Faculty of Metallurgical Engineering of Suranaree University of Technology, to improve properties of Nam Phi steel by adding some important minerals while the melting temperature of Nam Phi steel was ranged from 1,700 - 2,000 Degrees Celsius. The main minerals added in Nam Phi steel were 2% of Carbon based on its weight and 0.5% of molybdenum based on its weight in order to improve the property of anti-corrosion. According to the results of improvement of properties, it was found that it was consisted of: 95.3% of iron (Fe), 3.86% of Carbon ©, 0.00013% of Silicon (Si), 0.0127% of Manganese (Mn), 0.0447% of Phosphorus (P), 0.0447% of Sulphur (S), 0.0452% of Chromium (Cr), 0.0743% of Molybdenum (Mo), 0.141% of Nickel (Ni), 0.0032% of Aluminum (Al), 0.0157% of Cobalt (Co), 0.266% of Copper (Cu), 0.0080% of Titanium (Ti), 0.0011% of Vanadium (V), 0.0069% of Tungsten (W), 0.0054 of Lead (Pb), 0.00018% of Tin (Sn), 0.0002% of Niobium (Nb), 0.0001% of Magnesium (Mg), 0.080% of Arsenic (As), 0.00093% of Zirconium (Zr), 0.0099% of Bismuth (Bi), 0.0060% of Calcium (Ca), 0.0493% of Cerium (Ce), 0.0004% of Antimony (Sb), 0.0008% of Tellurium (Te), 0.0001% of Boron (B), 0.0146% of Nitrogen (N).

Properties of Nam Phi steel studied in this research were able to be improved to be equal to industrial steel and general steel. However, there is currently no source of Nam Phi steel for industry in the area and it is only produced for responding to demands of people demanding to conserve Nam Phi steel and Nam Phi steel products only. However, in the future, steel smelting for industry may be occurred soon.

There are many steel standards such as JIS, ASTM and TISI standard which concern about mechanical requirement, tensile strength, yield strength, elongation, and chemical composition requirements, etc. However, There is no valid comparison standard between Nam Phi steel and Industrial or Structural steel. Therefore, further study and testing of Nam Phi steel is needed for these standards comparison.

Comparison on Improvement of Properties of Nam Phi Steel for Representing Good Characteristics of Nam Phi Steel that could be Improved Equally to Those of Steel Used in Industrial Sector that was Consistent with the Researches of some Scholars was shown in Comparison Table 1.

Table 1 Comparison on Properties obtained from Field Test

Researchers Name/ Year	Testing Methods	Test Results before Improving Properties	Test Results after Improving Properties
(Taengjuang, 2006)	Study on Elements of Nam Phi Steel's minerals	Consisted of Iron ranged from 70 - 99% and over	-
	Physical Properties of Nam Phi Steel	From the test on micro structure, it was found that it was mostly mixed phase between ferrite and perlite.	-
	Micro Vickers Hardness Test (HNV)	Average hardness was ranged from 19 - 327 (HNV)	-
(Jutilapthaworn, 2009)	Research on Smelting Methods of Nam Phi Steel and Development of Kiln of Nam Phi Steel	Test hardness prior hardening at 29.58 HRC	Test hardness after hardening at 64.34 HRC
(Puk-in, 2015)	Study on Nam Phi Steel from Current Mining Site	Nam Phi steel classified as hematite was found with chemical formula of Fe_2O_3	-
(Puk-in, 2016)	Vickers Hardness Test (HV)	Hardness before hardening was 186 HV	Hardness after hardening was 305 HV
	Design of Nam Phi Steel Smelting for Improving properties by adding mixed minerals	Contained 0.941% of Carbon (C)	Contained 3.86% of Carbon (C)

CONCLUSIONS

Utilization of current Nam Phi steel is conservation of civilization of Nam Phi steel production that has been inherited through Nam phi Ironsmith Family who have knowledge on mining, ore smelting, and metallurgical works. Based on researches of several scholars, it was found that the properties of Nam Phi steel were equal to those of iron ore generally found in this world. In addition, Nam Phi steel was also consisted of smelting, forging, forming, and improvement of metallurgical properties. Moreover, some areas have been studied continuously. Improvement of these properties of Nam Phi steel could be performed through new smelting as well as that of general steel industry. Improvement of any property must be based on job description, for example, anti-corrosion, steel with high carbon content, etc. As a result, Nam Phi steel is considered as the legend of iron and sustainable hope of metallurgical industry of Thai people with belief and legend along with long-term inheritance of ironsmith family from the past to present.

REFERENCES

- Chantorn, M. (2016). **Thailand's History: From Ancient to Sukhothai Period**. Retrieved July 13, 2016, from http://www.thaigoodview.com/library/teachershow/bangkok/malaiwan_c/historym1/unit01_02.html.
- Fu, D., Tang, G., Zhao, Y., Alessio, J.D. & Zhou, C.Q. (2016). Modeling of iron ore reactions in blast furnace. **International Journal of Heat and Mass Transfer**. 103 (77-86). Retrieved August 16, 2016, from ELSEVIER. <http://.sciencedirect.com>.

- Tzika, F. et al. (2016). “ ^{60}Co in cast steel matrix : A European interlaboratory comparison for the characterization of new activity standards for calibration of gamma-ray spectrometers in metallurgy”. **Applied Radiation and Isotopes**. 114,167-172.
- Fine Arts Department. (2545). Tour of Thailand's History Exhibition. **Journal of fine Arts Department**. 29-30.
- Jutilapthaworn, A. (2009). **Constructing of Kiln and Nam Phi Steel Smelting**. Research. Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Srinakharinwirot University. (in Thai)
- Max Steel Company Limited. (2016). **Stainless Steel**. Retrieved July 12, 2016, from http://maxsteelthai.com/index.php?option=com_content&view=article&id=123:-stainless-steel&catid=42.
- Pahlevaninezhad, M., Emami, M. & Panjepour, M. (2016). Identifying major zones of an iron ore sintering bed. **Applied Mathematical Modelling**, 40, 8475-8492.
- Peters, B. & Hoffmann, F. (2016). Iron ore reduction predicted by a discrete approach. **Chemical Engineering Journal**, 304, 692-702.
- Puk-in, Adul. (2016). **Development of Nam Phi Steel Quality from Newly Smelted Nam Phi Steel**. Research Institute of Uttaradit Rajabhat University, Uttaradit Rajabhat University. (in Thai)
- Puk-in, A. (2015). **Investigation of Nam Phi Steel Production Process in the Past and Present for Finding Mechanic Properties of Nam Phi Steel in Nam Phi Sub-District, Thong Saen Khan District, Uttaradit Province**. Research, National Research Council of Thailand (NRCT), Industrial Technology Program, Uttadit Rajabhat University. (in Thai)
- Puk-in, A. (2015). Research on Logistic Costs of Entrepreneurs of Nam Phi Steel. **Products for the Trading Route of Luang Prabang, the World Heritage**. Research, Industrial Technology Program, Uttaradit Rajabhat University, URU. (in Thai)
- Puk-in, A. (2014). **Engineering Comparison of Nam Phi Steel for Comparing Properties of Nam Phi Steel with Hardened Steel**. Research, National Research Council of Thailand (NRCT), Industrial Technology Program, Uttadit Rajabhat University, URU. (in Thai)
- Taengjuang, S. (2006). **Steel Smelting Methods of Nam Phi Steel**. Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University, URU. (in Thai)
- Watcharathawornsak, S. & Puk-in, A. (2015). Study on Comparison of Engineering Properties of Nam Phi Steel. **Academic Journal of Faculty of Industrial Technology**, Lampang Rajabhat University, 8th Year, 1(January 2015 -June 2015), 92-105. (in Thai)

ภาคผนวก

รายละเอียดการเตรียมบทความเสนอการตีพิมพ์ วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี Preparation Process of PNRU Research Journal Science and Technology

วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นวารสารราย 6 เดือนเผยแพร่ ปีละ 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน และฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม จัดพิมพ์ขึ้นเพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยและผลงานวิชาการในลักษณะบทความวิจัย (Research Article) บทความทางวิชาการ (Article) และ บทความปริทัศน์ (Review Article) ในสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แก่ นักวิจัย นักวิชาการ และบุคคลทั่วไปที่สนใจ

ขั้นตอนการดำเนินงานจัดทำวารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. รับต้นฉบับจากผู้สนใจตีพิมพ์บทความผ่านระบบ ThaiJo (https://www.tci-thaijo.org/index.php/PRRJ_Scitech/login)
 2. กองบรรณาธิการตรวจสอบความสมบูรณ์ความถูกต้องและคุณภาพของบทความต้นฉบับ
 3. กองบรรณาธิการเตรียมต้นฉบับจัดส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer Reviews) ที่มีความเชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้อง ไม่น้อยกว่าสองท่านต่อหนึ่งบทความ ทั้งนี้ ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้แต่ง (Authors) จะไม่ทราบชื่อซึ่งกันและกัน (Double-blind Peer Review) โดยบทความที่ลงตีพิมพ์ได้นั้นจะต้องผ่านความเห็นชอบจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้งสองท่าน หรือสองในสามท่าน
- ทั้งนี้ ความคิดเห็นเกี่ยวกับบทความมีดังนี้
- Accept Submission = รับตีพิมพ์บทความโดยไม่ต้องแก้ไข
 - Revisions Required = แก้ไขบทความโดยให้บรรณาธิการพิจารณาอีกครั้ง
 - Resubmit for Review = ผู้แต่งต้องแก้ไขบทความส่งกลับมาให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบอีกครั้ง
 - Resubmit Elsewhere = ปฏิเสธรับตีพิมพ์บทความ กรณีที่ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ขอบเขตของวารสาร และการเตรียมบทความ ทั้งนี้ ให้ผู้แต่งส่งบทความตีพิมพ์ในวารสารอื่น
 - Decline Submission = ปฏิเสธการตีพิมพ์บทความ
 - See Comments = พิจารณาข้อเสนอแนะของผู้ประเมินบทความ

4. กองบรรณาธิการส่งต้นฉบับที่ปรับแก้ไขแล้วพร้อมสรุปผลการประเมินคุณภาพต้นฉบับ และจัดส่งผู้แต่งเพื่อปรับแก้ไข พร้อมให้ชี้แจงการปรับแก้ไขกลับมายังกองบรรณาธิการ

5. กองบรรณาธิการตรวจสอบการปรับแก้ไขความถูกต้อง และรูปแบบการเขียนต้นฉบับ

6. บรรณาธิการตอบรับการตีพิมพ์และเผยแพร่ต้นฉบับดังกล่าวผ่านระบบฐานข้อมูลวารสารอิเล็กทรอนิกส์กลาง (https://www.tci-thaijo.org/index.php/PRRJ_Scitech/login) จากนั้น จะออกหนังสือตอบรับการตีพิมพ์บทความอย่างเป็นทางการจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร อีกครั้ง

7. กองบรรณาธิการรวบรวมต้นฉบับและตรวจสอบความถูกต้อง ก่อนจัดส่งโรงพิมพ์เพื่อจัดทำวารสารฉบับร่าง

8. กองบรรณาธิการตรวจสอบความถูกต้องของวารสารฉบับร่างจากโรงพิมพ์อีกครั้ง จากนั้นจึงส่งตีพิมพ์และเผยแพร่

9. กองบรรณาธิการเผยแพร่วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผ่านระบบฐานข้อมูลวารสารอิเล็กทรอนิกส์กลาง (https://www.tci-thaijo.org/index.php/PRRJ_Scitech/login) และจัดส่งวารสารฉบับตีพิมพ์ให้กับผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้แต่ง และหน่วยงานอื่น ๆ เพื่อใช้ประโยชน์ทางวิชาการต่อไป

หลักเกณฑ์ในการส่งบทความของวารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. บทความที่ผู้แต่งส่งมาเพื่อตีพิมพ์จะต้องเป็นบทความที่ยังไม่เคยตีพิมพ์เผยแพร่ หรืออยู่ระหว่างการเสนอขอตีพิมพ์จากวารสารอื่น ๆ

2. เนื้อหาในบทความต้องไม่คัดลอก ลอกเลียน หรือไม่ตัดทอนจากบทความอื่นโดยเด็ดขาด (การละเมิดลิขสิทธิ์ถือเป็นการละเมิดลิขสิทธิ์และเป็นความรับผิดชอบของผู้แต่งเท่านั้น)

3. ผู้แต่งต้องเขียนบทความตามรูปแบบที่กำหนดไว้ในระเบียบการส่งบทความ วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. การพิจารณาบทความเพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จะพิจารณาเฉพาะบทความที่ได้รับการประเมินให้ตีพิมพ์เผยแพร่จากผู้ทรงคุณวุฒิเท่านั้น

5. กรณีมีข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้แต่งต้องปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ และชี้แจงการแก้ไขต้นฉบับดังกล่าว มายังกองบรรณาธิการ

รายละเอียดการเตรียมบทความเสนอเพื่อตีพิมพ์

วัตถุประสงค์ของการจัดพิมพ์วารสาร

ด้วยสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ได้มีการเผยแพร่ผลงานวิชาการในรูปแบบของวารสาร เพราะเห็นว่าจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาความรู้ทางวิชาการและเป็นสื่อกลางแลกเปลี่ยนข่าวสารสาระสำคัญ ประสบการณ์ ด้านการวิจัยต่างๆ แก่นักวิชาการและบุคคลทั่วไปที่สนใจ จึงได้จัดทำวารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยจัดทำเป็นวารสารราย 6 เดือน (ปีละ 2 ฉบับ) มกราคม-มิถุนายน และ กรกฎาคม-ธันวาคม ซึ่งมีการเผยแพร่ทั้งในรูปแบบวารสารตีพิมพ์เป็นรูปเล่มและลักษณะวารสารอิเล็กทรอนิกส์

ขอบเขตของผลงานที่ตีพิมพ์

วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Phranakhon Rajabhat Research Journal in Science and Technology ISSN : 1905-4963) พิจารณาตีพิมพ์บทความวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้แก่ สาขาคณิตศาสตร์ สถิติ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา ชีวเคมี จุลชีววิทยา เทคโนโลยีชีวภาพ เกษตรศาสตร์ วิทยาศาสตร์การอาหาร คหกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ทางทะเล วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม วิทยาศาสตร์สุขภาพ การพยาบาล การสาธารณสุข คอมพิวเตอร์ วัสดุศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรม หรือวิทยาศาสตร์ประยุกต์ โดยบทความที่ได้รับการตีพิมพ์จะต้องไม่เคยได้รับการตีพิมพ์หรือกำลังพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารใดมาก่อน บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารนี้จะได้รับการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาที่เกี่ยวข้อง (Peer Review) อย่างน้อย 2 ท่าน

คำแนะนำการเตรียมต้นฉบับ

รับการตีพิมพ์บทความทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ โดยบทความภาษาไทยใช้ตัวหนังสือแบบ TH SarabunPSK ขนาด 16 พอยท์ และบทความภาษาอังกฤษ ใช้ตัวหนังสือแบบ MS san serif ขนาด 10 พอยท์กำหนดตั้งค่านำกระดาษ ซ้าย 1 นิ้ว ขวา 1 นิ้ว บน 1 นิ้ว ล่าง 1 นิ้ว โดยพิมพ์ต้นฉบับแบบขาว-ดำลงบนกระดาษขนาด A4 (210×297mm) โดยความยาวของบทความควรเป็นดังนี้

1. บทความวิจัย (Research Article) ประมาณ 12 หน้า ต่อบทความ
2. บทความทางวิชาการ (Article) ประมาณ 7 หน้า ต่อบทความ
3. บทความปริทรรศน์ (Review Article) ประมาณ 8 หน้า ต่อบทความ

บทความภาษาไทยที่มีศัพท์เทคนิคหรือศัพท์เฉพาะ ให้ใช้คำทับศัพท์ และ/หรือ ศัพท์บัญญัติ พร้อมวงเล็บคำศัพท์ภาษาอังกฤษนั้น

สำหรับการอ้างอิงเอกสารต้องมีรูปแบบเดียวกันทั้งบทความ ทั้งนี้ให้ศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมที่หัวข้อรูปแบบการพิมพ์เอกสารอ้างอิง

เอกสารต้องมีรูปแบบเดียวกันทั้งบทความ ทั้งนี้ บทความประเภทต่าง ๆ ในวารสารเล่มนี้ มีจำนวนหน้าต่อหนึ่งบทความแตกต่างกันโดยประมาณ ดังนี้

บทความวิจัย (Research Article) (รูปแบบที่1)	บทความวิจัย (Research Article) (รูปแบบที่2)
1. ชื่อเรื่อง (Title)	1. ชื่อเรื่อง (Title)
2. รายชื่อผู้เขียน (Authors)	2. รายชื่อผู้เขียน (Authors)
3. สถานที่ทำงาน (Addresses)	3. สถานที่ทำงาน (Addresses)
4. ที่อยู่อีเมลล์ของตัวแทนนักวิจัย (E-mail Address)	4. ที่อยู่อีเมลล์ของตัวแทนนักวิจัย (E-mail Address)
5. บทคัดย่อ (Abstract) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ	5. บทคัดย่อ (Abstract) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
6. บทนำ (Introduction)	6. บทนำ (Introduction)
7. วิธีการ (Methods)	7. วิธีการ (Methods)
8. ผลการทดลอง (Results)	8. ผลการทดลองและวิจารณ์ (Results and Discussions)
9. สรุปและวิจารณ์ผล (Conclusions and Discussions)	9. สรุป (Conclusions)
10. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement) - ถ้ามี	10. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement) - ถ้ามี
11. เอกสารอ้างอิง (References)	11. เอกสารอ้างอิง (References)

ชื่อเรื่อง : ควรกะทัดรัด ไม่ยาวจนเกินไป ถ้าบทความเป็นภาษาไทย ชื่อเรื่องต้องมีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

ชื่อผู้แต่ง : ชื่อเต็ม-นามสกุลเต็ม ของผู้แต่งครบทุกคน ทั้งบทความภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

1. ชื่อผู้แต่ง ไม่ใส่ตำแหน่งทางวิชาการ ยศ ตำแหน่งทหาร สถานภาพทางการศึกษา หรือ คำนำหน้าชื่อหรือท้ายชื่อ เช่น นาย, นาง, นางสาว, ผศ.ดร., Ph.D., ร.ด.ด., พ.ด.ท.
2. ไม่ต้องระบุสถานภาพผู้แต่ง เช่น นักศึกษาปริญญาเอก, อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., ผู้อำนวยการ..., คณบดีคณะ..., พยาบาลวิชาชีพ
3. ให้ใส่ตัวเลขเป็นตัวยกกำกับท้ายนามสกุลของผู้แต่งทุกคน และใส่เครื่องหมายดอกจัน (*) เฉพาะผู้รับผิดชอบบทความ

หน่วยงานที่ทำวิจัย : ระบุหน่วยงาน จังหวัด รหัสไปรษณีย์ ประเทศ ทั้งนี้ให้สอดคล้องกับผู้แต่ง

อีเมล : ให้ใส่เฉพาะผู้รับผิดชอบบทความ

บทคัดย่อ : บทคัดย่อภาษาไทย และบทคัดย่อภาษาอังกฤษ ต้องมีความยาวระหว่าง 200 ถึง 250 คำ

คำสำคัญ : ต้องมีคำสำคัญอย่างน้อย 3 ถึง 5 คำ ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

เนื้อหา : จัดพิมพ์เป็น 1 คอลัมน์ บรรทัดแรกเว้น 1 Tab จากขอบกระดาษด้านซ้าย และพิมพ์ให้ชิดขอบทั้งสองด้าน

รูปภาพ : ขึ้นหน้าใหม่ ให้มี 1 รูป ต่อ 1 หน้า และแยกบันทึกเป็นไฟล์ภาพที่มีนามสกุล TIFFs, หรือ JPEGs ถ้าเป็นภาพถ่ายยกรุ่นส่งภาพต้นฉบับ เพื่อคุณภาพในการพิมพ์ หมายเลขรูปภาพและกราฟให้เป็นเลขอารบิก คำบรรยายและรายละเอียดต่าง ๆ อยู่ด้านล่างของรูปภาพและกราฟ

ตาราง : หมายเลขตารางให้เป็นเลขอารบิกคำบรรยายและรายละเอียดต่าง ๆ อยู่ด้านบนของตาราง

เอกสารอ้างอิง : การอ้างอิงให้มีเฉพาะที่ปรากฏในบทความโดยอ้างอิงเป็นภาษาอังกฤษ หากยาวเกิน 1 บรรทัดให้ Tab 0.75 เซนติเมตร

รูปแบบการพิมพ์เอกสารอ้างอิงในวารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การอ้างอิงเอกสารให้เขียนตามแบบ APA (American Psychological Association) หาก รายการอ้างอิงเป็นหนังสือหรือบทความภาษาไทยที่มีบทแปลเป็นภาษาอังกฤษกำกับอยู่ก่อนแล้ว ให้ใส่ บทแปลภาษาอังกฤษนั้นก่อน ตามด้วยรายการอ้างอิงภาษาไทยเดิม โดยวงเล็บท้ายรายการว่า (in Thai) สำหรับรายการอ้างอิงภาษาไทยที่ไม่ได้มีบทแปลภาษาอังกฤษไว้ก่อนให้ยึดตามประกาศราชบัณฑิตยสถาน เรื่อง หลักเกณฑ์การถอดอักษรไทยเป็นอักษรโรมันแบบถ่ายเสียง ทั้งนี้ให้จัดเรียงลำดับตามลำดับตัวอักษรภาษาอังกฤษก่อน-หลัง

หลักเกณฑ์การอ้างอิงในเนื้อหา

กรณีการอ้างอิงแทรกในเนื้อหา ให้ใส่สกุลผู้แต่งและปีที่พิมพ์ไว้ในวงเล็บ เช่น

ผู้แต่งเป็นคนไทย:

กาญจนา แก้วเทพ พิมพ์เป็น (Kaewthep, 2011)

กาญจนา แก้วเทพ และสมคิด สุทธิธารวัช พิมพ์เป็น (Kaewthep & Soottitanwat, 2011)

กาญจนา แก้วเทพ สมคิด สุทธิธารวัช และรัศมี แสงศิริมงคลยิ่ง พิมพ์เป็น (Kaewthep et al., 2011)

ผู้แต่งเป็นชาวต่างประเทศ: Arthur Asa Berger พิมพ์เป็น (Berger, 2011)

หากการอ้างอิงกล่าวถึงผู้แต่งไว้แล้ว ให้ใส่เฉพาะปีที่พิมพ์ไว้ในวงเล็บเช่น

ผู้แต่งคนไทย กาญจนา แก้วเทพ ได้แก่ Kaewthep (2011)

ผู้แต่งเป็นชาวต่างประเทศ Arthur Asa Berger ลงว่า Berger (2011)

ทั้งนี้ กรณีที่ผู้แต่งเป็นคนไทย ให้ใส่สกุลผู้แต่งเป็นภาษาอังกฤษ หากไม่ปรากฏว่าผู้แต่งคนดังกล่าวเคยเขียนสกุลเป็นภาษาอังกฤษมาก่อน อนุโลมให้ใช้หลักเกณฑ์การถอดอักษรไทยเป็นอักษรโรมันแบบถ่ายเสียงตามประกาศราชบัณฑิตยสถานได้

หลักเกณฑ์การอ้างอิงท้ายบทความ

1. อ้างอิงจากหนังสือ

รูปแบบ : ผู้แต่ง.// (ปี พ.ศ.ที่พิมพ์).// **ชื่อหนังสือ**.//ครั้งที่พิมพ์.(ถ้ามี)//เมืองที่พิมพ์: //สำนักพิมพ์.

ตัวอย่าง :

Liochanmongkhon, N., Saenbunthai, S. & Kengwinit, T. (1984). **Khumue Tuekthaeo**. Bangkok: Rongphim Nam-aksonkanphim. (in Thai)

Davis, C.V. (1980). **Handbook of Applied Hydraulics**. 3rd Edition. New York: McGraw - Hill.

Gunpai, Kitti. (2008). **Psychology of communication**. Bangkok: Faculty of Communication Arts, Chulalongkorn Univeristy. (in Thai)

2. อ้างอิงจากวารสาร

รูปแบบ : ผู้แต่ง.// (ปี พ.ศ.ที่พิมพ์).//ชื่อบทความ.//**ชื่อวารสาร**.//ปีที่(ฉบับที่).//เลขหน้า-เลขหน้า.

ตัวอย่าง :

Ozaki, M., Adachi, Y., Iwahori, Y. & Ishii, N. (1998). Application of Fuzzy Theory to Writer Recognition of Chinese Characters. **International Journal of Modeling and Simulation**. 18(2), 112-116.

Korbkeeratipong, K. & Taiphapoon, T. (2016). Branded content marketing communication in reality television program. **PNRU Research Journal Science and Technology**. 11(2), 1-11. (in Thai)

3. อ้างอิงจากวิทยานิพนธ์

รูปแบบ : ผู้แต่ง.// (ปี พ.ศ.ที่พิมพ์).//**ชื่อวิทยานิพนธ์**.//ชื่อปริญญา (เต็ม)//หน่วยงาน

ตัวอย่าง :

Roonkaseam, N. (2006). **Communication and practices of representation through the museums as texts in Thailand**. Ph.D. Program in Communication Arts. Faculty of Communication Arts, Chulalongkorn Univeristy. (in Thai)

Choomchuay, S. (1993). **Algorithm and Architecture for Reed-Solomon Decoding**. Ph.D. Thesis, Imperial College, University of London, UK.

4. อ้างอิงจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ

รูปแบบ : ผู้แต่ง.// (ปี พ.ศ.ที่พิมพ์).//**ชื่อเรื่อง**.//สืบค้นเมื่อ//, //สืบค้นจาก

ตัวอย่าง :

Wongmaneroj, A. (2542). **History of Soil Fertility Studies**. Retrieved June 7, 2016, from <http://web.sut.ac.th/farm/farm/index.php/th/2012-06-03-05-02-12/68-2012-06-22-09-24-9>

Noam, E.M. (1994). **Telecommunication Policy Issue for the Next Century**. Retrieved June 7, 2006, from [gopher://198.80.36.../global/telcom.txt](http://198.80.36.../global/telcom.txt)

Chuastapanasiri, T. (2009). **Advertising Literacy**. Retrieved March 2, 2012, from <http://resource.thaihealth.or.th/system/files/documents/ruuethaathanokhsnaaaefng1.pdf> (in Thai)

5. อ้างอิงจากการสัมภาษณ์

รูปแบบ : ผู้ให้สัมภาษณ์.//ตำแหน่ง (ถ้ามี).//สัมภาษณ์,//วันที่/เดือน/ปี.

ตัวอย่าง :

Sthapitanonda, P. Dean, Faculty of Communication Arts, Chulalongkorn University. Interviewed on March 2, 2016. (in Thai)

Smith, M. Interview on January 31, 2008. Saengdounghae, J. Lecturer, Hatyai University. Interview on August 20, 2010. (in Thai)

การส่งบทความเพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ผู้แต่งต้องส่งบทความผ่านทางระบบออนไลน์เท่านั้น โดยการสมัครสมาชิก (Register) วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในระบบฐานข้อมูลวารสารอิเล็กทรอนิกส์กลาง (https://www.tci-thaijo.org/index.php/PRRJ_Scitech/login) เพื่อขอรับ Username และ Password แล้วคลิกที่ปุ่ม Log In เพื่อเข้าสู่ระบบ ในกรณีที่已是สมาชิกของวารสารแล้ว กรุณาเข้าสู่ระบบ log in และดำเนินการส่งบทความโดยดูตัวอย่างการส่งบทความได้ที่ ขั้นตอนการ SUBMISSION

หมายเหตุ:

1. กองบรรณาธิการฯ ขอสงวนสิทธิ์ ในการแก้ไขข้อความบางส่วนโดยไม่กระทบต่อเนื้อหาหลักของบทความ ทั้งนี้ เพื่อให้เป็นไปตามรูปแบบการตีพิมพ์ของวารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. บทความในวารสารฉบับนี้ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้แต่งเท่านั้น

รูปแบบบทความเพื่อส่งตีพิมพ์ในวารสารวิจัยราชภัฏพระนคร
สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

TH SarabunPSK
ขนาด 18pt. ตัวหนา

MANUSCRIPT PREPARATION GUIDELINES
FOR PUBLICATION IN PHRANAKHON
RAJABHAT RESEARCH JOURNAL
IN SCIENCE AND TECHNOLOGY

MS san serif font
size 14pt. ตัวหนา

ชื่อ-สกุล ผู้แต่งบทความคนที่^{1*} ชื่อ-สกุล ผู้แต่งบทความคนที่²

TH SarabunPSK
ขนาด 14pt. ตัวธรรมดา

¹ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900

²สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร 10220

TH SarabunPSK
ขนาด 12pt.
ตัวธรรมดา

Author^{1*}, Author²

MS san serif font size 10pt. ตัวธรรมดา

¹Department of Chemistry, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok, 10900,

²Department of Physics, Faculty of Science and Technology,
Phranakhon Rajabhat University, Bangkok, 10220

*E-mail: address@mailservice.com

MS san serif
font size 8pt.
ตัวธรรมดา

บทคัดย่อ (TH SarabunPSK ขนาด 16pt. ตัวหนา)

← 1 นิ้ว → การจัดพิมพ์เอกสารต้นฉบับ ต้องปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัดตามรูปแบบที่กำหนด ในกรณีบทความเป็นภาษาไทยต้องมีบทคัดย่อเป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ บทคัดย่อควรมีย่อหน้าเดียว ไม่ควรเกิน 250 คำ บทคัดย่อควรกล่าวถึงวัตถุประสงค์หลักของบทความ ผลลัพธ์หรือ สรุปผลที่ได้จากการทำวิจัย คำสำคัญที่เป็นภาษาไทยไม่ต้องมีเครื่องหมายจุลภาค (,) ระหว่างคำ

คำสำคัญ: คำสำคัญ1 คำสำคัญ2 (ไม่เกิน 5 คำ) (TH SarabunPSK ขนาด 16pt. ตัวธรรมดา)

ABSTRACT

MS san serif font size 12pt. ตัวธรรมดา

This is an instruction for manuscript preparation. Please follow this guideline strictly. For a Thai article, an abstract in English must accompany the Thai version. The abstract should contain a single paragraph and its length should not exceed 250 words. It should be prepared in concise statement of objectives and summary of important results.

Keywords: keyword1, keyword2

MS san serif font size 10pt. ตัวธรรมดา

บทนำ (TH SarabunPSK ขนาด 16pt. ตัวหนา)

INTRODUCTION (MS san serif font size 12 pt. bold)

.....(TH SarabunPSK ขนาด 16pt. ตัวบาง).....

.....

.....

วิธีการ (TH SarabunPSK ขนาด 16pt. ตัวหนา)

METHODS (MS san serif font size 12 pt. bold)

.....(TH SarabunPSK ขนาด 16pt. ตัวบาง).....

.....

.....

ผลการทดลอง (TH SarabunPSK ขนาด 16pt. ตัวหนา) หรือ ผลการทดลองและวิจารณ์

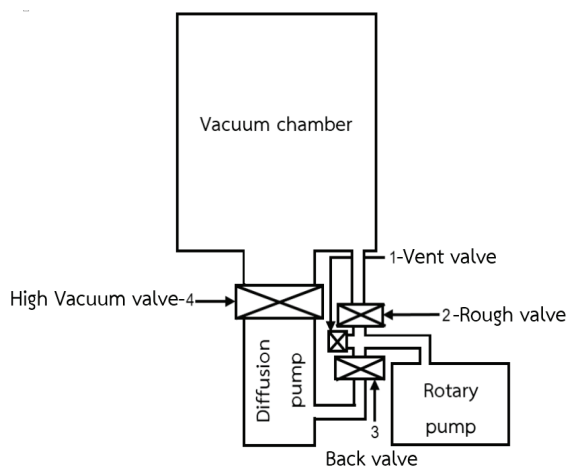
RESULTS (MS san serif font size 12 pt. bold) or

RESULTS AND DISCUSSIONS (MS san serif font size 12 pt. bold)

.....(TH SarabunPSK ขนาด 16pt. ตัวบาง).....

.....

.....



รูปที่ 1 โครงสร้างของระบบสุญญากาศและวาล์วทั้ง 4 ตำแหน่ง
(โปรดใช้รูปให้เหมาะสมกับการตีพิมพ์แบบขาว-ดำ หรือ Greyscale)

ตารางที่ 1 ผลการทดลองการสร้างภาวะสุญญากาศด้วยปั๊มกลโรตารีและปั๊มแบบแพร่ไอน้ำมัน

เวลาที่ใช้ (นาทื)	ความดัน (mbar)				ความดันเฉลี่ย (mbar)
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	
90	0.000061	0.000053	0.000037	0.000048	0.000050
95	0.000055	0.000053	0.000038	0.000044	0.000048
100	0.000055	0.000052	0.000037	0.000048	0.000048

หมายเหตุ : ในส่วนหมายเหตุใช้ขนาดอักษร 12 บาง

สรุปและวิจารณ์ผล (TH SarabunPSK ขนาด 16pt. ตัวหนา) หรือ สรุป

CONCLUSIONS AND DISCUSSIONS (MS san serif font size 12 pt. bold) or CONCLUSIONS (MS san serif font size 12 pt. bold)

.....(TH SarabunPSK ขนาด 16pt.ตัวบาง).....

.....

กิตติกรรมประกาศ (TH SarabunPSK ขนาด 16pt. ตัวหนา)

ACKNOWLEDGEMENT (MS san serif font size 12 pt. bold)

ส่วนนี้อาจมีหรือไม่มีก็ได้ เขียนกิตติกรรมประกาศเพื่อแสดงความขอบคุณในกรณีที่งานวิจัยได้รับการสนับสนุนจากแหล่งทุน ขอขอบคุณผู้ให้ความช่วยเหลือในการทำการวิจัย เช่น อนุเคราะห์เครื่องมือเครื่องใช้ หรือสถานที่ เป็นต้น (หากไม่มีกรณีดังกล่าวไม่จำเป็นต้องมีส่วนนี้)

REFERENCES (MS san serif font size12pt. bold)

(MS san serif font size 10pt. normal)

.....

Koktong, T., Suwannawaj, S. & Soodsang, N. (2014). The Creation of Digital photography art for the Promotion of Fashion goods on Facebook. **Art and Architecture Journal Naresuan University**, 5(1), 26-40. (in Thai)

Moertini, V.S. (2012). Small medium enterprises: On utilizing business-to-business e-commerce to go global. In International Conference on Small and Medium Enterprises Development with a Theme. **Procedia Economics and Finance**. 4(1). 13-22.

Pansap, S. (2011). **Attitude and intention of the Consumer in Bangkok When Buying Products on the Internet**. Research Report. Naresuan University, (in Thai)

- Saenkasame, J. (2002). **Business research**. Bangkok: Rongphim Pituckakson. (in Thai)
- Sriwichailamphan, T. (2012). **Teaching academic community economic development**. Chiang Mai University. (in Thai)
- Thai e-Commerce Association. (2014). **Introduction to E-Commerce**. Retrieved February 6, 2014, from <http://www.thaiecommerce.org/index.php?lay=show&ac=article&Id=538636758&Ntype=6>. (in Thai)
- Wimonsantiroj, M. (2000). **Marketing mix factors affecting consumers purchasing decision on wooden furniture in Chiang Mai**. Master of Business Administration Program in Business Administration. Faculty of Business Administration. Chiang Mai University. (in Thai)
- Yasamut, K. & Nantapeechakun, N. (2004). **Management system web commercial electronic processing plant tamarind Sarach Marketing Company Limited.**, Master of Business Administration Program in Business Administration. Faculty of Business Administration. Naresuan University, (in Thai)

หมายเหตุ: กรณีสั่งอิงในเนื้อหาภาษาอังกฤษใช้รูปแบบอักษร MS san serif ขนาด 10pt. ตัวธรรมดา