



การประชุมสวนสุนันทาวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 2
“วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน”

The 2nd Suan Sunandha National and International Academic
Conference on Science and Technology (SsSci 2019)

“Science, Technology and Innovation
for Sustainable Development”

วันศุกร์ที่ 8 พฤศจิกายน 2562
8th November 2019

ณ โรงแรมเดอะรอยัลริเวอร์ กรุงเทพมหานคร
The Royal River Hotel, Bangkok, Thailand

ความเป็นมาของการประชุมสวนสุนันทาวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 2 “วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน”

หลักการและเหตุผล

มหาวิทยาลัยราชภัฏเน้นการผลิตบัณฑิตที่มีคุณภาพเป็นเลิศโดยกระบวนการจัดการเรียนการสอนเพื่อการพัฒนาชุมชนและท้องถิ่นให้มีความเข้มแข็ง และยั่งยืน ตามยุทธศาสตร์ใหม่มหาวิทยาลัยราชภัฏเพื่อการพัฒนาท้องถิ่นตามพระบรมราโชบายของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชการที่ 10 และแผนยุทธศาสตร์ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560 – 2579) โดยมีการขับเคลื่อนงานวิจัย สร้างความรู้และนวัตกรรมให้มีคุณภาพและได้มาตรฐานสากล ให้บริการทางวิชาการ ถ่ายทอดเทคโนโลยี น้อมนำแนวพระราชดำริ สร้างเครือข่ายและความร่วมมือกับภาคประชาชน ชุมชน ท้องถิ่น และผู้ประกอบการในการจัดการศึกษา สู่การเปลี่ยนแปลง และการพัฒนาก้าวหน้า อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน ทัดเทียมกับนานาชาติอารยประเทศ ประกอบกับประเทศไทยมีนโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม (Thailand 4.0) โดยมีแนวคิดหลักคือ เปลี่ยนจากการขับเคลื่อนประเทศด้วยภาคอุตสาหกรรมไปสู่การขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี การพัฒนาวิชาการ ความคิดสร้างสรรค์ นวัตกรรม วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี การวิจัยและพัฒนาแล้วต่อยอดสู่เทคโนโลยีอุตสาหกรรมในหลายกลุ่มเป้าหมาย เช่น กลุ่มอาหาร เกษตร และเทคโนโลยีชีวภาพ กลุ่มสาธารณสุข สุขภาพ และเทคโนโลยีทางการแพทย์ กลุ่มดิจิทัล เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมต่อและบังคับอุปกรณ์ต่าง ๆ ปัญหาประติสฐ์และเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว รวมทั้งกลุ่มอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ วัฒนธรรม และบริการที่มีมูลค่าสูง

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ตระหนักถึงความสำคัญของการศึกษาวิจัยและพัฒนา เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ การพัฒนาการเรียนการสอน และการวิจัยประยุกต์ บนพื้นฐานการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรของประเทศอย่างมีประสิทธิภาพ ได้ส่งเสริมและสนับสนุนการสร้างงานวิจัย และสร้างความร่วมมือทางวิชาการของนักศึกษา คณาจารย์ นักวิจัย และนักวิชาการจากสถาบันอุดมศึกษาในประเทศ และเครือข่ายมหาวิทยาลัยที่ทำข้อตกลงทางวิชาการ (MoU) ในต่างประเทศ รวมทั้งหน่วยงานเครือข่ายทั้งภาครัฐและเอกชน เพื่อให้ผลิตงานวิจัยที่มีคุณค่าต่อสังคม รวมทั้งส่งเสริมให้เกิดการเผยแพร่ผลงานวิจัยที่มีประโยชน์สู่สาธารณะ เพื่อก่อให้เกิดการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ด้านวิชาการ และการพัฒนา การต่อยอดสู่การใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์หรืออุตสาหกรรม นำไปสู่เป้าหมายเพื่อการพัฒนาได้อย่างยั่งยืน

จากความสำคัญดังกล่าว ทางคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงได้จัดทำโครงการประชุมสวนสุนันทาวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 2 “วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน” ขึ้น เพื่อเป็นเวทีในการแลกเปลี่ยนประสบการณ์และความรู้ของนักศึกษา คณาจารย์ นักวิจัย และนักวิชาการจากสถาบันอุดมศึกษา รวมทั้งหน่วยงานที่สนใจทั้งภาครัฐและเอกชนทั้งในและต่างประเทศ ในสาขาวิชาต่าง ๆ จำนวน 8 กลุ่มสาระ ได้แก่

- 1) คอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ
- 2) คณิตศาสตร์ และสถิติ
- 3) ฟิสิกส์ และพลังงาน
- 4) เคมี และนิติวิทยาศาสตร์

- 5) ชีววิทยา เทคโนโลยีชีวภาพ และจุลชีววิทยา
- 6) วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
- 7) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร และคหกรรมศาสตร์
- 8) วิทยาศาสตร์การกีฬา และสุขภาพ

วัตถุประสงค์ของการประชุมสนันทาวิชาการ

1. เพื่อเป็นเวทีในการเผยแพร่ผลงานวิจัยและผลงานสร้างสรรค์ในระดับชาติและนานาชาติ
2. เพื่อส่งเสริมให้นักศึกษา คณาจารย์ นักวิจัย และนักวิชาการจากสถาบันอุดมศึกษา รวมทั้งหน่วยงานที่สนใจทั้งภาครัฐและเอกชน ตระหนักถึงความสำคัญของงานวิจัยและการเผยแพร่ผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ
3. เพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัยและผลงานสร้างสรรค์ในระดับชาติและนานาชาติ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการประชุมสนันทาวิชาการ

1. เป็นเวทีในการเผยแพร่ผลงานวิจัยและผลงานสร้างสรรค์ในระดับชาติและนานาชาติ
2. ส่งเสริมให้นักศึกษา คณาจารย์ นักวิจัย และนักวิชาการจากสถาบันอุดมศึกษา รวมทั้งหน่วยงานที่สนใจทั้งภาครัฐและเอกชน ตระหนักถึงความสำคัญของงานวิจัยและการเผยแพร่ผลงานวิจัย ในการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ
3. การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัยและผลงานสร้างสรรค์ในระดับชาติและนานาชาติ



Conference Background

The 2nd Suan Sunandha National and International Academic Conference on Science and Technology (SsSci2019) “Science, Technology and Innovation for Sustainable Development”



The 2nd Suan Sunandha National and International Academic Conference on Science and Technology, entitled "Science, Technology and Innovation for Sustainable Development" is the prestigious event organizes by Faculty of Science and Technology, SSRU, to provide an excellent platform for the national and international academicians, researchers, industrial participants and students to share their findings and establish collaborations with each other's and experts. The conference will be held in Bangkok, Thailand on 8th November 2019.

The key intention of this conference is to provide opportunity for the national and international participants to share their ideas and experiences. In addition this conference will help the delegates and participants to establish research or business relations and future collaborations in their career path nationally and internationally. We hope the outcome will lead the major impact on updating the knowledge and research base scopes of conference's eight major topics.

This Conference is sponsored and organized by Faculty of Science and Technology, Suan Sunandha Rajabhat University. The conference would offer a large number of invited lectures and presentations from distinguished speakers. The best paper awards will be given for the papers judged to make the most significant contribution to the conference.

This conference provides respectable platform and decent opportunity for participants to exchange knowledge, share experiences and develop connections with faculty members, researchers from academia, industry, government and students. The conference includes eight major research areas:

1. Computer Science and Information Technology
2. Mathematics and Statistics
3. Physics and Energy
4. Chemistry and Forensic Science
5. Biology, Biotechnology, and Microbiology
6. Environmental Science and Technology
7. Food Science and Technology, and Home Economics
8. Sports and Health Science

เจ้าภาพร่วม และผู้สนับสนุน Conference Co-hosts and Supporters

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
Office of the Higher Education Commission

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
National Research council of Thailand

Faculty of Science
University of Hradec Kralove (Czech Republic)

Okayama University (Japan)

Ho Chi Minh City Open University
(Vietnam)

Kazan Federal University
(Russian Federation)

Chia Nan University of Pharmacy and Science
(Taiwan)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
Chiang Mai Rajabhat University

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
Lampang Rajabhat University

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
Rajabhat Mahasarakham University

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
Sakonnakhon Rajabhat University

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
Surindra Rajabhat University

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University



**Kazan Federal
UNIVERSITY**



Faculty of Science and Technology
Chiang Mai Rajabhat University





SsSci^{2nd conference}2019

เจ้าภาพร่วม และผู้สนับสนุน Conference Co-hosts and Supporters

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
Thepsatri Rajabhat University



มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
Nakhonratchasima Rajabhat University



มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
Phetchaburi Rajabhat University



บริษัท อาไลติส เยน่า ฟารีอีสต์ (ประเทศไทย) จำกัด
Analytik Jena Far East (Thailand) Ltd.



บริษัท ฮิสโตเซนเตอร์ จำกัด
Histocenter Co.,Ltd (Thailand)
บริษัท สิทธิพรแอสโซซิเอต จำกัด
Sithiphorn Associates Co.,Ltd.



บริษัท วนาไซเอนซ์ จำกัด
Vana Science Co.,Ltd.



บริษัท ยูไนเต็ต แอนนาลิส แอนท์ เอนจิเนียริ่ง
คอนซัลแตนท์ จำกัด
United Analyst and Engineering Consultant Co., Ltd.



บริษัท เมอร์ค จำกัด
Merck Ltd.



บริษัท ซายน์ สเปค จำกัด
Scispec Co., Ltd.



บริษัท เพอร์กิน เอลเมอร์ จำกัด
PerkinElmer Co., Ltd.



คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาและกลั่นกรองบทความ Conference Committee



กลุ่มคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

- 1 รองศาสตราจารย์ ดร.พยุ่ง มีสัจ
Assoc. Prof. Dr. Phayung Meesad
- 2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณเฑียร รัตนศิริวงศ์วุฒิ
Asst. Prof. Dr. Montean Rattanasiriwongwut
- 3 รองศาสตราจารย์ ดร.พรฤดี เนติโสภาคกุล
Assoc. Prof. Dr. Ponrudee Netisopakul
- 4 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชฎิภัคค์ เขมวิมุตติวงศ์
Asst. Prof. Dr. Chutipuk Kemwimoottiwong
- 5 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รมชัย ชื่นธวัช
Asst. Prof. Dr. Ronnachai Chuentawat
- 6 อาจารย์ ดร.นพดล ผู้มีจรรยา
Dr. Noppadon Phumeechaya
- 7 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิจิตรา จอมศรี
Assist. Prof. Dr. Pijitra Jomsri

- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
- มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
Chiang Mai Rajabhat University
- มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
Nakhon Ratchasima Rajabhat University
- มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
Nakhon Pathom Rajabhat University
- มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University

กลุ่มคณิตศาสตร์ สถิติ

- 1 รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัฐไชย ลีนาวงศ์
Assoc. Prof. Dr. Chartchai Leenawong
- 2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิโรจน์ ดีกัจจะ
Asst. Prof. Dr. Wirot Tikjha
- 3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุรพา สิงหา
Asst. Prof. Dr. Boorapa Singha
- 4 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บงกช นิมตระกูล
Asst. Prof. Dr. Bongkoch Nimtrakul
- 5 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณพัทธ์ โสภีพันธ์
Asst. Prof. Dr. Nop Sopipan

- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
- มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University
- มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
Chiang Mai Rajabhat University
- มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
Thepsatri Rajabhat University
- มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
Nakhon Ratchasima Rajabhat University

กลุ่มฟิสิกส์ พลังงาน

- 1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤปดี ศรีสังข์
Asst. Prof. Dr. Naruebodee Srisang
- 2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวรรธน์ ทองมี
Asst. Prof. Dr. Navavan Thongmee
- 3 อาจารย์ ดร. ชเนษฎ์ วิชาศิลป์
Dr. Chanade Wichasilp
- 4 อาจารย์ ดร.ปกรณ์ ปรีชาบุรณะ
Dr. Pakorn Preechaburana
- 5 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัณฑ์พัฒน์ กิตติอัครวาลย์
Asst. Prof. Dr. Kanthapat Kitti-atchawan
- 6 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เขมรุตัย งามะพัฒน์
Asst. Prof. Dr. Kheamrutai Thamaphat
- 7 รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ สังวรนันท์
Assoc. Prof. Dr. Narong Sangwanatee
- 8 รองศาสตราจารย์ ดร.อมรา อธิพงษ์
Assoc. Prof. Dr. Ammara Ittipongse

- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
- มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University
- มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
Chiang Mai Rajabhat University
- มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
Thammasat University
- มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
Thepsatri Rajabhat University
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
King Mongkut's University of Technology Thonburi
- มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University
- มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University



กลุ่มเคมี นิติวิทยาศาสตร์

- | | |
|---|--|
| 1 ศาสตราจารย์ พลตำรวจตรีหญิง ดร.พัชรา สินลอยมา
Prof. Pol .Maj. Gen. Patchara Sinloyma | โรงเรียนนายร้อยตำรวจ
Royal Police Cadet Academy |
| 2 รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอก วรัช วิชชวานิชย์
Assoc. Prof. Pol. Col. Witchuvanit Witchuvanit | โรงเรียนนายร้อยตำรวจ
Royal Police Cadet Academy |
| 3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิพรรณ จันทร์มณี
Asst. Prof. Dr. Rapiphun Janmanee | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University |
| 4 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิต ทองพร้อม
Asst. Prof. Dr. Saithan Thongphrom | มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
Phuket Rajabhat University |
| 5 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สราวุธ สมนาม
Asst. Prof. Dr. Sarawut Somnam | มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
Chiang Mai Rajabhat University |
| 6 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัลลิกา สุขสำราญ
Asst. Prof. Dr. Wallika Suksomran | มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
Thepsatri Rajabhat University |
| 7 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนากร เปลื้องกลาง
Asst. Prof. Dr. Thanakorn Pluangklang | มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
Nakhon Ratchasima Rajabhat University |
| 8 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วนิดา วอนสวัสดิ์
Asst. Prof. Dr. Wanida Wonsawat | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 9 อาจารย์ ดร.พลอยทราย โอฮาม่า
Dr. Ploysai Ohama | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |

กลุ่มชีววิทยา เทคโนโลยีชีวภาพ จุลชีววิทยา

- | | |
|--|---|
| 1 รองศาสตราจารย์ ดร.มณี ตัญเตมวงศ์
Assoc. Prof. Dr. Kooranee Tuitemwong | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Kasetsart University |
| 2 รองศาสตราจารย์ ดร.อัชฌาณิ จงจิตวิมล
Assoc. Prof. Dr. Touchkanin Jongjitvimol | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University |
| 3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติริน ก้อนคง
Asst. Prof. Dr. Chisiri Konkong | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University |
| 4 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนิภา อุดมทวี
Asst. Prof. Dr. Kotchanipha Udomthawee | มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
Surindra Rajabhat University |
| 5 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณ์ ปันทอง
Asst. Prof. Dr. Krit Pinthong | มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
Surindra Rajabhat University |
| 6 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติศักดิ์ โชติเดชานรงค์
Asst. Prof. Dr. Kittisak Chotikadachanarong | มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
Chiang Mai Rajabhat University |
| 7 อาจารย์ ดร.ภกกุล สังข์สุริยะ
Dr.Pakkakul Sangsuriya | ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
National Center for Genetic Engineering and Biotechnology |
| 8 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทียมหทัย ชูพันธ์
Asst. Prof. Dr. Thiamhathai Choopan | มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
Nakhon Ratchasima Rajabhat University |
| 9 อาจารย์ ดร.ไตรวิทย์ รัตนโรจน์พงศ์
Dr.Triwit Rattanaojpong | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
King Mongkut's University of Technology Thonburi |
| 10 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อมรพันธ์ อัจจิมาพร
Asst. Prof. Dr. Amornpan Ajjimaporn | มหาวิทยาลัยมหิดล
Mahidol University |
| 11 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทนา กาญจน์กมล
Asst. Prof. Dr. Chantana Kankamol | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 12 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะดา อาชายุทธการ
Asst. Prof. Dr. Piyada Achayuthakan | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 13 อาจารย์ ดร.วัฒนา พันธุ์พืช
Dr.Wattana Panphut | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 14 Dr. Mohammad Bagher Javadi Nobandegani | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 15 Dr. Ha Thanh Dong | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |



กลุ่มวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยี

- | | | |
|----|---|---|
| 1 | รองศาสตราจารย์ ดร.สุเทพ ศิลพานันทกุล
Assoc. Prof. Dr. Suthep Silapanuntakul | มหาวิทยาลัยมหิดล
Mahidol University |
| 2 | รองศาสตราจารย์ ดร.เบญจภรณ์ ประภักดิ์
Assoc. Prof. Dr. Benjaphorn Prapagdee | มหาวิทยาลัยมหิดล
Mahidol University |
| 3 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์
Asst. Prof. Dr. Charnwit Kositanont | จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University |
| 4 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวนีย์ วิจิตรโกสุม
Asst. Prof. Dr. Saowanee Wijitkosum | จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University |
| 5 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธันวดี ศรีธาวีรัตน์
Asst. Prof. Dr. Thaunwadee Srithawirat | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University |
| 6 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เขมณิจารีย์ สาริพันธ์
Asst. Prof. Dr. Khamanijaree Saripan | มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
Thepsatri Rajabhat University |
| 7 | รองศาสตราจารย์ ดร.ไพบุณย์ แจ่มพงษ์
Assoc. Prof. Dr. Paiboon Jeamponk | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 8 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อานัติ ต๊ะปิ่นตา
Asst. Prof. Dr. Anat Thapinta | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 9 | รองศาสตราจารย์ ศิวพันธุ์ ชูอินทร์
Assoc. Prof. Sivapan Choo-In | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 10 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนาวลัย อุทาสกุล
Asst. Prof. Dr. Tatsanawalai Utarasakul | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |

กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร วิศวกรรมศาสตร์

- | | | |
|---|---|---|
| 1 | รองศาสตราจารย์ ดร.ชื่นจิตต์ บุญเกิด
Assoc. Prof. Dr. Chuenchit Boonchird | มหาวิทยาลัยมหิดล
Mahidol University |
| 2 | รองศาสตราจารย์ ดร.ทัศนีย์ ลิ้มสุวรรณ
Assoc. Prof. Dr. Tasanee Limsuwan | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Kasetsart University |
| 3 | รองศาสตราจารย์ ดร.คงศักดิ์ ศรีแก้ว
Assoc. Prof. Dr. Khongsak Srikaeo | มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University |
| 4 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรินทร์ ฉายศิริโชติ
Asst. Prof. Dr. Teerin Chysirichote | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang |
| 5 | อาจารย์ ดร.ธนิดา ชั่วเจริญ
Dr. Thanida Chuacharoen | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |

กลุ่มวิทยาศาสตร์การกีฬา วิทยาศาสตร์สุขภาพ

- | | | |
|---|---|---|
| 1 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันิดา หลายวัฒนไพศาล
Asst. Prof. Dr. Wanida LAIWATTANAPAISAN | จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University |
| 2 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมจินตนา ท้วทิพย์
Asst. Prof. Dr. Somjintana Toutip | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
Mahasarakham University |
| 3 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชยานิต ลือวานิช
Asst. Prof. Dr. Chayanit Luevanich | มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
Phuket Rajabhat University |
| 4 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อมรพันธ์ อัจจิมาพร
Asst. Prof. Dr. Amornpan Ajjimaporn | มหาวิทยาลัยมหิดล
Mahidol University |
| 5 | อาจารย์อัมพิกา นันทปัญญา
Ampika Nanbancha | มหาวิทยาลัยมหิดล
Mahidol University |

Editorial Board

- | | | |
|---|---|--|
| 1 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อานัติ ต๊ะปิ่นตา
Asst. Prof. Dr. Anat Thapinta | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 2 | Prof. Dr. Hongjoo Kim | Kyungpook National University, Korea |
| 3 | Prof. Dr.-Ing. Mitra Djamel | Institut Teknologi Bandung, Indonesia |
| 4 | Assoc. Prof. Dr. Nguyen Hieu Trung | Can Tho University, Vietnam |



- | | | |
|----|--------------------------------|--|
| 5 | Prof. Dr. Subhash C. Pandey | Journal of Environmental Research and Development (JERAD), India |
| 6 | Prof. Emeritus Manit Rappon | Lakehead University, Canada |
| 7 | Assoc. Prof. Dr. Thanh Son Dao | Vietnam National University, Vietnam |
| 8 | Dr. Soo Rin Kim | Kyungpook National University, Korea |
| 9 | Dr. Vinh Truong Hoang | Ho Chi Minh City Open University, Vietnam |
| 10 | Dr. Wong Tze Jin | Universiti Putra Malaysia Bintulu Campus, Malaysia |
| 11 | Dr. Stephen Raymond Morley | Leicester Royal Infirmary, England |

Editorial Managers

- | | | |
|----|---|--|
| 1 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาณัติ ต๊ะปิ่นตา
Asst. Prof. Dr. Anat Thapinta | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 2 | ดร.วัฒนา พันธุ์พีช
Dr. Wattana Panphut | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 3 | ผศ.ดร.ทัศนาวลัย อุทารสกุล
Asst. Prof. Dr. Tatsanawalai Utarasakul | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 4 | ผศ.ดร.พิจิตรา จอมศรี
Asst. Prof. Dr. Pijitra Jomsri | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 5 | ดร.นิช วงศ์สงจำ
Dr. Nich Wongsongja | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 6 | ดร.มนัสวี เดชกล้า
Dr. Manussawee Dechkla | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 7 | ดร.ธนิดา ฉั่วเจริญ
Dr. Thanida Chuacharoen | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 8 | ดร.คันสนีย์ แสนศิริพันธ์
Dr. Sansanee Sansiribhan | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 9 | ดร.ชูเกียรติ ผุดพรมราช
Dr. Chookait Pudprommarat | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 10 | ดร.พลอยทราย โอฮามา
Dr. Ploysai Ohama | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |
| 11 | ดร.สุริยัน สมพงษ์
Dr. Suriyan Sompong | มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
Suan Sunandha Rajabhat University |

กำหนดการการประชุมสวนสุนันทาวิชาการฯ



08.00 - 09.00 น.	ลงทะเบียน ณ บริเวณด้านหน้าห้องประชุมกรุงธนบอลล์รูม ชั้น 3
09.00 - 09.15 น.	กล่าวรายงานการประชุม โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาณัติ ต๊ะปิ่นตา คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
09.15 - 09.30 น.	กล่าวเปิดการประชุม โดย รองศาสตราจารย์ ดร.ฤเดช เกิดวิชัย อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
09.30 - 10.00 น.	- พิธีมอบของที่ระลึกแก่เจ้าภาพร่วมและถ่ายภาพร่วมกัน - พิธีมอบรางวัลบทความวิจัยดีเด่น จำนวน 3 รางวัล โดย รองศาสตราจารย์ ดร.ฤเดช เกิดวิชัย อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
10.00 - 10.30 น.	บรรยายพิเศษ เรื่อง “Recent Technology Breakthroughs in the Control of Iron Deficiency Anemia” โดย Prof.Dr.Michael Bruce Zimmermann Zurich Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Switzerland
10.30 - 11.00 น.	บรรยายพิเศษ เรื่อง “Universities Facing Severe Challenges of Fewer Children Trend and International Competition” โดย Prof.Dr.Chih-Hsiang Liao Vice President of Chia Nan University of Pharmacy and Science, Taiwan
11.00 - 11.15 น.	รับประทานอาหารว่าง ณ ด้านหน้าห้องประชุมภาณุรังษีบอลล์รูม ชั้น 1
11.00 - 12.15 น.	นำเสนอผลงานวิจัยแบบภาคโปสเตอร์ ณ ด้านหน้าห้องประชุมภาณุรังษีบอลล์รูม ชั้น 1
11.15 - 12.15 น.	นำเสนอผลงานวิจัยแบบภาคบรรยาย ณ ห้องประชุม ชั้น 1, 2 และ 3
ห้องภาณุรังษี เอ	ชั้น 1 กลุ่มสาขาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ (กลุ่มย่อยที่ 1)
ห้องภาณุรังษี ซี	ชั้น 1 กลุ่มสาขาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ (กลุ่มย่อยที่ 2)
ห้องบงกชรัตน์ เอ	ชั้น 2 กลุ่มสาขาฟิสิกส์และพลังงาน
ห้องบงกชรัตน์ บี	ชั้น 2 กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์การกีฬาและวิทยาศาสตร์สุขภาพ
ห้องบงกชรัตน์ ซี	ชั้น 2 กลุ่มสาขาเคมีและนิติวิทยาศาสตร์
ห้องบุษบงกช เอ	ชั้น 2 กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยี
ห้องบุษบงกช บี	ชั้น 2 กลุ่มสาขาชีววิทยา เทคโนโลยีชีวภาพ และจุลชีววิทยา
ห้องกรุงธนบอลล์รูม	ชั้น 3 กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารและคหกรรมศาสตร์
12.15 - 13.15 น.	รับประทานอาหารกลางวัน ณ ห้องอาหารริมน้ำ ชั้น 1

13.15 – 15.30 น.	นำเสนอผลงานวิจัยแบบภาคโปสเตอร์ ณ ด้านหน้าห้องประชุมภาณูรังษีบอลล์รูม ชั้น 1 (ต่อ) พร้อมมอบวุฒิบัตรการนำเสนอผลงานวิจัยแบบภาคโปสเตอร์
13.15 – 14.45 น.	นำเสนอผลงานวิจัยแบบภาคบรรยาย ณ ห้องประชุมชั้น 1, 2 และ 3 (ต่อ)
ห้องภาณูรังษี เอ	ชั้น 1 กลุ่มสาขาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ (กลุ่มย่อยที่ 1)
ห้องภาณูรังษี ซี	ชั้น 1 กลุ่มสาขาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ (กลุ่มย่อยที่ 2)
ห้องบงกชรัตน์ เอ	ชั้น 2 กลุ่มสาขาฟิสิกส์และพลังงาน
ห้องบงกชรัตน์ บี	ชั้น 2 กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์การกีฬาและวิทยาศาสตร์สุขภาพ
ห้องบงกชรัตน์ ซี	ชั้น 2 กลุ่มสาขาคณิตศาสตร์และสถิติ
ห้องบุษบงกช เอ	ชั้น 2 กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยี
ห้องบุษบงกช บี	ชั้น 2 กลุ่มสาขาชีววิทยา เทคโนโลยีชีวภาพ และจุลชีววิทยา
ห้องกรุงธนบอลล์รูม	ชั้น 3 กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารและคหกรรมศาสตร์
14.45 – 15.00 น.	รับประทานอาหารว่าง ณ ด้านหน้าห้องประชุมกลุ่มย่อย ชั้น 1, 2 และ 3
15.00 – 17.00 น.	นำเสนอผลงานวิจัยแบบภาคบรรยาย ณ ห้องประชุม 1, 2 และ 3 (ต่อ) พร้อมมอบวุฒิบัตรการนำเสนอผลงานวิจัยแบบภาคบรรยาย ณ ห้องประชุมกลุ่มย่อย

Conference Schedule

08.00 - 09.00	Registration (Krungthon Ballroom, 3 rd floor front area)
09.00 - 09.15	Giving a briefing of the conference Asst. Prof. Dr. Anat Thapinta Dean of Faculty of Science and Technology
09.15 - 09.30	SsSCI 2019 Opening ceremony Associate Professor Dr. Luedech Girdwichai President of Suan Sunandha Rajabhat University
09.30 - 10.00	Presenting a token of appreciation to the distinguished co-hosts and taking a group photo Presenting three awards for outstanding Associate Professor Dr. Luedech Girdwichai President of Suan Sunandha Rajabhat University
10.00 - 10.30	Keynote Speech “Recent Technology Breakthroughs in the Control of Iron Deficiency Anemia” Professor Dr. Michael Bruce Zimmermann Zurich Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Switzerland
10.30 - 11.00	Keynote Speech “Universities Facing Severe Challenges of Fewer Children Trend and International Competition” Professor Dr. Chih-Hsiang Liao Vice President of Chia Nan University of Pharmacy and Science, Taiwan
11.00 - 11.15	Refreshment Breaks at Phanurandsi Ballroom, 1st floor front area
11.00 - 12.15	Poster presentation session (Phanurangsai Ballroom, 1st floor front area)
11.15 - 12.15	Oral presentation session (meeting room 1st, 2nd and 3rd floor)
Phanurangsai Room A, 1 st floor	Computer Science and Information Technology (Group 1)
Phanurangsai Room C, 1 st floor	Computer Science and Information Technology (Group 2)
Bongkotrat Room A, 2 nd floor	Physics and Energy
Bongkotrat Room B, 2 nd floor	Sports and Health Science
Bongkotrat Room C, 2 nd floor	Chemistry and Forensic Science
Busabongkot Room A, 2 nd floor	Environmental Science & Technology

Busabongkot Room B, 2 nd floor	Biology, Biotechnology and Microbiology
Krungthon Ballroom, 3 rd floor	Food Science & Technology and Home Economics

12.15 – 13.15 Lunch at Rim Nam Terrace, 1st floor

13.15 – 15.30 **Poster presentation session (Phanurangsi Ballroom, 1st floor front area) (cont.)**
Presenting poster presentation certificates at the presentation area

13.15 – 14.45 **Oral presentation session (Meeting room 1st, 2nd and 3rd floor) (cont.)**

Phanurangsi Room A, 1 st floor	Computer Science and Information Technology (Group 1)
Phanurangsi Room C, 1 st floor	Computer Science and Information Technology (Group 2)
Bongkotrat Room A, 2 nd floor	Physics and Energy
Bongkotrat Room B, 2 nd floor	Sports and Health Science
Bongkotrat Room C, 2 nd floor	Chemistry and Forensic Science
Busabongkot Room A, 2 nd floor	Environmental Science & Technology
Busabongkot Room B, 2 nd floor	Biology, Biotechnology and Microbiology
Krungthon Ballroom, 3 rd floor	Food Science & Technology and Home Economics

14.45 – 15.00 **Refreshment Breaks at front area of each meeting room (1st, 2nd and 3rd floor)**

15.00 – 17.00 **Oral presentation session (Meeting room 1st, 2nd and 3rd floor) (cont.)**

Presenting oral presentation certificates at the presentation rooms

Oral Presentation

Conference Sessions: Computer Science and Information Technology (Group 1)

Phanurangsi Room A, 1st floor (ห้องภาณูรังษี เอ ชั้น 1)

		Chairperson	Co-Chairperson			
		Dr.Vinh Truong Hoang Vice-Dean, Faculty of Information Technology Ho Chi Minh City Open University ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรสิทธิ์ ชูชัยวัฒนา คณบดีวิทยาลัยครีเอทีฟดีไซน์แอนด์ เอ็นเตอร์ เทนเมนต์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต	อาจารย์ ดร.กิตติคุณ มีทองจันทร์ หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา			
No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
1.	11.15-11.30	SSSCI2019_CS_4 SSSCI2019_O_121	Way Sokhom	Mahidol University	Development of Innovative Media for Communication Sangha in Phra Nakhon, Bangkok, Thailand	International
2.	11.30.-11.45	SSSCI2019_CS_8 SSSCI2019_O_56	กรรณิการ์ กมลรัตน์ Kannikar Kamolrat	Sakon Nakhon Rajabhat University	Application Development for Pon-Yang- Kham Fattened Cattle in Sakon Nakhon Province on Android Operating System	National
3.	11.45-12.00	SSSCI2019_CS_1 SSSCI2019_O_4	รุจิจันทร์ วิชวานิเวศน์ Rujijan Vichivanives	มหาวิทยาลัยราชภัฏ สวนสุนันทา	การพัฒนาต้นแบบสมาร์ตฟาร์มการปลูกดอกมะลิ ด้วยอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง	National
4.	12.00-12.15	SSSCI2019_CS_6 SSSCI2019_O_44	จีระศักดิ์ น้าประดิษฐ์ Jeerasak Numpradit	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ	การบำบัดทางเลือกสำหรับโรคกลัวความสูงโดยใช้ ระบบความจริงเสมือน	National
12.15-13.15		Buffet Lunch, Rim Nam Terrace, 1 st floor				
5.	13.15-13.30	SSSCI2019_CS_9 SSSCI2019_O_71	ลูกหนู อู่ทอง Looknu Authong	Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi	การนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตออฟติงค์มา ประยุกต์ใช้งาน	National
6.	13.30-13.45	SSSCI2019_CS_10 SSSCI2019_O_80	ชัชชนันท์ น้าวัน Chatchanun Namwon	มหาวิทยาลัยราชภัฏ พิบูลสงคราม	การวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมในการตั้งโรงงาน อุตสาหกรรมชีวมวลอัดแท่งในจังหวัดพิษณุโลก	National

No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
7.	13.45-14.00	SSSCI2019_CS_11 SSSCI2019_O_85	ศราวุธ พาจรทิต Sarawut Pajonetid	มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงใหม่	โมบายแอปพลิเคชันสำหรับรู้จำสมุนไพรรบน ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยใช้ไลบรารีของเทน เซอร์โฟร	National
8.	14.00-14.15	SSSCI2019_CS_12 SSSCI2019_O_91	ประภาภรณ์ นพภาลัย Praphaporn Nopparai	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ	การประยุกต์กระบวนการออกแบบประสบการณ์ ผู้ใช้ในการพัฒนาเว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ สำหรับผู้ประกอบการที่ไม่เชี่ยวชาญเทคโนโลยี	National
9.	14.15-14.30	SSSCI2019_CS_13 SSSCI2019_O_93	ธนาวุฒิ ฐูปูชา Thanawut Thoopucha	มหาวิทยาลัยราชภัฏ พิบูลสงคราม	การป้องกันและตรวจจับการรั่วไหลของน้ำภายใน บ้านผ่านระบบควบคุมการไหลของน้ำด้วยอุปกรณ์ เคลื่อนที่	National
10	14.30-14.45	SSSCI2019_CS_14 SSSCI2019_O_95	ศุภชัย พรหมประเสริฐ Supachai Promprasoet	มหาวิทยาลัยราชภัฏ พิบูลสงคราม	ระบบควบคุมการเปิดปิดคอมพิวเตอร์ทางไกลผ่าน อุปกรณ์เคลื่อนที่	National
14.45-15.00				Refreshment Break		
11.	15.00-15.15	SSSCI2019_CS_15 SSSCI2019_O_99	อุบลศิลป์ โพธิ์พรม Ubonsilp Phoprom	มหาวิทยาลัยราชภัฏ สกลนคร	การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อสนับสนุนงานบริการ ด้วยมาตรฐานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ	National
12.	15.15-15.30	SSSCI2019_CS_16 SSSCI2019_O_83	พิสิษฐ์ แม้นวงศ์เดือนPisit Manwongdeon	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ	การเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการคลังสินค้า กรณีศึกษาบริษัทผู้ผลิตและจำหน่ายชิ้นส่วน อะไหล่เครื่องจักรกลการเกษตร	National
13.	15.30-15.45	SSSCI2019_CS_17 SSSCI2019_O_117	มนีรัตน์ ภารนนท์ Maneerat Paranan	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราช มงคลตะวันออก วิทยาเขต จักรพงษ์ภูวนารถ	การพัฒนาเว็บปัญญาประดิษฐ์เพื่อการเทียบโอน หน่วยกิตส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต	National
14.	15.45-16.00	SSSCI2019_CS_18 SSSCI2019_O_120	อุบลศิลป์ โพธิ์พรม Ubonsilp Phoprom	มหาวิทยาลัยราชภัฏ สกลนคร	การพัฒนาระบบการบริการตอบคำถามอัตโนมัติ โดยเทคโนโลยี โลว์ บอท (LINE BOT) ของ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏ สกลนคร	National
15.	16.00-16.15	SSSCI2019_CS_38 SSSCI2019_O_235	ปานจิต มุสิก	มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครศรีธรรมราช	การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นใน โรงเรือนปลูกพืชจำลอง	National

SsSci^{2nd} conference 2019

Conference Sessions: Computer Science and Information Technology (Group 2)

Phanurangsi Room C, 1st floor (ห้องภาณูรังษี ซี ชั้น 1)

Chairperson			Co-Chairperson			
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมศักดิ์ ศรีสุวรรณ คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพ			อาจารย์ ดร.นพดล ผู้มีจรรยา สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม			
No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
1.	11.15-11.30	SSSCI2019_CS_24 SSSCI2019_O_152	พฤษนันท์ คำลาพิศ Pruksanan Kamlapit	มหาวิทยาลัยพะเยา	การวิเคราะห์และพยากรณ์ช่องทางการจำหน่าย สินค้าในธุรกิจอีคอมเมิร์ซ	National
2.	11.30.-11.45	SSSCI2019_CS_25 SSSCI2019_O_156	รัชดาพร คณาวงษ์ Ratchadaporn Kanawong,	มหาวิทยาลัยศิลปากร	Ginrai-Bot for Ordering and Recommending Healthy Food Online Application	National
3.	11.45-12.00	SSSCI2019_CS_26 SSSCI2019_O_158	สุทธิษา กันจู Suttisa Kunju	มหาวิทยาลัยพะเยา	การพัฒนาการส่งเสริมการขายเครื่องสำอางบน เฟซบุ๊ก กรณีศึกษาร้าน เอม แอนด์ แพร์	National
4.	12.00-12.15	SSSCI2019_CS_28 SSSCI2019_O_162	Chaiyapan Charoensuk	มหาวิทยาลัย ราชภัฏพระนคร	แอปพลิเคชันช่วยแจ้งเตือน การรับประทานยา	National
12.15-13.15			Buffet Lunch, Rim Nam Terrace, 1 st floor			
5.	13.15-13.30	SSSCI2019_CS_29 SSSCI2019_O_163	สุมิตรา นวลมีศรี Sumitra Nuanmeesri	Suan Sunandha Rajabhat University	การพัฒนาเว็บไซต์และเว็บแอปพลิเคชันด้วยบูทส แตรป กรณีศึกษา นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยี สารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา	National
6.	13.30-13.45	SSSCI2019_CS_31 SSSCI2019_O_181	ทนาลักษณ์ ปรานีคุณากร Thanaluk Pranekunakol	Burapha University	การคัดกรองข้อมูลสำหรับระบบเซนเซอร์ไร้สาย ขนาดใหญ่โดย STackSTorm	National
7.	13.45-14.00	SSSCI2019_CS_32 SSSCI2019_O_202	กิตติพัฒน์ ปันพัก Kttipat Panfak	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ	การออกแบบ FTP เพื่อใช้ในการรับส่งไฟล์ระหว่าง Client และ Server	National

No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
8.	14.00-14.15	SSSCI2019_CS_35 SSSCI2019_O_214	ปรีตาวรรณ เกษเมธีการุณ Preedawon Kadmateekarun	Suan Sunandha Rajabhat University	การพัฒนาแอปพลิเคชันระบบจัดการรดน้ำ อัตโนมัติ	National
9.	14.15-14.30	SSSCI2019_CS_36 SSSCI2019_O_221	กาญจนา ขัฒิทะจักร์ Kanchana Kanthachak	มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงใหม่	การส่งเสริมการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการ เพาะเลี้ยงกุ้งโดยใช้เทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์	National
10	14.30-14.45	SSSCI2019_CS_21 SSSCI2019_O_130	จักรภัฏ เจนโรสง Jakapat Janethaisong	Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi	การจัดการความปลอดภัยของดีเอ็นเอ	National
14.45-15.00		Refreshment Break				
11.	15.00-15.15	SSSCI2019_CS_39 SSSCI2019_O_250	ประชุม พันออก	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี	พัฒนาระบบการจัดการห้องประชุมออนไลน์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราช ภัฏเพชรบุรี	National
12.	15.15-15.30	SSSCI2019_CS_23 SSSCI2019_O_150	บพิตร ไชยนอก Bopit Chainok	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม	ระบบตรวจวัดสภาพอากาศที่มีผลต่อคุณภาพน้ำใน บ่อเลี้ยงกุ้งขาว	National
13.	15.30-15.45	SSSCI2019_CS_20 SSSCI2019_O_123	วุฒิชัย นาคเพียทา Vootichai Nakpeata	Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi	การนำโครงข่ายเฉพาะกิจมาประยุกต์ใช้งาน	National
14.	15.45-16.00	SSSCI2019_CS_19 SSSCI2019_O_122	พัทธนันท์ นาคยศ Pattanan Nakyos	Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi	การนำโปรโตคอลมาใช้หาเส้นทางบนเครือข่ายไร้สาย	National
15.	16.00-16.15	SSSCI2019_CS_5 SSSCI2019_P_42	ชัชชฎา โพธิ์ลักษณ์ Chatchuda Potiluck	Mahidol University	ระบบสารสนเทศควบคุมการประมวลผลการศึกษา กรณีศึกษาวิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล	National
16.	16.15-16.30	SSSCI2019_CS_7 SSSCI2019_P_45	อุไรวรรณ รักภักวงศ์ Uraiwn Ruxpakawong	มหาวิทยาลัยราชภัฏ พิบูลสงคราม	การสร้างแบบทดสอบคำสั่งสืบค้นข้อมูล และตรวจ คำตอบ โดยอัตโนมัติ	National

SsSci^{2nd} conference 2019

Conference Sessions: Chemistry and Forensic Science

Bongkotrat Room C, 2nd floor (ห้องบงกชรัตน์ ซี ชั้น 2)

Chairperson		Co-Chairperson				
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูนศิริ ทิพย์เนตร คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี		อาจารย์ ดร.พลอยทราย โอฮามา สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา				
No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
1.	11.15-11.30	SSSCI2019_CH_7 SSSCI2019_O_160	Pornpan Tana	Maha Sarakham Rajabhat University	The preparation of hybrid material of cobalt complex into mesoporous silica from the rice husk	International
2.	11.30-11.45	SSSCI2019_CH_11 SSSCI2019_O_182	Pasakorn Sangnikul	Maha Sarakham Rajabhat University	DFT investigation of toluene adsorption on silicon carbide nanosheet doping with transition metal for sensing application	International
3.	11.45-12.00	SSSCI2019_CH_19 SSSCI2019_O_604	Jitlada Chumee	Suan Sunandha Rajabhat University	The Effect of Viscosity-imparting Agent on Textural Properties of Toddy Palm Syrup	International
4.	12.00-12.15	SSSCI2019_CH_3 SSSCI2019_O_76	ดุสิตพร ศรีลักษณ์ Dusitporn Srilak	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	อิทธิพลของสารตัวเติมต่อสมบัติเชิงกลของฟิล์ม ยางธรรมชาติโปรตีนตำผสมลิกนิน	National
12.15-13.15		Buffet Lunch, Rim Nam Terrace, 1 st floor				
5.	13.15-13.30	SSSCI2019_CH_6 SSSCI2019_O_140	ชุตินา ศิลาณีเวช Chutima Silamaneewet	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	ผลของการปรับสภาพขนอ้อยด้วยต่างที่มีต่อการ เพิ่มผลผลิตน้ำตาลและองค์ประกอบทางเคมี	National
6.	13.30-13.45	SSSCI2019_CH_21 SSSCI2019_O_246	วัชรารักษ์ ประภาสโนบล Vacharaporn Prapasanol	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี	การศึกษาสารพิษจากเคมี ปริมาณฟีนอลิกและฤทธิ์ ต้านอนุมูลอิสระของจาวตาล	National

No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
7.	13.45-14.00	SSSCI2019_CH_22 SSSCI2019_O_243	ปัทมาพร ยอดสันติ Pattamaporn Yodsanti	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี	การประเมินศักยภาพการเก็บกักคาร์บอนของต้น ตาลในจังหวัดเพชรบุรี	National
8.	14.00-14.15	SSSCI2019_CH_20 SSSCI2019_P_147	Wilasinee Sathitdetkunchorn	Rajabhat Nakhonratchasima University	การวิเคราะห์ตะกั่ว เหล็ก และแคดเมียม ในน้ำ บาดาล โดยเทคนิคอะตอมมิก แอ็บซอร์พ ชันสเปกโทรโฟโตเมทรี	National
9	14.15-14.30	SSSCI2019_CH_14 SSSCI2019_P_199	เอกชัย อึ้งชะ Ekkachai Achcha	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์	การเคลือบสลายน้ำมือแฝงด้วยรีติวซ์แกรฟีน ออกไซด์บนกระจกเอฟทีโอโดยใช้การเคลือบ ไฟฟ้า	National
14.45-15.00		Refreshment Break				

SsSci^{2nd} conference 2019

Conference Sessions: Mathematics and Statistics
Bongkotrat Room C, 2nd floor (ห้องบงกชรัตน์ ซี ชั้น 2)

Chairperson			Co-Chairperson			
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประยัตต์ แสงงาม ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร			อาจารย์ ดร.ชูเกียรติ ผุดพรมราช หัวหน้าสาขาวิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา			
No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
10.	14.30-14.45	SSSCI2019_MA_1 SSSCI2019_O_12	สิริพร หล้าปวงคำ Siriporn Lapouangkham	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	เงื่อนไขบางประการของฟังก์ชันการบวก	National
14.45-15.00		Refreshment Break				
11.	15.00-15.15	SSSCI2019_MA_2 SSSCI2019_O_17	เจษฎา สุจริตธุระการ Jedsada Sutjaritthurakan	มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต	ผลของการรณรงค์การสวมหน้ากากอนามัยที่มีผล ต่อตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์การแพร่ระบาดของโรค หัด	National
12.	15.15-15.30	SSSCI2019_MA_3 SSSCI2019_O_77	ปณิธิ วิจิตรไกรวิน Paniti Vichitkraivin	มหาวิทยาลัยมหิดล	The Resistance Factors Affecting the Adoption of Healthcare Robots Technology in Thailand Government Hospital	National
13.	15.30-15.45	SSSCI2019_MA_5 SSSCI2019_O_86	สิทธิกร นาคขาว Sitthikorn Nakkao	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	เอกลักษณ์เชิงฟังก์ชันของอนุพันธ์	National
14.	15.45-16.00	SSSCI2019_MA_6 SSSCI2019_O_107	เยาวลักษณ์ ศรีเมือง Yaowaluk Srimuang	Faculty of Science, Ramkhamhang University	General Solution of the n -D Pompeiu Functional Equation	National
15.	16.00-16.15	SSSCI2019_MA_7 SSSCI2019_O_153	ธัญญลักษณ์ เทพสุวรรณ์ Tunyaluk Thepsuwan	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	กิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนทองบน ร่างกายมนุษย์	National

No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
16.	16.15-16.30	SSSCI2019_MA_8 SSSCI2019_O_171	ศศิวิมล คณทา Sasiwimon Raokhetkit Khontha	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	การศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในการ ลดขั้นตอนของการเคลือบแข็งในกระบวนการผลิต เลนส์	National
17.	16.30-16.45	SSSCI2019_MA_9 SSSCI2019_O_173	Rukchart Prasertpong รักชาติ ประเสริฐพงษ์	Nakhon Sawan Rajabhat University	ไอทีลภายในรฟและควอซี-ไอทีลรฟในปฏิกิริยา ประมาณของกึ่งกลุ่มภายใต้ความสัมพันธ์หรือ เดอร์และคอมแพทิเบิล	National
18.	16.45-17.00	SSSCI2019_MA_10 SSSCI2019_O_176	ธัญวรัตน์ ชัชรัตน์ Thanwarat Chatcharata	มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครสวรรค์	ไป-ไอทีลรฟและไป-ไอทีลเฉพาะรฟในปฏิกิริยา ประมาณของกึ่งกลุ่มภายใต้ความสัมพันธ์หรือ เดอร์และคอมแพทิเบิล	National

SsSci^{2nd} conference 2019

Conference Sessions: Physics and Energy
Bongkotrat Room A, 2nd floor (ห้องบงกชรัตน์ เอ ชั้น 2)

Chairperson				Co-Chairperson		
รองศาสตราจารย์ ดร.ปานจิต มุสิก คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช				รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย เทพา คณะพลังงาน สิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี		
No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
1.	11.15-11.30	SSSCI2019_PH_25 SSSCI2019_O_164	Nattapon Chantarapanich	Kasetsart Univeristy	Design and Analysis of Plastic Medical Tray for Implant Packaging	International
2.	11.30.-11.45	SSSCI2019_PH_27 SSSCI2019_O_192	Natthaphong Kamma	Khon Kaen University	A Polymeric Coating on Prelithiated Silicon-Based Nanoparticles for High Capacity Anodes used in Li-ion Batteries	International
3.	11.45-12.00	SSSCI2019_PH_1 SSSCI2019_O_6	Pinyapach Tiamduangtawan	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	การพัฒนาวัสดุกักเก็บอนุภาคนิวตรอนที่สามารถซ่อมแซมตัวเองจากวัสดุเชิงประกอบ พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) และซาแมเรียมออกไซด์ (Sm ₂ O ₃)	National
4.	12.00-12.15	SSSCI2019_PH_2 SSSCI2019_O_7	กุลลิตา โกละนันท์ Kullita Kolanan	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	การตรวจวิเคราะห์โลหะอะมัลกัมด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด	National
12.15-13.15				Buffet Lunch, Rim Nam Terrace, 1 st floor		
5.	13.15-13.30	SSSCI2019_PH_4 SSSCI2019_O_16	Wichan Lertlop	มหาวิทยาลัยราชภัฏ สวนสุนันทา	การกำหนดปัญหาให้นักศึกษาค้นคว้าเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาฟิสิกส์ประยุกต์ปีการศึกษา 2562	National

No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
6.	13.30-13.45	SSSCI2019_PH_7 SSSCI2019_O_37	อัศวิน ยอดรักษ์ Assawin Yodruk	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าพระนครเหนือ	การพัฒนาเครื่องทดสอบความล้าแบบหมุนดัด Development of A Rotary-Bending Fatigue Tester	National
7.	13.45-14.00	SSSCI2019_PH_9 SSSCI2019_O_46	อภิฤดี ตันตเวชกิช Apirudee Tentawechakit	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน กรณีศึกษา: โรงพยาบาลของรัฐขนาดใหญ่	National
8.	14.00-14.15	SSSCI2019_PH_10 SSSCI2019_O_47	พิศาล ปานสุข Pisan Pansook	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ของ การผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันลมแบบ แนวตั้ง โดยใช้ ลมทั้งจากระบบกักจัดฝุ่นในโรงงานผลิตปูนกาว ซีเมนต์	National
9.	14.15-14.30	sssci2019_PH_23 sssci2019_O_157	รัชนิกร ปันล่า atchaneekorn Punla	Maejo University	การพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์เพอรอฟสไกต์โดยใช้ คอปเปอร์ออกไซด์เป็นวัสดุนำโฮลแบบชั้นคู่	National
10	14.30-14.45	SSSCI2019_PH_29 SSSCI2019_O_136	Pich Khoem รวิภัทร ลาภเจริญสุข Ravipat Lapcharoensuk	สถาบันเทคโนโลยีพระจอม เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	การวิเคราะห์ความแม่นยำของเครื่องเนียร์ อินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์สำหรับการตรวจสอบ คุณภาพน้ำเค็ม	National
14.45-15.00		Refreshment Break				
11.	15.00-15.15	SSSCI2019_PH_30 SSSCI2019_O_155	มครินทร์ กาญจนสุด Makkaryn Kanchanasoot	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	การออกแบบและประยุกต์ใช้เซลล์ไฟฟ้าชีวภาพ จากพืช เพื่ออุปกรณ์ไฟฟ้าแรงดันต่ำ	National
12.	15.15-15.30	SSSCI2019_PH_31 SSSCI2019_O_224	อรอนงค์ เสนาะจิต Ornanong Sanorchit	มหาวิทยาลัยราชภัฏ เทพสตรี	การหาสัมประสิทธิ์การลดทอนรังสีแกมมาของ แผ่นเส้นใยชานอ้อยกับ BaSO ₄ โดยมีน้ำยางพารา เป็นตัวประสาน	National
13.	15.30-15.45	SSSCI2019_PH_32 SSSCI2019_O_237	Petcharat Jaiboon	Sakon Nakhon Rajabhat University	Effect of drying temperature on quality of RD6 variety brown parboiled glutinous rice	National
14.	15.45-16.00	SSSCI2019_PH_33 SSSCI2019_O_249	ชนษฎ์ วิชาศิลป์	มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงใหม่	การเปรียบเทียบศักยภาพเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ใช้น้ำ หมักชีวภาพจากผลไม้	National
15.	16.00-16.15	SSSCI2019_PH_5 SSSCI2019_O_21	บัณฑิต จิตต์สุภาพ Bantorn Chitsupap	มหาวิทยาลัยบูรพา	การควบคุมเครื่องปรับอากาศแบบท่อน้ำสารทำ ความเย็นร่วมเพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า	National

SsSci^{2nd} conference 2019

Conference Sessions: Biology, Biotechnology and Microbiology

Busabongkot Room B, 2nd floor (ห้องบุษบกข บี ชั้น 2)

Chairperson				Co-Chairperson		
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวย อุ๋นใจ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล				อาจารย์ ดร.มณฑารพ สุธาธรรม หัวหน้าสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา		
No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
1.	11.15-11.30	SSSCI2019_BT_1 SSSCI2019_O_19	ฤทัยรัตน์ สิริวัฒนรัชต์ Ruthairat Siriwattanasat	มหาวิทยาลัยราชภัฏ สวนสุนันทา	ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ปลาน้ำจืดใน คลองแสนแสบพื้นที่กรุงเทพมหานคร	National
2.	11.30.-11.45	SSSCI2019_BT_2 SSSCI2019_O_28	Pornsiri Bumrungham พรศิริ บำรุงธรรม	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	การโคลน การแสดงออก และการศึกษาลักษณะ ของรีคอมบิแนนท์แมนนาเนส	National
3.	11.45-12.00	SSSCI2019_BT_9 SSSCI2019_O_89	รพีพรรณ กองตูม Rapeepan Kongtoom	มหาวิทยาลัยราชภัฏ หมู่บ้านจอมบึง	การศึกษาสมบัติบางประการของพันธุ์พริก พื้นเมือง(พริกกะเหรี่ยง) ที่ปลูกในพื้นที่ภาค ตะวันตกของประเทศไทย	National
4.	12.00-12.15	SSSCI2019_BT_11 SSSCI2019_O_103	Krit Phinetsathian ฤกษ์ณ พิเนตรเสถียร	มหาวิทยาลัยราชภัฏ สกลนคร	ความหลากหลายทางชีวภาพของพืชให้สีย้อม จังหวัดสกลนคร	National
12.15-13.15				Buffet Lunch, Rim Nam Terrace, 1 st floor		
5.	13.15-13.30	SSSCI2019_BT_12 SSSCI2019_O_108	Araya Pranpravit อารยา ปรานประวิตร	Suratthani Rajabhat University	ความสามารถในการต้านโรคเบาหวานผ่านการ ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์จากผักพื้นบ้าน ท้องถิ่นในเขตพื้นที่ หมู่ 9 ตำบลขุนทะเล อำเภอ เมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี	National
6.	13.30-13.45	SSSCI2019_BT_20 SSSCI2019_O_141	Asro Hajiabdullah อัซรอ หะยีอับดุลเลาะ	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	การผลิตกรดซีกินิกจากกากน้ำตาลด้วยเชื้อ Actinobacillus succinogenes	National

No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
7.	13.45-14.00	SSSCI2019_BT_21 SSSCI2019_O_144	รัชนิกร สวามิ Ruchnekor Swami	มหาวิทยาลัยบูรพา	การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของไฟโคไซยานินจาก สาหร่าย <i>Arthrospira platensis</i> และสาหร่าย <i>Synechocystis</i> sp. PCC6803	National
8.	14.00-14.15	SSSCI2019_BT_28 SSSCI2019_O_220	กัลทิมา พิชัย Kaltima Pichai	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่	การเก็บรักษาเชื้อยีสต์จากน้ำหมักเปลือก สับปะรด โดยวิธีการทำแห้งแบบเยือกแข็ง	National
9.	14.15-14.30	SSSCI2019_BT_29 SSSCI2019_O_222	กัญญ์วรา วงศ์แพทย์ Kanwara Wongpaet	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่	พฤติกรรมของนกเป็ดแดง (<i>Dendrocygna javanica</i>) บริเวณอ่างเก็บน้ำ ภายใน มหาวิทยาลัย	National
10	14.30-14.45	SSSCI2019_BT_31 SSSCI2019_O_225	Peangjai Jianwichayakul เพียงใจ เจียรวิญญกุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี	ความหลากหลายทางชีวภาพของไส้เดือนดินใน จังหวัดลพบุรีที่มีศักยภาพในการผลิตปุ๋ยหมักมูล ไส้เดือนจากผักตบชวา	National
14.45-15.00		Refreshment Break				
11.	15.00-15.15	SSSCI2019_BT_33 SSSCI2019_O_229	รุ่งนภา ทากัน Rungnapa Tagun	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่	ผลกระทบของมลพิษในระบบนิเวศนาข้าวต่อ สิ่งมีชีวิตในน้ำแอ่งแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่	National
12.	15.15-15.30	SSSCI2019_EN_15 SSSCI2019_O_106	กิตติมา เกตุสอาด Kittima Ketsa-ad	มหาวิทยาลัยมหิดล	การคัดแยกแบคทีเรียต้านทานแคดเมียมที่สร้าง สารลดแรงตึงผิวชีวภาพและสภาวะที่เหมาะสม ในการสร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ	National
13.	15.30-15.45	SSSCI2019_BT_38 SSSCI2019_O_245	ไกรฤกษ์ ทวีเชื้อ Kraierk Taweechue	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี	การศึกษาเพื่อทราบลำดับนิวคลีโอไทด์และความ ผันแปรของยีนมัยโอสแตตินในแพะ (<i>Capra hircus</i>) ที่เลี้ยงในจังหวัดเพชรบุรี	National
14.	15.45-16.00	SSSCI2019_BT_39 SSSCI2019_O_247	พรอริยา ฉิรินัง Pornariya Chirinang	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี	คุณสมบัติเป็นโพรไบโอติกของ <i>Lactobacillus plantarum</i> 3C2-10 ที่ผลิตสารลดแรงตึงผิว ชีวภาพจากเปลือกส้ม	National
15.	16.00-16.15	SSSCI2019_BT_32 SSSCI2019_P_228	วัชร ชาญเมืองใจ Watcharee Hanmoungjai	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่	ผลการเจริญของเส้นใยเห็ดจิ้งจอกบนอาหารเลี้ยง เชื้อสูตรดัดแปลงชนิดต่าง ๆ	National

SsSci^{2nd} conference 2019

Conference Sessions: Environmental Science & Technology

Busabongkot Room A, 2nd floor (ห้องบุษบก เอ ชั้น 2)

Chairperson	Co-Chairperson
-------------	----------------

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรศักดิ์ นุ่มมีศรี
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนาวลัย อุทาสกุล
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
1.	11.15-11.30	SSSCI2019_EN_1 SSSCI2019_O_22	พรทิพย์ วิมลทรง Pornthip Wimonson	มหาวิทยาลัยราชภัฏ สุราษฎร์ธานี	การวิเคราะห์แผนเผชิญเหตุอุทกภัยระดับจังหวัด ของประเทศไทย	National
2.	11.30.-11.45	SSSCI2019_EN_2 SSSCI2019_O_34	ชำนาญพงษ์ เฉลิมเผ่า Chamnanpong Chalernpow	มหาวิทยาลัยมหิดล	การผลิตก๊าซไฮเทนชีวภาพจากของเสียทาง การเกษตรและอุตสาหกรรม	National
3.	11.45-12.00	SSSCI2019_EN_3 SSSCI2019_O_43	ภัทรธรา ฐานวิเศษ Phatlapha Thanwised	Sakon Nakhon Rajabhat University	แนวทางการจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัย ราชภัฏสกลนคร	National
4.	12.00-12.15	SSSCI2019_EN_4 SSSCI2019_O_48	สุวิมล คุปติวุฒิ Suwimon Kooptiwoot	Suan Sunandha Rajabhat University	Mining waste separation behavior related factor	National
12.15-13.15		Buffet Lunch, Rim Nam Terrace, 1 st floor				
5.	13.15-13.30	SSSCI2019_EN_5 SSSCI2019_O_50	ทศพร นิละไพจิตร Todsaporn Neelapaijit	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี	การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากกิจกรรมของ ตลาดชุมชน	National
6.	13.30-13.45	SSSCI2019_EN_6 SSSCI2019_O_53	สุวิมล คุปติวุฒิ Suwimon Kooptiwoot	Suan Sunandha Rajabhat University	Development of a garbage bin selection expert system for waste separation	National
7.	13.45-14.00	SSSCI2019_EN_13 SSSCI2019_O_105	วิเวียน จุลมนต์ Vivian Chullamon	Thammasat University	การวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ด้วย GIS เพื่อเลือกที่ตั้งโรงงานแปรรูปขยะมูลฝอยเป็น พลังงานในจังหวัดปทุมธานี	National
8.	14.00-14.15	SSSCI2019_EN_18 SSSCI2019_O_116	Aphiranan Phongjetpuk	Mahidol University	การประเมินปริมาณการใช้น้ำ และผลกระทบ ด้านความขาดแคลนน้ำในการผลิตกระแสไฟฟ้า	National

No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
9.	14.15-14.30	SSSCI2019_EN_22 SSSCI2019_O_145	ไพบุลย์ แจ่มพงษ์ Paiboon Jeamponk	มหาวิทยาลัยราชภัฏ สวนสุนันทา	ผลกระทบจากปัญหาภาวะหมอกควันต่อปัญหา สุขภาพอนามัยของประชาชนที่มาเข้ารับบริการ ที่โรงพยาบาลเชียงแสน จังหวัดเชียงราย	National
10	14.30-14.45	SSSCI2019_EN_23 SSSCI2019_O_148	วลัยพร ฟ่อนพันธ์ Walaiporn Phonphan	มหาวิทยาลัยราชภัฏ สวนสุนันทา	การติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลน จังหวัดสมุทรสงครามด้วยเทคโนโลยีการสำรวจ ระยะไกล	National
14.45-15.00 Refreshment Break						
11.	15.00-15.15	SSSCI2019_EN_26 SSSCI2019_O_166	นิช วงศ์สงจำ Nich Wongsongja	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา	การศึกษาการมีส่วนร่วมของชุมชนด้านสังคม และสิ่งแวดล้อมบริเวณรอบโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ เขื่อนศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี Promotion of Community Participation for Saline Soil Remediation by	National
12.	15.15-15.30	SSSCI2019_EN_29 SSSCI2019_O_184	วรารณ โกศลวิตร Waraporn Kosanlavit	มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครราชสีมา	Alternative Technology of Bio-Organic Fertilizers and Nano Material at Krabueang Yai, Phimai District, Nakhon Ratchasima Province	National
13.	15.30-15.45	SSSCI2019_EN_30 SSSCI2019_O_186	นฤพร เวชกุลชัย Naruporn Wetchayagulchai	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	การเลือกเทคโนโลยีเตาเผาที่เหมาะสมสำหรับ การแปรรูปมูลฝอยเป็นพลังงาน กรณีศึกษา จังหวัดปทุมธานี	National
14.	15.45-16.00	SSSCI2019_EN_33 SSSCI2019_O_203	นิตินาถ เจริญโกคราช Nitinarth Charoenpokarj	Suan Sunandha Rajabhat University	ความหลากหลายชนิด ความชุกชุมและความคล้ายคลึง ของนก ในถิ่นที่อยู่อาศัยของนก บริเวณชายฝั่ง ทะเล เพื่อการอนุรักษ์และการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม	National
15.	16.00-16.15	SSSCI2019_EN_35 SSSCI2019_O_243	ปัทมาพร ยอดสันติ Patmaporn Yodsanti	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี	การประเมินศักยภาพการเก็บกักคาร์บอนของต้น ตาลในจังหวัดเพชรบุรี	National
16.	16.15-16.30	SSSCI2019_EN_17 SSSCI2019_O_115	วนิดา ชูอักษร Wanida Chooaksorn	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต	การศึกษาคุณภาพน้ำจากตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ บริเวณรอบ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์ รังสิต	National

SsSci^{2nd} conference 2019

Conference Sessions: Food Science & Technology and Home Economics

Krungthon Ballroom, 3rd floor (ห้องกรุงธนบอลรูม ชั้น 3)

Chairperson				Co-Chairperson		
รองศาสตราจารย์ ดร.รัชคณิต จงจิตวิมล คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม				อาจารย์ ดร.ธนิดา ฉั่วเจริญ หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา		
No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
1.	11.15-11.30	SSSCI2019_FT_19 SSSCI2019_O_114	Supatchalee Sirichokworakrit	Suan Sunandha Rajabhat University	The effect of extraction methods on phenolic, anthocyanin, and antioxidant activities of Riceberry bran	International
2.	11.30.-11.45	SSSCI2019_FT_1 SSSCI2019_O_8	ฐานวีร์ ลอยแก้ว Thanawee Loikaeo	มหาวิทยาลัยรังสิต	ศึกษาสมบัติทางกายภาพ เคมี และ โภชนาการของ แป้งแกล่นตะวัน เพื่อนำมาแทนที่แป้งสาลีบางส่วนใน ผลิตภัณฑ์ขนมอบ	National
3.	11.45-12.00	SSSCI2019_FT_3 SSSCI2019_O_29	กัญญาพัชร เพชรภรณ์ Kanyapat Petcharaporn	มหาวิทยาลัยราชภัฏ สวนสุนันทา	นวัตกรรมการผลิตกระเทียมเจียวไร้มันพร้อมรับประทาน ด้วยเทคโนโลยีการทอดด้วยหม้อไร้มัน (Air Fryer)	National
4.	12.00-12.15	SSSCI2019_FT_5 SSSCI2019_O_38	จุฑามาศ มุลวงศ์ Jutamas Moolwong	มหาวิทยาลัยราชภัฏ สวนสุนันทา	การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมการผลิตน้ำพริกลงเรือดำรับวังสวนสุนันทา กึ่งสำเร็จรูปด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง	National
12.15-13.15				Buffet Lunch, Rim Nam Terrace, 1 st floor		
5.	13.15-13.30	SSSCI2019_FT_18 SSSCI2019_O_104	ชูสิทธิ์ หงษ์กุลทรัพย์ Choosit Hongkulsap	มหาวิทยาลัย ราชภัฏสวนสุนันทา	ผลของการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งต่อความคงตัวของสารสกัดจาก ดอกกระเจียว	National
6.	13.30-13.45	SSSCI2019_FT_20 SSSCI2019_O_146	ณัฐพล ประเทืองจิตต์ Nattapol Prathengjit	มหาวิทยาลัย ราชภัฏสวนสุนันทา	การพัฒนาคุกกี้โดยใช้แป้งมันเทศสีม่วงและแป้งข้าวทดแทนแป้งสาลี	National

The 2nd Suan Sunandha National and International Academic Conference on Science and Technology

No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
7.	13.45-14.00	SSSCI2019_FT_21 SSSCI2019_O_172	วรกร วิวัชรกรกุล Worakorn Wiwatcharakornkul	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	ลายพิมพ์เอชพีทีแอลซี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ของ ดอกไม้ 5 ชนิดในพิกัดเกษตร	National
8.	14.00-14.15	SSSCI2019_FT_22 SSSCI2019_O_174	ธีรยุทธ์ พูนจันทร์นา Teerayut Poonjunna	มหาวิทยาลัย ราชภัฏนครศรีธรรมราช	การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนยประ Development of Pra Butter Products	National
9.	14.15-14.30	SSSCI2019_FT_18 SSSCI2019_O_104	วารารณ์ สงศรีอินท Waraporn Songsriin	มหาวิทยาลัย ราชภัฏนครศรีธรรมราช	การใช้ผงลูกประทดแทนผงอัลมอนต์ในมาการอง	National
10	14.30-14.45	SSSCI2019_FT_14 SSSCI2019_O_88	ครองศักดิ์ ภัคธนกนก Kongsakda Phakthanakanok	มหาวิทยาลัย ราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง	ผลของการอบแห้งต่อลักษณะบางประการของ เอนไซม์โปรตีนเอสจากเหง้าสับปะรด	National
14.45-15.00		Refreshment Break				
11.	15.00-15.15	SSSCI2019_FT_26 SSSCI2019_O_191	วันดี แก้วสุวรรณ Wandee Kaewsuwan	Nakhon Sri Thammarat Rajabhat Univerisity	กรรมวิธีการผสมต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของ กล้วยอบชุบแป้งทอด	National
12.	15.15-15.30	SSSCI2019_FT_27 SSSCI2019_O_207	อรุณชัย ตั้งเจริญบำรุงสุข Arunchai Tangcharoenbumrungsuk	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์	การศึกษาเพื่อดูความเป็นไปได้ในการใช้ อินพราเรตสเปกโทรสโกปีและเคมิเมทริกส์เป็น สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ในการระบุแหล่งต้นทาง ของข้าวหอมมะลิ	National
13.	15.30-15.45	SSSCI2019_FT_30 SSSCI2019_O_242	สุนธรา สุนธธธรา	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี	การใช้มอลทิทอลทดแทนน้ำตาลทรายในขนมตาล	National
14.	15.45-16.00	SSSCI2019_FT_32 SSSCI2019_O_248	ธนิดา ขาญชัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี	อาหารท้องถิ่นเมืองเพชร	National
15.	16.00-16.15	SSSCI2019_FT_12 SSSCI2019_P_73	นันทยาภรณ์ เมืองแดง Nanyaporn Mueangdang	มหาวิทยาลัยราชภัฏ พิบูลสงคราม	การทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยผงลูกจันใน ลอดช่องสิงคโปร์	National
16.	16.15-16.30	SSSCI2019_FT_31 SSSCI2019_O_244	สุนธรา สุนธธธรา	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี	การพัฒนาวอฟเฟิลเพื่อสุขภาพจากข้าวโพดออก	National
17.	16.30-16.45	SSSCI2019_FT_28 SSSCI2019_P_227	ขนิษฐา อินทร์ประสิทธิ์ Khanittha Inprasit	กรมวิทยาศาสตร์บริการ	การศึกษาสมบัติสารยึดเกาะผสมระหว่างปลาย ข้าวคั่วกับไฮโดรคอลลอยด์ในการปรับปรุงเนื้อ สัมผัสของขนมปลายข้าวแผ่นอบกรอบ	National

SsSci^{2nd} conference 2019

Conference Sessions: Sports and Health Science
Bongkotrat Room B, 2nd floor (ห้องบงกชรัตน์ ปี ชั้น 2)

Chairperson				Co-Chairperson		
ดร.ภคกุล สังข์สุริยะ นักวิจัยห้องปฏิบัติการอนุพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีชีวภาพสัตว์น้ำ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)				อาจารย์ ดร.คมกฤช รัตตะมณี หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา		
No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
1.	11.15-11.30	SSSCI2019_SP_15 SSSCI2019_P_128	Churairat Srimanee	Mahidol University	Biomonitoring of metals exposure in Aranyik handicraft workers	International
2.	11.30.-11.45	SSSCI2019_SP_1 SSSCI2019_O_11	Jatuporn Ounprasertsuk	มหาวิทยาลัย ราชภัฏสวนสุนันทา	บุคลิกภาพ 5 มิติ และการจัดการความขัดแย้งของนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งหนึ่งในประเทศไทย	National
3.	11.45-12.00	SSSCI2019_SP_2 SSSCI2019_O_15	Luckwirun Chotisiri	มหาวิทยาลัย ราชภัฏสวนสุนันทา	The Development of Line Application for Home Visit among NCD Patients	National
4.	12.00-12.15	SSSCI2019_SP_5 SSSCI2019_O_23	Wachiaporn Chotipanut	มหาวิทยาลัย ราชภัฏสวนสุนันทา	ผลของโปรแกรมความสุขต่อพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพจิตผู้สูงอายุในตำบลบางนางลี่ อำเภอมโนรมย์ จังหวัดสุพรรณบุรี	National
12.15-13.15 Buffet Lunch, Rim Nam Terrace, 1 st floor						
5.	13.15-13.30	SSSCI2019_SP_9 SSSCI2019_O_33	ภูวสิทธิ์ ภูลวรรณ Mr.Phoowasit Phoolawan	มหาวิทยาลัย ราชภัฏสกลนคร	พฤติกรรมป้องกันโรคเบาหวานของประชาชนกลุ่มเสี่ยงในตำบลจันทอน อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร	National

No.	Time	Paper Code/ Registration Code	Name	Institute	Topic	International/ National
6.	13.30-13.45	SSSCI2019_SP_29 SSSCI2019_O_219	ดาวิณี ชินวงศ์ Dawinee Chinnawong	มหาวิทยาลัย ราชภัฏสุรินทร์	การศึกษาผลของตำรับยาพอกเข้าในผู้ป่วยข้อ เข่าเสื่อม ณ โรงพยาบาลสังขะและโรงพยาบาล ส่งเสริมสุขภาพตำบลม อำเภอสังขะ จังหวัด สุรินทร์	National
7.	13.45-14.00	SSSCI2019_SP_30 SSSCI2019_O_233	เอกสิทธิ์ ไชยปิ่น	มหาวิทยาลัย ราชภัฏนครราชสีมา	การพัฒนารูปแบบกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพโดย กระบวนการมีส่วนร่วมของผู้สูงอายุ เทศบาล ตำบลหนองบัว อำเภอไชยปราการ จังหวัด เชียงใหม่	National
8.	14.00-14.15	SSSCI2019_SP_31 SSSCI2019_O_232	Preetiwat Wonnabussapawich	มหาวิทยาลัย ราชภัฏนครราชสีมา	ผลของโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่ ส่งผลต่อสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาระดับ มัธยมศึกษาจังหวัดนครราชสีมา	National
9.	14.15-14.30	SSSCI2019_SP_32 SSSCI2019_O_238	จิตติมา ถ้ายอง	วิทยาลัยการสาธารณสุข สิรินธร	ประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนการ สอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักเรื่องการดูแลรักษา ผู้ป่วยระบบหัวใจและหลอดเลือดต่อผลสัมฤทธิ์ การเรียนรู้ ทักษะการแก้ปัญหา การทำงานเป็น ทีม และความคิดเห็นของนักศึกษา หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาปฏิบัติการ ฉุกเฉินการแพทย์ วิทยาลัยการสาธารณสุข สิรินธร จังหวัดตรัง	National
10	14.30-14.45	SSSCI2019_SP_33 SSSCI2019_O_241	อัสมาต์ ใจเที่ยง	มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครศรีธรรมราช	คุณภาพชีวิตและภาวะโภชนาการของเกษตรกร ชาวสวนยางพื้นที่ตำบลนาเคียน อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช	National
14.45-15.00				Refreshment Break		
11.	15.00-15.15	SSSCI2019_SP_8 SSSCI2019_O_32	ทิพย์วารินทร์ เบญจนิรัตน์ Tipvarin Benjanirut	มหาวิทยาลัยราชภัฏ สวนสุนันทา	ความต้องการและการเข้าถึงบริการด้านสุขภาพ ของผู้สูงอายุในชนบทจังหวัดสมุทรสงคราม	National

Poster Presentation

SsSci ^{2nd} conference
2019

Phanurangsi Ballroom, 1st floor front area: หน้าห้องประชุมภาณุรังษี ชั้น 1

Conference Schedule: กำหนดการนำเสนอผลงาน

- 11.00-16.00 Poster presentation for participation
- 13.00-15.00 Poster presentation for evaluation committee (นำเสนอผลงานและการตรวจให้คะแนนโดยกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ)
- 15.00-16.00 Poster presentation awards ceremony (พิธีมอบรางวัลนำเสนอผลงานวิชาการประเภทโปสเตอร์)

No.	Paper Code/ Registration Code	Topic	Theme	Name	Institute
1.	SSSCI2019_CS_22 SSSCI2019_P_142	การจำแนกนักศึกษาตามคุณลักษณะและคณะที่เรียน โดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีต้นไม้การตัดสินใจ กรณีศึกษานักศึกษามหาวิทยาลัยหอการค้าไทย	Computer Science and Information Technology	สิริธร เจริญรัตน์ Sirithorn Jalearnrat	มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
2.	SSSCI2019_CS_27 SSSCI2019_P_159	โมเดลการทำนายพฤติกรรมความเสี่ยงการเกิดภาวะความเครียดทางการเมือง	Computer Science and Information Technology	สมจินต์ จันทระเจษฎากร Somjin Junatarajessadkorn	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
3.	SSSCI2019_CS_30 SSSCI2019_P_165	การประยุกต์วิธีการเอไอลำดับสำหรับกิจกรรมในการเรียนการสอน	Computer Science and Information Technology	สกวรัตน์ จงพัฒนานกร Sakauwrat Jongpattanakorn	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4.	SSSCI2019_CS_33 SSSCI2019_P_211	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำนายสีหมึกพิมพ์ยูวีเฟล็กโซกราฟีบนฉลากพอลิโพรพิลีนโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมและซอฟต์แวร์การทำนายสี	Computer Science and Information Technology	ณัฐวิทย์ โสหา Natthawut Soha	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5.	SSSCI2019_MA_4 SSSCI2019_P_78	ทัศนคติและพฤติกรรมของนิสิตระดับปริญญาตรีมหาวิทยาลัยบูรพา ที่มีต่อการใช้บริการรถตู้โดยสารเส้นทางกรุงเทพฯ (รังสิต) – บางแสน	Mathematics and Statistics	ปรียารัตน์ นาคสุวรรณ Preyarat Naksuwan	มหาวิทยาลัยบูรพา

No.	Paper Code/ Registration Code	Topic	Theme	Name	Institute
6.	SSSCI2019_MA_11 SSSCI2019_P_189	Stratified Unified Ranked Set Sampling for Asymmetric Distributions	Mathematics and Statistics	Chainarong Pianpailoon	Sakon Nakhon Rajabhat University
7.	SSSCI2019_MA_12 SSSCI2019_P_193	ความสัมพันธ์ระหว่างลำดับจากคอปและลำดับพี โบนซ์ซีดัดแปลง	Mathematics and Statistics	ณัฐฉิณีย์ คงนวล Nattinee Khongnual	มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครศรีธรรมราช
8.	SSSCI2019_MA_13 SSSCI2019_P_205	ผลกระทบของปริมาณน้ำฝนที่มีผลต่อตัวแบบ สำหรับโรคมือ เท้า ปาก	Mathematics and Statistics	กิตติภัทร พลเดช Kittipat Pondach	มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครศรีธรรมราช
9.	SSSCI2019_PH_8 SSSCI2019_P_40	การเตรียมไม้เทียมจากพลาสติก และเส้นใย มะพร้าว	Physics and Energy	สิงหนเดช แดงจวง Singhadej Tangjuank	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
10.	SSSCI2019_PH_11 SSSCI2019_P_64	Energy Absorption and Exposure Buildup Factors for Coconut fiber gypsum board	Physics and Energy	Kittisak Sriwongsa	มหาวิทยาลัยศิลปากร
11.	SSSCI2019_PH_12 SSSCI2019_P_65	Evaluation of radiation shielding properties for samarium bismuth borate glasses	Physics and Energy	Kittisak Sriwongsa	มหาวิทยาลัยศิลปากร
12.	SSSCI2019_PH_13 SSSCI2019_P_66	Evaluated shielding radiation and exposure build up factor for La ₂ O ₃ based glasses	Physics and Energy	Kittisak Sriwongsa	มหาวิทยาลัยศิลปากร
13.	SSSCI2019_PH_14 SSSCI2019_P_94	Energy Conservation of Split Type Air Conditioner in Mechanical Engineering Department Building of RMUTL Tak	Physics and Energy	Yuttana Sriudom	Rajamangala University of Technology Lanna Tak
14.	SSSCI2019_PH_15 SSSCI2019_P_110	การประยุกต์วิธีการหาค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าของ ชั้นดินเพื่อค้นหาแหล่งน้ำบาดาล และการแก้ภัย แล้ง	Physics and Energy	ธนวัฒน์ รุ่งสูงเนิน Thanawat RangSungnoen	NakhonRatchasima Rajabhat University
15.	SSSCI2019_PH_16 SSSCI2019_P_111	Development of quantum mechanics learning by integrated teaching using normal scattering effects on charge transport in a metal/superconductor junction	Physics and Energy	ภาณุพัฒน์ ชัยวร Panupat Chaiworn	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
16.	SSSCI2019_PH_19 SSSCI2019_P_131	ประสิทธิภาพของเครื่องย่อยชีวมวลและเครื่องอัด แท่งเชื้อเพลิงจากเศษเหลือทิ้งทางการเกษตร	Physics and Energy	พงษ์ศักดิ์ จิตตบุตร Pongsuk Jittabut	มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครราชสีมา

No.	Paper Code/ Registration Code	Topic	Theme	Name	Institute
17.	SSSCI2019_PH_20 SSSCI2019_P_143	อิทธิพลของการปรับสภาพทางความร้อนต่อ โครงสร้างจุลภาคและสมบัติของผิวพื้นเคลือบ ความร้อนของโลหะผสมนิกเกิล-โครเมียม-โม ลิบดีนัม-อะลูมิเนียม	Physics and Energy	อรัชพร ศรีจันทร์ Aradchaporn Srichen	Chiang Mai University
18.	SSSCI2019_PH_21 SSSCI2019_P_151	การเผาถ่าน วิธีดั้งเดิมของชุมชนในบริเวณอ่างเก็บ น้ำห้วยเสนง	Physics and Energy	ลำพูน เหลลาราช Lumpoon Laorach	มหาวิทยาลัยราชภัฏ สุรินทร์
19.	SSSCI2019_PH_22 SSSCI2019_P_154	การเตรียม เฟสโครงสร้างและสมบัติทางไดอิเล็ก ตริกของวัสดุเซรามิก Na1/3Ca1/3Yb1/3Cu3Ti4O12	Physics and Energy	จุฑาพล จำปาแถม Jutapol Jumpatam	มหาวิทยาลัยราชภัฏ สุรินทร์
20.	SSSCI2019_PH_24 SSSCI2019_P_161	โครงสร้างโฟโตนิกส์คริสตัลของด้วงขาโต <i>Carvedon serratus</i> Olivier เพศผู้	Physics and Energy	ฐิติพร เจาะจง Thitiporn Jorjong	มหาวิทยาลัยราชภัฏ พิบูลสงคราม
21.	SSSCI2019_PH_26 SSSCI2019_P_167	Conductive Composite Paper from Cellulose Fiber by in situ polymerization of pyrrole	Physics and Energy	Siripassorn Sukkhawuttigit	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์ รังสิต
22.	SSSCI2019_PH_28 SSSCI2019_P_195	การเตรียมและศึกษาคุณสมบัติเฉพาะของถ่านกัม มันต์จากกล้วยน้ำว้า โดยวิธีการกระตุ้นด้วย โพแทสเซียมคาร์บอเนต	Physics and Energy	ภาคิน อินทร์จิตจ้อย พรทิพย์ ภูมิยิ่ง	มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครสวรรค์
23.	SSSCI2019_CH_1 SSSCI2019_P_54	การใช้ตัวดูดซับแบบผสมสำหรับการเก็บตัวอย่าง สารก่อเพลิงชนิดเหลวตกค้าง	Chemistry and Forensic science	นิสาลักษณ์ ทาเครือ Nisalak Thakheru	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
24.	SSSCI2019_CH_2 SSSCI2019_P_75	การสังเคราะห์ถ่านกัมมันต์จากเปลือกผสมจุลสับปะรด ด้วยการกระตุ้น โดยใช้โพแทสเซียม ไฮดรอกไซด์ และ โซเดียมไฮดรอกไซด์	Chemistry and Forensic science	พูนฉวี สมบัติศิริ Punchavee Sombatsiri	มหาวิทยาลัยราชภัฏ ลำปาง
25.	SSSCI2019_CH_4 SSSCI2019_P_109	Synthesis and Evaluation of Molecularly Imprinted Polymer as a Selective Material for Vanillin	Chemistry and Forensic science	วีรณัฐ คฤหานนท์ Wiranut Karuehanon	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
26.	SSSCI2019_CH_5 SSSCI2019_P_129	การปรับปรุงคุณภาพของผ้าไหมด้วยสаниมเหล็ก	Chemistry and Forensic science	วีรญา สิงคินภา Weeraya singkanipa	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

No.	Paper Code/ Registration Code	Topic	Theme	Name	Institute
27.	SSSCI2019_CH_8 SSSCI2019_P_168	Participation of Evidence Collection in Forensic Science by the Foundation Officer	Chemistry and Forensic science	Somchart Ketpan	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
28.	SSSCI2019_CH_9 SSSCI2019_P_170	Effects of PEG-based triazolyl substituents on copper-catalyzed aerobic alcohol oxidation	Chemistry and Forensic science	ชมทิตา บ่อทรัพย์ Chomtisa Borsap	มหาวิทยาลัยมหิดล
29.	SSSCI2019_CH_10 SSSCI2019_P_178	Formulation of Calcium Tablets by Direct Compression Tableting	Chemistry and Forensic science	Auttapol Hogjalern	Chulalongkorn University
30.	SSSCI2019_CH_13 SSSCI2019_P_198	Rapid Analysis of Alpha-Mangostin Content in Mangosteen Pericarps by Near-Infrared Spectroscopy	Chemistry and Forensic science	ศุมาพร เกษมสำราญ Sumaporn Kasemsumran	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
31.	SSSCI2019_CH_15 SSSCI2019_P_208	การศึกษาองค์ประกอบเคมี และประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรพื้นบ้านต่อการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคไหม้ข้าว	Chemistry and Forensic science	วัชรภรณ์ ทาหาร Watcharaporn Thahan	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
32.	SSSCI2019_CH_16 SSSCI2019_P_209	การเตรียมและการวิเคราะห์ลักษณะของอิมัลชันเชิงซ้อนที่เตรียมได้จากน้ำมันถั่วดาวอินคาด้วยเทคนิคสองขั้นตอน	Chemistry and Forensic science	ภัทรฤทัย ปัญหานไรวินท์ Pattararuethai Piyachanraiwin	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
33.	SSSCI2019_CH_17 SSSCI2019_P_210	Selection of alternative commercial amine solutions for acid gases removal	Chemistry and Forensic science	Aomkwan Lueadkrungsri	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
34.	SSSCI2019_CH_18 SSSCI2019_P_216	การตรวจวัดปริมาณโปรตีนบนผลิตภัณฑ์จากยางธรรมชาติ ด้วยเทคนิคพื้นผิวขยายสัญญาณรามาน	Chemistry and Forensic science	Apichat Phengdaam	Prince of Songkla University
35.	SSSCI2019_BT_3 SSSCI2019_P_63	ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบของฝอยทองต่อการควบคุมไรโซปลาในเห็ดหูหนู	Biology, Biotechnology and Microbiology	Suphak Kondara สุภัก คณดารา	Pibulsongkram Rajabhat University
36.	SSSCI2019_BT_4 SSSCI2019_P_67	การศึกษาเชื้อราที่ก่อโรคเน่าในมันสำปะหลังในเขตอำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก	Biology, Biotechnology and Microbiology	อารียา ประเสริฐกรรณ์ Arriya Prasertgun	Pibulsongkram Rajabhat University

No.	Paper Code/ Registration Code	Topic	Theme	Name	Institute
37.	SSSCI2019_BT_6 SSSCI2019_P_79	การเปรียบเทียบวัสดุฝังชนิดต่าง ๆ เพื่อทำพรรณไม้แห้งแบบสามมิติ ที่เก็บรักษาด้วยพอลิเอสเตอร์เรซิน	Biology, Biotechnology and Microbiology	พรอนันต์ บุญก่อน Pornanan Boongorn	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
38.	SSSCI2019_BT_7 SSSCI2019_P_82	ผลของการต้มและการนึ่งต่อศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของผักโขม	Biology, Biotechnology and Microbiology	ชนิกานุจน์ จันทร์มาทอง Chanikan Junmatong	มหาวิทยาลัยราชภัฏ พิบูลสงคราม
39.	SSSCI2019_BT_10 SSSCI2019_P_101	ผลของสารสกัดจากใบและผลตีปัสติการยับยั้งเชื้อ <i>Penicillium digitatum</i> และ <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> สาเหตุโรคพืช	Biology, Biotechnology and Microbiology	อังคณา เชื้อเจ็ดตน Angkana Chuajedton	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
40.	SSSCI2019_BT_13 SSSCI2019_P_124	Using ultrafiltration technique for concentrate influenza virus from the supernatant.	Biology, Biotechnology and Microbiology	ทรศนีย์ บุญยทรศนีย์ Darsaniya Punyadarsaniya	Mahanakorn University of technilogy
41.	SSSCI2019_BT_14 SSSCI2019_P_125	Screening and identification of the phytase producing bacteria isolated from natural environments and swine manure	Biology, Biotechnology and Microbiology	สงกรานต์ เชื้อครุฑ Songkran Chuakrut	Naresuan University
42.	SSSCI2019_BT_18 SSSCI2019_P_133	ผลของสารสกัดมะขามเครือต่อการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค	Biology, Biotechnology and Microbiology	หฤทัย ไทยสุชาติ Haruthai Thaisuchat	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
43.	SSSCI2019_BT_19 SSSCI2019_P_134	การศึกษาขนาดและรูปแบบของโปรตีนไวเทลลินในแม่พันธุ์กึ่งกลาดำที่ได้รับอาหารผสมฮอร์โมน 17 β -estradiol	Biology, Biotechnology and Microbiology	ศรีภาพรณ ธาระนารถ Sripapan Tharanart	มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขต จันทบุรี
44.	SSSCI2019_BT_22 SSSCI2019_P_183	ผลของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสารสกัดใบมะรุมในการป้องกันความเป็นพิษของเอทานอลในยีสต์ <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Biology, Biotechnology and Microbiology	วิสุตา ชุมสวัสดิ์ Wisuta Chumsawat	Mahidol University
45.	SSSCI2019_BT_24 SSSCI2019_P_201	แบคทีเรียจากลำไส้ของสัตว์ที่มีศักยภาพย่อยกลากาแฟสำหรับผลิตกาแฟหมักระดับอุตสาหกรรม	Biology, Biotechnology and Microbiology	ธีรวัฒน์ งามนอก Teerawat Ngamnok	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
46.	SSSCI2019_BT_26 SSSCI2019_P_215	ประสิทธิภาพของเจลแถมสีจากสารสกัดกระเทียมและข่าสำหรับการยับยั้งสี	Biology, Biotechnology and Microbiology	สุวิชญา บัวชาติ Suwichaya Buachard	มหาวิทยาลัยราชภัฏ กำแพงเพชร

No.	Paper Code/ Registration Code	Topic	Theme	Name	Institute
47.	SSSCI2019_BT_27 SSSCI2019_P_217	การสกัดคอลลาเจนชนิดที่ 2 จากเศษของครีปปลาหมึกซึ่งเป็นของเสียในอุตสาหกรรมอาหารทะเล	Biology, Biotechnology and Microbiology	Siripong Somsiriwon	Chulalongkorn University
48.	SSSCI2019_BT_30 SSSCI2019_P_223	ผลของสารสกัดหยาบจากกล้วยไม้ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิด	Biology, Biotechnology and Microbiology	วิมลรัตน์ พจนไทรทิพย์ Wimonrat Phottraithip	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
49.	SSSCI2019_BT_35 SSSCI2019_P_234	การศึกษาเบื้องต้นถึงความหลากหลายชนิดและสังคมพืชในป่าผลัดใบภายหลังการสัมปทานทำไม้ บริเวณป่าชุมชนบ้านทุ่งฮ้าง อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง	Biology, Biotechnology and Microbiology	ชัตนารี มีสุขโข	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
50.	SSSCI2019_EN_11 SSSCI2019_P_100	การศึกษาคุณภาพน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปในกระบวนการแช่ฟอกเปลือกปอกระเจา	Environmental science and technology	ประภา โชะสลาม Prapa Sohsalam	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
51.	SSSCI2019_EN_12 SSSCI2019_P_102	การลดฝุ่นขนาด 2.5 ไมครอนด้วยการติดตั้งแผงบังแดดพร้อมพืชใบแคบและใบกว้าง	Environmental science and technology	เอกรัตน์ ปานแร่ Akarat Panrare	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
52.	SSSCI2019_EN_14 SSSCI2019_P_81	ความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในน้ำและคุณภาพน้ำผิวดิน ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว)	Environmental science and technology	ศิริรัตน์ จิตบรรเทา Silorat Jitbanthao	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
53.	SSSCI2019_EN_31 SSSCI2019_P_187	ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและไดอะตอมในชุมชนซีแพกเย็ดเกาะ เพื่อหาแนวโน้มในการประยุกต์ใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำ	Environmental science and technology	เอกชัย ญาณะ Ekkachai Yana	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
54.	SSSCI2019_FT_2 SSSCI2019_P_25	ผลของฟอสเฟต น้ำและโซเดียมต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์หมูสับ	Food Science and Home Economics	มาลี ชัมศรีสกุล Malee Simsriskul	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
55.	SSSCI2019_FT_4 SSSCI2019_P_31	ผลของโซเดียมแลคเตทที่มีต่อคุณภาพเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็งที่ผลิตจากปลายี่สก(<i>Probarbus jullieni</i>)	Food Science and Home Economics	ปัทมา ภาสุถาน Pattama Phasuthan	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
56.	SSSCI2019_FT_6 SSSCI2019_P_41	ออกแบบและพัฒนาเครื่องคัดแยกข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องแบบตะแกรงโยก สำหรับโรงสีข้าวชุมชน	Food Science and Home Economics	สุกัญญา ทองโยธี Sukanya Thongyothee	มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ วิทยาเขตขอนแก่น

No.	Paper Code/ Registration Code	Topic	Theme	Name	Institute
57.	SSSCI2019_FT_7 SSSCI2019_P_49	การสกัดและความคงตัวของแอนโธไซยานินจาก ข้าวหอมมะลิสีน้ำเงิน	Food Science and Home Economics	Wipada Siri-anusornsak วิภาดา ศิริ อนุสรณ์ศักดิ์,	Kasetsart University
58.	SSSCI2019_FT_8 SSSCI2019_P_61	การใช้มอลทิทอลทดแทนน้ำตาลซูโครสใน เมอแรงค์	Food Science and Home Economics	ภรณ์ ลิ้มปิสุต Pouranee Limpisut	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าพระนครเหนือ
59.	SSSCI2019_FT_9 SSSCI2019_P_62	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวพองปราศจากน้ำมันจาก ข้าวกล้องหับทิมชุมแพ	Food Science and Home Economics	กมลทิพย์ มั่นภักดี Kamontip Manpakdee	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าพระนครเหนือ
60.	SSSCI2019_FT_11 SSSCI2019_P_72	Development of high anthocyanin crispy rice bar	Food Science and Home Economics	Nuttawut Lainumngen	Institute of Food Research and Product Development
61.	SSSCI2019_FT_16 SSSCI2019_P_96	การศึกษาสำหรับอาหารไทยทรงดำตามประเพณี กรณีศึกษา : ตำบลบ่อทอง อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก	Food Science and Home Economics	วรรณิสา สุตวังยาง Wannisa Sutwangyang,	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูล สงคราม
62.	SSSCI2019_FT_17 SSSCI2019_P_97	การศึกษาดำรงอาหารพื้นบ้านชาวไท-ยวน กรณีศึกษา : หมู่บ้านสมอแข ตำบลสมอแข อำเภอ เมือง จังหวัดพิษณุโลก	Food Science and Home Economics	บันฑิตา ทับทิมเพชรรางกูล Bantita Tubtimpeachranggul	มหาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
63.	SSSCI2019_FT_24 SSSCI2019_P_185	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตน	Food Science and Home Economics	ปวีณสุดา ชีปนวัฒนา Paweesuda Keepanawattana	Kasetsart University
64.	SSSCI2019_SP_11 SSSCI2019_P_39	Effects of walking meditation and massage on neuropathic symptoms in persons with type-2 diabetic peripheral neuropathy	Sports and Health Science	พิชญา สุขไพบูลย์ Ms.Pichaya Sukphaibool	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
65.	SSSCI2019_SP_12 SSSCI2019_P_60	A Research of Model of Professional Basketball Management for Professional Basketball Players	Sports and Health Science	Jatuporn Banroengsanoh	Kasetsart University
66.	SSSCI2019_SP_13 SSSCI2019_P_113	ความรู้ ทักษะ การปฏิบัติในการดูแลสุขภาพ ช่องปาก และสภาวะทันตสุขภาพของนักเรียน มัธยมศึกษาตอนต้น อำเภอมะนัง จังหวัด อุบลราชธานี	Sports and Health Science	Banhan Aemprakhon	วิทยาลัยการสาธารณสุข สิรินธร

No.	Paper Code/ Registration Code	Topic	Theme	Name	Institute
67.	SSSCI2019_SP_14 SSSCI2019_P_118	การจัดการกองทุนหลักประกันสุขภาพระดับ ท้องถิ่นหรือพื้นที่ กรณีศึกษาองค์การบริหารส่วน ตำบลบัวงาม อำเภอดงหลวง จังหวัดอุบลราชธานี Factors Related to achievement of Athlete	Sports and Health Science	Sarawut Saiboon	วิทยาลัยการสาธารณสุข สิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี
68.	SSSCI2019_SP_16 SSSCI2019_P_135	at Institute of Physical Education participating in the University Games of Thailand.	Sports and Health Science	Thitipong Sukdee	มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ
69.	SSSCI2019_SP_19 SSSCI2019_P_138	ความชุกของฮีโมโกลบินอีในกลุ่มชาติพันธุ์ลาวเทิง ในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว	Sports and Health Science	Amkha Sanephonasa	Chulalongkorn University
70.	SSSCI2019_SP_20 SSSCI2019_P_139	ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการซื้อยาของประชาชน ในตำบลเชียงดา อำเภอสว่างคอม จังหวัดอุดรธานี	Sports and Health Science	สรญา แสนมานน Soraya Saenmanot	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
71.	SSSCI2019_SP_22 SSSCI2019_P_177	The Development of Promoting Model for Quality of Life of Elderly with a Retro Dance	Sports and Health Science	Atthaphol Rodkaew	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูล สงคราม
72.	SSSCI2019_SP_23 SSSCI2019_P_179	การพัฒนาโปรแกรมการเสริมสร้างการรับรู้ ความสามารถของตนเองในการป้องกันการ ตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร	Sports and Health Science	ชลดา กิ่งมาลา Chonlada Kingmala	วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี สุรินทร์
73.	SSSCI2019_SP_24 SSSCI2019_P_180	การศึกษาความเครียดและการเผชิญความเครียด ในญาติผู้ดูแลผู้สูงอายุที่เจ็บป่วยด้วยโรคเรื้อรังใน ชุมชน	Sports and Health Science	ภาวิณี แผงสุข Pavinee Pangsuk	วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี สุรินทร์
74.	SSSCI2019_SP_25 SSSCI2019_P_188	ความรู้และทัศนคติต่อวิชาชีพสาธารณสุข ของ นักศึกษาสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ สุรินทร์	Sports and Health Science	นราวุธ สิ้นสุพรรณ Narawut Sinsupun	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
75.	SSSCI2019_SP_26 SSSCI2019_P_231	พฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ และ พฤติกรรมการสูบบุหรี่ของนักศึกษาชั้นปี 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์	Sports and Health Science	นภา วงษ์ศรี Napha Wongsri	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

No.	Paper Code/ Registration Code	Topic	Theme	Name	Institute
76.	SSSCI2019_SP_27 SSSCI2019_P_204	Enhancement of visual perception in primary education: A case study of Mae Tha school, Lampang province	Sports and Health Science	Chatsuda Mata	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
77.	SSSCI2019_SP_28 SSSCI2019_P_218	พฤติกรรมอนามัยที่เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการติดเชื้อพยาธิกับภาวะโภชนาการของประชาชนโดยรอบอ่างเก็บน้ำสำคัญในจังหวัดสุรินทร์	Sports and Health Science	จีระเดช อินทเจริญสานต์ Jeeradach Intajarurnsan	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
78.	SSSCI2019_CS_2 SSSCI2019_O_5	การพัฒนาซอฟต์แวร์อ่านบทคัดย่อรูปเล่มโครงงานวิทยาการคอมพิวเตอร์	Computer Science and Information Technology	นินาณาด เตชะเพชรไพบูลย์ Nisanart Tachpetpaiboon	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
79.	SSSCI2019_CS_3 SSSCI2019_O_9	การพยากรณ์ปริมาณฝุ่น PM2.5 โดยใช้วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูลกรณีศึกษา: กรุงเทพฯ เขตบางรัก	Computer Science and Information Technology	ทศภูมิ รันระนา Tusaphum Runrana	มหาวิทยาลัยสยาม
80.	SSSCI2019_PH_3 SSSCI2019_O_13	กัมมันตภาพรังสีในทรายชายหาด	Physics and Energy	อมรา อธิพิงษ์ Ammara Ittipongse	Suan Sunandha Rajabhat
81.	SSSCI2019_BT_16 SSSCI2019_O_90	การใช้แอคติโนมัยซีทด้านทานแคดเมียมกับพืชร่วมกันในการส่งเสริมการบำบัดแคดเมียมในดินปนเปื้อน	Biology, Biotechnology and Microbiology	ภัสราภรณ์ ฐูปเพ็ง Patsaraporn Thooppeng	Mahidol University
82.	SSSCI2019_BT_17 SSSCI2019_O_98	ความสามารถของแอคติโนมัยซีทด้านทานแคดเมียมในการกำจัดแคดเมียมออกจากน้ำและการละลายแคดเมียมในดิน	Biology, Biotechnology and Microbiology	โชตินันท์ จันประดิษฐ์ Chotinan Junpradit	Mahidol University
83.	SSSCI2019_BT_25 SSSCI2019_O_206	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้านเชื้อแบคทีเรีย และต้านการเกิดไบโอฟิล์มของสารสกัดสารสกัด จี๋ฉั่วต่อเชื้อในช่องปาก	Biology, Biotechnology and Microbiology	วรพรรณณี เผ่าทองสุข Worapannee Powtongsook	มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
84.	SSSCI2019_BT_34 SSSCI2019_O_738	ผลของ Non-albicans <i>Candida</i> species ร่วมกับ <i>Streptococcus mutans</i> ต่อความสามารถในการก่อโรคฟันผุ	Biology, Biotechnology and Microbiology	วิรัชพัชร แสนเสนาะ Wirunphat Sansanoa	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
85.	SSSCI2019_FT_29 SSSCI2019_O_785	การพัฒนาคุณภาพน้ำมันปาล์มสำหรับการทอดอาหารโดยใช้สารสกัดจากสมุนไพร	Food Science and Home Economics	ปริญญญา จิยพิงค์	กรมวิทยาศาสตร์บริการ

No.	Paper Code/ Registration Code	Topic	Theme	Name	Institute
86.	SSSCI2019_SP_17 SSSCI2019_O_55	ประสิทธิภาพของการสอนด้วยชุดสื่อวีดิทัศน์เรื่อง การเช็ดตัวลดไข้ โดยประยุกต์ทฤษฎีแรงจูงใจใน การป้องกันโรคของผู้ดูแลเด็กป่วยแผนกศัลยกรรม เด็ก โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย	Sports and Health Science	ฐมาพร เชี่ยวชาญ Tamaporn Chaiwcharn	มหาวิทยาลัย ศรีนคริน ทรวิโรฒ

กลุ่มที่ 6

วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยี Environmental Science and Technology

ชื่อเรื่อง	หน้า
การวิเคราะห์แผนเผชิญเหตุทุกภัยระดับจังหวัดของประเทศไทย พรทิพย์ วิมลทรง, กานตติดา บุญมา, บุญยมาศ เหมณี, ธนา จารุพันธุ์เศรษฐ์, พงศพล ปลอดภัย และ ธนบดี ครองยุติ	6-1
การผลิตก๊าซไฮเทนชีวภาพจากของเสียทางการเกษตรและอุตสาหกรรม ชำนาญพงษ์ เฉลิมเฝ้า, จารุวรรณ วงคทะเนตร, อัจฉรา อัสวรจุลชัย และ บัณฑิต ขาญณรงค์	6-11
แนวทางการจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ณัฐพร จิระวัฒนาสมกุล, ภัทรลภา ฐานวิเศษ, สโรชา บุญเรือง, อัญชลีพร โคตรธรรม และ วีราวัฒน์ สุพิมล	6-21
การประเมินการบอนฟุตพริ้นท์จากกิจกรรมของตลาดชุมชน ทศพร นิละไพจิตร และ ศศิธร พุทธวงษ์	6-30
การลดฝุ่นขนาด 2.5 ไมครอนด้วยการติดตั้งแผงบังแดดพร้อมฟิซไบแคบและไบควาง เอกรัตน์ ปานแร่ และ อรรจน เศรษฐบุตร์	6-39
การวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ด้วย GIS เพื่อเลือกที่ตั้งโรงงานแปรรูปขยะมูลฝอยเป็นพลังงานในจังหวัดปทุมธานี วิเวียน จุลมนต์ และ วันวิสาข สกลภาพ	6-47
ความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในน้ำและคุณภาพน้ำผิวดิน ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (สวนทะเลแก้ว) ศิริรัตน์ จิตบรรเทา, ณัฐวรรณ สุขจะ, อรชร นิมาจารย์, สุพัตรา เอี่ยมนาค และสุขสมาน สังโยคะ	6-57
การคัดแยกแบคทีเรียดักจับคาร์บอนที่สร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพและสภาวะที่เหมาะสม ในการสร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ กิตติมา เกตุสอาด, เบญจวรรณ ประภักดี, วิชญา รังคสยามานนท์ และ จารุวรรณ วงคทะเนตร	6-67
การศึกษาคุณภาพน้ำจากตู้หมักหมยทอดเหี่ยวบริเวณรอบ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต กิตติยา จำรูญทิพวรรณ และ วณิดา ชูอักษร	6-76

ชื่อเรื่อง	หน้า
การประเมินปริมาณการใช้ไฟฟ้าและผลกระทบต่อความขาดแคลนน้ำ ในการผลิตกระแสไฟฟ้า อภิรณันท์ พงจิตภักดิ์, เพชญ์ เตชรัตน์, บัณฑิต เอมะรุจิ, กอบแก้ว มโนมัยพิบูลย์ และ วิมล สอนแจ่ม	6-84
การศึกษาผลกระทบจากปัญหาภาวะหมอกควันต่อปัญหาสุขภาพอนามัยของประชาชน ที่มาเข้ารับบริการที่โรงพยาบาลเชียงใหม่ เชียงราย นายไพบูลย์ แจ่มพงษ์ และ นางสาวชวิศา เจียสกุล	6-92
การติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนจังหวัดสมุทรสงคราม ด้วยเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล วลัยพร ผอนผัน, มินตรา วงษากาด และ ดารุณี ระวังภัย	6-99
การศึกษาการมีส่วนร่วมของชุมชนด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมบริเวณรอบโรงไฟฟ้าพลังน้ำ เขื่อนศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี ณิชา วงศ์สองจา, ณรงค์ กุลนิตเทศ และ ศุภสิทธิ์ พูลบุญโญ	6-108
การเลือกเทคโนโลยีเตาเผาที่เหมาะสมสำหรับการแปรขยะมูลฝอยเป็นพลังงาน กรณีศึกษา จังหวัดปทุมธานี นฤพร เวชกุลชัย และ วันวิสาข์ สกลภาพ	6-116
Mining waste separation behavior related factors Suwimon Kooptiwoot and Chaisri Tharasawatpipat	6-126
Development of a garbage bin selection expert system For waste separation Suwimon Kooptiwoot and Chaisri Tharasawatpipat	6-133
ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและไดอะตอมในชุมชนแบบยี่ดเกาะ เพื่อหาแนวโน้มในการประยุกต์ใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำ เอกชัย ญาณะ, ณัฐพล ชูนาม และ อุบลวรรณ กำลั่วง	6-141

ชื่อเรื่อง	หน้า
ความหลากหลายชนิด ความชุกชุมและความคล้ายคลึงของนกในถิ่นที่อยู่อาศัยของนก บริเวณชายฝั่งทะเล เพื่อการอนุรักษ์และการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม นิธินาถ เจริญโกคราช และ เพชรพนม จิตมั่น	6-152
การประเมินศักยภาพการเก็บกักคาร์บอนของต้นตาลในจังหวัดเพชรบุรี ปัทมาพร ยอดสันติ, นพพล มิ่งเมือง, เบญจมาศ เปียเนตร, ภัททิรา กตะศรีลา และ สิริพร มาเมือง	6-160

การวิเคราะห์แผนเผชิญเหตุอุทกภัยระดับจังหวัดของประเทศไทย

พรทิพย์ วิมลทรง¹ กานต์ธิดา บุญมา¹ บุษยมาศ เหมณี¹ ธนา จารุพันธุ์เศรษฐ์¹
พงศ์พล ปลอดภัย¹ และธนบดี ครองยุติ²

¹สาขาการจัดการภัยพิบัติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

²กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาโครงสร้างแผนเผชิญเหตุอุทกภัยระดับจังหวัด ฉบับปีพุทธศักราช 2561 ของประเทศไทย โดยการวิเคราะห์ความสมบูรณ์และหาข้อแนะนำในการพัฒนาแผนเผชิญเหตุอุทกภัยระดับจังหวัดของประเทศไทยให้ครบถ้วนสมบูรณ์ตามแผนการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยแห่งชาติ ปีพุทธศักราช 2558 การจัดทำแผนเผชิญเหตุควรมีองค์ประกอบ 14 ข้อ ผลการศึกษาพบว่า แผนเผชิญเหตุอุทกภัยระดับจังหวัด ฉบับปีพุทธศักราช 2561 มีองค์ประกอบของแผนขั้นต่ำจำนวน 7 องค์ประกอบ และแผนเผชิญเหตุอุทกภัยระดับจังหวัดที่มีความครบถ้วนสมบูรณ์มากที่สุดคือจำนวน 14 องค์ประกอบ มีเพียง 1 จังหวัด โดยองค์ประกอบด้านข้อมูลสถานการณ์สาธารณภัยและวัตถุประสงค์ของการจัดทำแผนเผชิญเหตุเป็นองค์ประกอบที่พบมากที่สุด รองลงมาคือ แผนการสื่อสารและโทรคมนาคม และการแจ้งเตือน จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้านความครบถ้วนขององค์ประกอบของข้อมูลและความบกพร่องของแผนเผชิญเหตุระดับภูมิภาค พบว่า องค์ประกอบที่มีช่องว่างมากที่สุดคือ แผนอำนวยความสะดวกด้านคมนาคม รองลงมาคือ แผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัย สถิติข้อมูลการเกิดภัย และแผนการอพยพตามลำดับ โดยความสมบูรณ์ของแผนเผชิญเหตุอุทกภัยระดับจังหวัดที่มากกว่า 12 องค์ประกอบขึ้นไป ในภาคใต้คิดเป็นร้อยละ 57.14 ในขณะที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการดำเนินการเพียงร้อยละ 20 ดังนั้น แนวทางในการผลักดันสู่การจัดทำแผนเผชิญเหตุอุทกภัยฉบับสมบูรณ์ต้องมีทั้งในเชิงนโยบายและระดับการปฏิบัติการ โดยในเชิงนโยบายควรเปิดโอกาสและสร้างช่องทางให้ชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการแก้ไขปรับปรุงแผนเผชิญเหตุอย่างเป็นรูปธรรม รวมทั้งการสร้างกลไกในการทำงานร่วมกับหน่วยงานองค์กรภาคีในทุกระดับ เพื่อปรับปรุงช่องว่างของแผนเผชิญเหตุอย่างต่อเนื่อง และศึกษาแนวทางการปฏิบัติงานเมื่อเกิดเหตุสาธารณภัยขึ้นจริงว่าเป็นไปตามแผนที่วางไว้หรือไม่ในแต่ละจังหวัด ตลอดจนสร้างความเข้าใจในบทบาทของเครือข่ายในการสนับสนุนและแลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อบูรณาการให้ทุกภาคส่วนสามารถพัฒนาตนเองและสามารถจัดการสาธารณภัยได้อย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: สาธารณภัย, การจัดการอุทกภัย, แผนเผชิญเหตุ

Incident Action Plan Analysis: Case study of the provincial flood response plan of Thailand

Pornthip Wimonsong¹, Kantida Boonma¹, Bussayamas Hemmanee¹, Thana Charuphanthuset¹, Pongpon Plodpai¹ and Tanabodi Krongyuti²

¹Department of Disaster Management, Faculty of Science and Technology, Suratthani Rajabhat University

²Department of Disaster Prevention and Mitigation, Ministry of Interior

Abstract

This study aims to study the structure of the provincial flood response plan 2018 of Thailand. The completeness and recommendations for the development of the provincial flood response plan in Thailand were analyzed in accordance with the national disaster prevention and mitigation plan 2015. The incident action plan consists of 14 elements. The result showed that the provincial flood response plan 2018 consists of at least 7 elements and only one province contained 14 elements. The elements of incident situation and incident objectives were found mostly in the provincial flood response plan followed by communication and warning system, respectively. The elements which lack in the plan were transport plan followed by disaster risk map, statistics data on natural disaster and evacuation plan, respectively. The provinces containing more than 12 elements located in south of Thailand with the highest percentage of 57.14. On the other hand, north east of Thailand displays only 20 percent. Thus, the guidelines for improving the provincial flood response plan represent both policy and operational levels. In case of policy level, the government should promote and support the strengthening of community building, promote the integration of networks, prepare lessons for water and disaster management and communication channels with the government at all levels. For operational levels, each province should continue to develop the provincial flood response plan. To ensure that the flood response plan is effective, plan and operation action should be closely related disaster situation that occur in the province. Furthermore, understanding the role of networking for supporting and exchange knowledge is an important way to develop themselves and be able to manage the disaster more sustainably.

Keywords: Public disaster, Flood Management, Incident Action Plan

บทนำ

จากสภาพภูมิอากาศที่มีการผันผวนในปัจจุบันทำให้ทั่วโลกต้องประสบกับภัยพิบัติทางธรรมชาติที่มีความถี่และความรุนแรงมากขึ้น โดยเฉพาะประเทศไทยมีการเพิ่มขึ้นของภาวะความเสี่ยงจากอุทกภัยซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและส่งผลกระทบต่อทั้งชีวิต สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก จากสถานการณ์อุทกภัยในอดีตที่ผ่านมาตั้งแต่ปีพุทธศักราช 2554-2560 แสดงให้เห็นถึงความรุนแรงของการเกิดอุทกภัยอย่างเห็นได้ชัดเจน ซึ่งจากข้อมูลสรุปสถานการณ์อุทกภัยของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ในปีพุทธศักราช 2554 มีจำนวนความเสียหายสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 71.22 ของความเสียหายทั่วประเทศ มีมูลค่าความเสียหาย 23,839,219,356 บาท รองลงมา คือ ปีพุทธศักราช 2556 คิดเป็นร้อยละ 47.71 ของความเสียหายทั่วประเทศ มีมูลค่าความเสียหาย 1,841,217,148 บาท และในปีพุทธศักราช 2560 คิดเป็นร้อยละ 32.25 ของความเสียหายทั่วประเทศ มีมูลค่าความเสียหาย 1,050,281,996 บาท (กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย, 2561) แนวทางหนึ่งในการป้องกันและลดผลกระทบจากจากสาธารณภัยอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน คือการลดความเสี่ยงจากสาธารณภัย ซึ่งเป็นวิธีการที่สามารถปฏิบัติได้ตั้งแต่ในระดับครอบครัว ชุมชน สังคม และประเทศ การเตรียมความพร้อมในการเพิ่มขีดความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศรวมทั้งบริหารจัดการเพื่อลดความเสี่ยงด้านภัยพิบัติทางธรรมชาติ เพื่อการสร้างความมั่นคงของทรัพยากรธรรมชาติและยกระดับคุณภาพสิ่งแวดล้อมนับเป็นประเด็นพัฒนาหลักในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 12 (2560-2564) ดังนั้น การจัดทำแผนเผชิญเหตุจึงมีความสำคัญต่อการเตรียมความพร้อมในการรับมือกับอุทกภัย เพื่อป้องกันผลกระทบที่เกิดขึ้น การศึกษานี้ จึงมุ่งศึกษาแผนเผชิญเหตุอุทกภัยระดับจังหวัด ฉบับปีพุทธศักราช 2561 ของประเทศไทย เพื่อให้ได้แนวทางในการเตรียมการป้องกันและประสานการปฏิบัติงานระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ทั้งหน่วยปฏิบัติการหลักและหน่วยร่วมปฏิบัติการ เพื่อให้สามารถดำเนินการป้องกันและแก้ไขปัญหาการเกิดอุทกภัยได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ และกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องไว้ให้พร้อมต่อการปฏิบัติงานในระยะก่อนเกิดภัย ขณะเกิดภัย และหลังเกิดภัย เพื่อให้การช่วยเหลือเป็นไปอย่างรวดเร็วและทันต่อสถานการณ์ภัย ตลอดจนฟื้นฟูผู้ประสบภัยและพื้นที่ประสบภัยให้กลับสู่สภาวะปกติโดยเร็ว งานศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาโครงสร้างแผนเผชิญเหตุอุทกภัยระดับจังหวัด ฉบับปีพุทธศักราช 2561 ของประเทศไทย วิเคราะห์ความสมบูรณ์และหาข้อแนะนำในการพัฒนาแผนเผชิญเหตุให้ครบถ้วนสมบูรณ์ตามแผนการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยแห่งชาติ ปีพุทธศักราช 2558

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาโครงสร้างแผนเผชิญเหตุอุทกภัยระดับจังหวัด ฉบับปีพุทธศักราช 2561 ของประเทศไทย
- 2) เพื่อวิเคราะห์ความสมบูรณ์ของแผนเผชิญเหตุอุทกภัยระดับจังหวัด ฉบับปีพุทธศักราช 2561 ของประเทศไทย
- 3) เพื่อหาข้อแนะนำในการพัฒนาแผนเผชิญเหตุอุทกภัยระดับจังหวัดของประเทศไทยให้ครบถ้วนสมบูรณ์

ระเบียบวิธีวิจัย

1. ขั้นตอนการศึกษาและการรวบรวมข้อมูล

การศึกษาวเคราะห์แผนเผชิญเหตุอุทกภัยระดับจังหวัดของประเทศไทย ได้ดำเนินการโดยการศึกษาโครงสร้างแนวคิดแผนเผชิญเหตุ (Incident Action Plan : IAP) และแนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนความต่อเนื่องทางธุรกิจ (Business Continuity Planning : BCP) ซึ่งเป็นโครงสร้างในการทำความเข้าใจแผนเผชิญเหตุอุทกภัยของกองอำนาจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยระดับจังหวัด ฉบับปีพุทธศักราช 2561 ความสำคัญของแนวคิดแผนปฏิบัติการเหตุการณ์ (IAP) และแนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนความต่อเนื่องทางธุรกิจ (BCP) จะช่วยทำความเข้าใจกรณีศึกษาของแผนปัจจุบัน การพัฒนาแผนปฏิบัติการเหตุการณ์ วงจรการวางแผน แนวทางสำหรับผู้บัญชาการเหตุการณ์ในการกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ ส่วนประกอบของแผนปฏิบัติการเหตุการณ์ ซึ่งเป็นการศึกษาเชิงคุณภาพ ทำการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลจากข้อมูลปฐมภูมิ จากการสัมภาษณ์ผู้บริหารองค์กรซึ่งมีหน้าที่ในการกำหนดนโยบาย และผู้เชี่ยวชาญใน ด้านการเตรียมพร้อมของแผนเผชิญเหตุอุทกภัยแบบ (In-depth interview) และทำการรวบรวมข้อมูลจากข้อมูลแผนเผชิญเหตุอุทกภัย ฉบับปีพุทธศักราช 2561 ทั้ง 75 จังหวัด (ยกเว้นกรุงเทพมหานครและชลบุรี) นอกจากนี้ยังใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง (Documentary Research) ได้แก่ เอกสารวิชาการ สื่อสิ่งพิมพ์จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ และเอกสารราชการที่เผยแพร่ ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดและการจัดทำแผนเผชิญเหตุอุทกภัย

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพนั้น ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้านความสมบูรณ์ของแผนเผชิญเหตุระดับจังหวัด และวิเคราะห์ข้อมูลความบกพร่องขององค์ประกอบแผนเผชิญเหตุเพื่อหาข้อแนะนำในการพัฒนาแผนเผชิญเหตุอุทกภัยรายจังหวัดและรายภาค โดยการทำการรายการตรวจสอบ (Checklist) ข้อมูลองค์ประกอบของแผนเผชิญเหตุและวิเคราะห์เชิงความถี่ ตลอดจนวิเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อหาแนวทางและข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแผนเผชิญเหตุอุทกภัยระดับจังหวัด โดยองค์ประกอบของแผนเผชิญเหตุสามารถสรุปได้ดังนี้

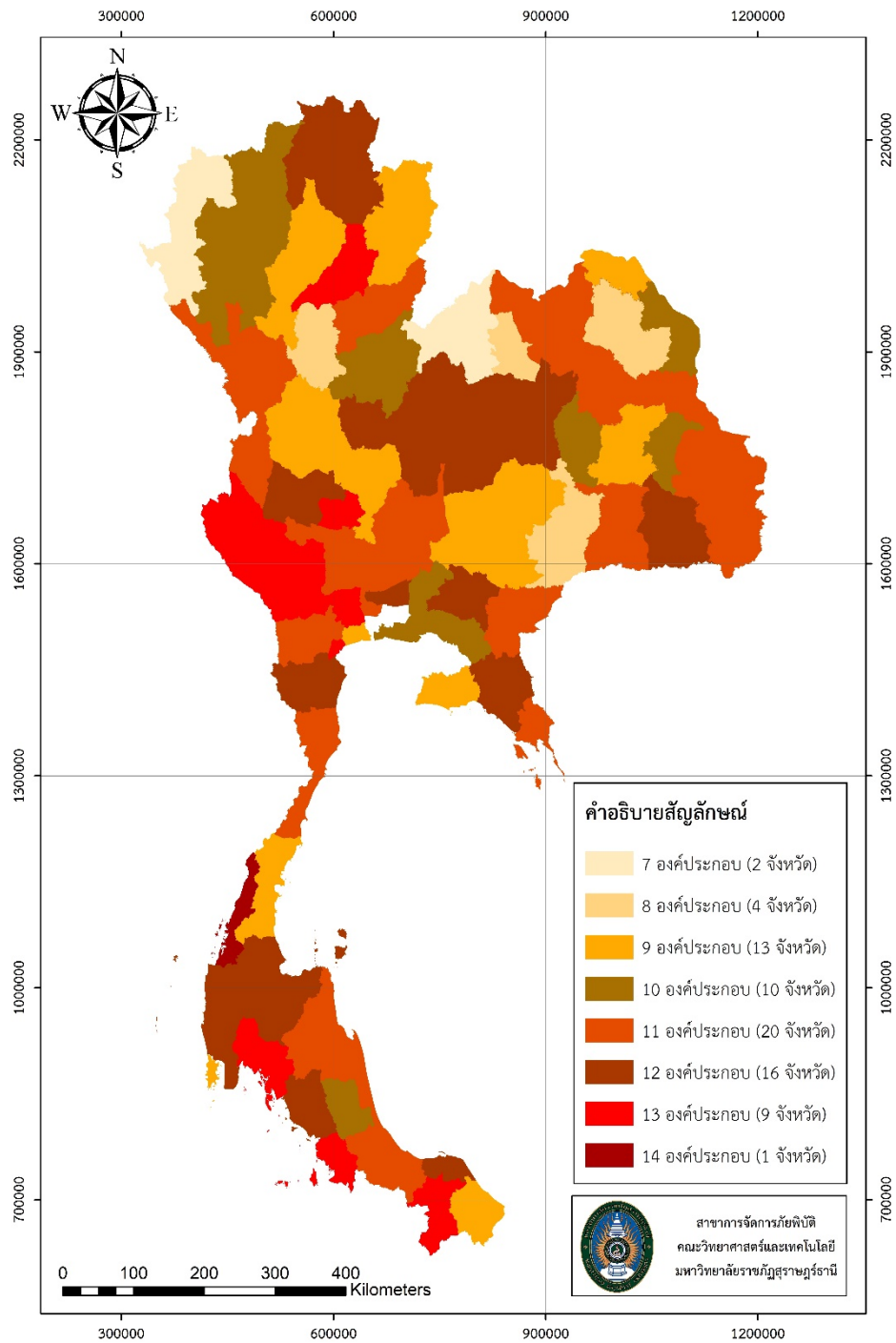
- 1) สถานการณ์สาธารณภัย (Incident Situation: IS)
- 2) วัตถุประสงค์ของการจัดทำแผน (Incident Objectives: IO)
- 3) สถิติข้อมูลการเกิดภัย (Statistics data on Natural Disaster: SD)
- 4) แผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย (Disaster Risk Map: DRM)
- 5) ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย (Disaster Risk Information: DRI)
- 6) ข้อมูลด้านทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม (Resources and Environmental Information: REI)
- 7) องค์กรปฏิบัติในภาวะฉุกเฉิน (Emergency Operation Organization: EOO)
- 8) การบรรเทาทุกข์/ฟื้นฟู (Relief: R)
- 9) แหล่งที่มาของงบประมาณ (Sources of Finance: SF)
- 10) การสื่อสารและโทรคมนาคม (Communication: C)
- 11) การแจ้งเตือน (Warning System: WS)
- 12) การจัดตั้งศูนย์พักพิงชั่วคราว (Shelter Centre: SC)
- 13) แผนการอพยพ (Evacuation Plan: EP)
- 14) แผนอำนวยความสะดวกด้านคมนาคม (Transport Plan: TP)

ผลการศึกษา

1. การวิเคราะห์ข้อมูลด้านความสมบูรณ์ของแผนเผชิญเหตุอุทกภัย

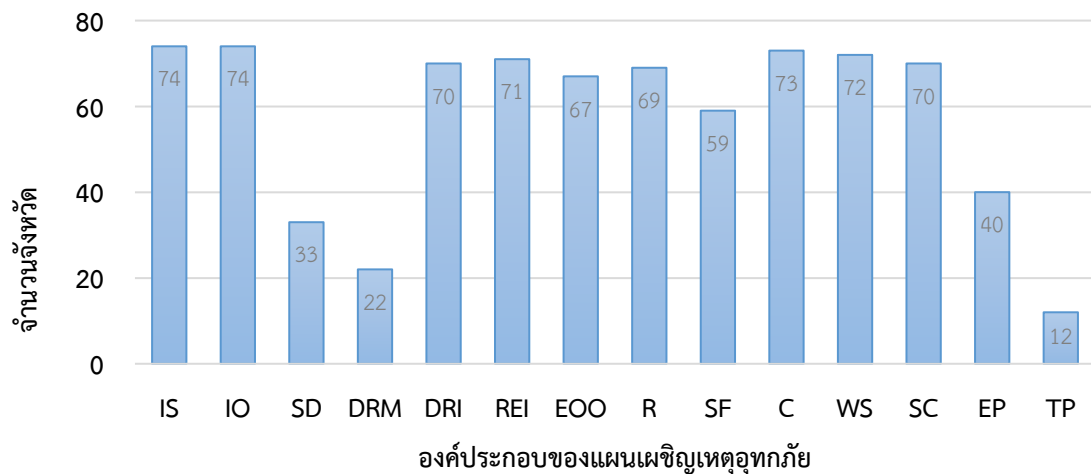
จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้านความสมบูรณ์ของแผนเผชิญเหตุอุทกภัยระดับจังหวัด ฉบับปีพุทธศักราช 2561 ของประเทศไทย พบว่า แผนเผชิญเหตุอุทกภัยระดับจังหวัด ฉบับปีพุทธศักราช 2561 มีองค์ประกอบของแผนขั้นต่ำจำนวน 7 องค์ประกอบ และแผนเผชิญเหตุอุทกภัยระดับจังหวัดที่มีความครบถ้วนสมบูรณ์มากที่สุดคือจำนวน 14 องค์ประกอบ มีเพียง 1 จังหวัด โดยแผนเผชิญเหตุอุทกภัยระดับจังหวัดส่วนใหญ่ที่มีจำนวน 11 และ 12 องค์ประกอบ คิดเป็นร้อยละ 26.67 และ 21.33 ตามลำดับ ภาพที่ 1 แสดงให้เห็นแผนที่แสดงความสมบูรณ์ของแผนเผชิญเหตุอุทกภัยจากองค์ประกอบแผนเผชิญเหตุ 14 องค์ประกอบแต่ละจังหวัดในประเทศไทย

แผนที่แสดงองค์ประกอบแผนเผชิญเหตุ 14 องค์ประกอบแต่ละจังหวัดในประเทศไทย



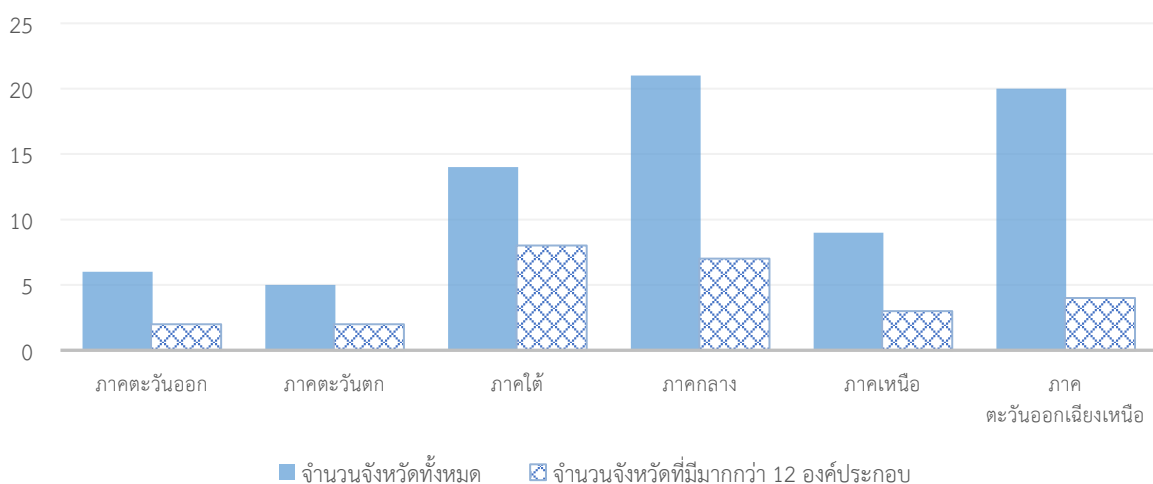
ภาพที่ 1 แผนที่แสดงองค์ประกอบแผนเผชิญเหตุ 14 องค์ประกอบแต่ละจังหวัดในประเทศไทย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลองค์ประกอบแผนเผชิญเหตุอุทกภัยแต่ละด้าน พบว่า ข้อมูลสถานการณ์สาธารณภัย (IS) และวัตถุประสงค์ของการจัดทำแผนเผชิญเหตุ (IO) เป็นองค์ประกอบที่พบในแผนเผชิญเหตุอุทกภัยมากที่สุด คือ จำนวน 74 จังหวัด รองลงมาคือ แผนการสื่อสารและโทรคมนาคม (C) จำนวน 73 จังหวัด การแจ้งเตือน (WS) จำนวน 72 จังหวัด ข้อมูลด้านทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม (REI) จำนวน 71 จังหวัด การจัดตั้งศูนย์พักพิงชั่วคราว และข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย จำนวน 70 จังหวัด การบรรเทาทุกข์และการฟื้นฟู จำนวน 69 จังหวัด แหล่งที่มาของงบประมาณ จำนวน 59 จังหวัด และแผนการอพยพจำนวน 40 จังหวัด แต่อย่างไรก็ตามในภาพรวมของประเทศไทยยังมีการจัดทำองค์ประกอบด้านสถิติข้อมูลการเกิดภัย แผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัย และแผนอำนวยความสะดวกด้านคมนาคม ค่อยข้างน้อย คิดเป็นร้อยละ 44.00 (33 จังหวัด) 29.33 (22 จังหวัด) และ 16.00 (12 จังหวัด) ตามลำดับ ดังแสดงภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลความครบถ้วนขององค์ประกอบแต่ละด้านของแผนเผชิญเหตุ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลความสมบูรณ์ของแผนเผชิญเหตุอุทกภัยระดับจังหวัดที่มากกว่า 12 องค์ประกอบขึ้นไป พบว่า ในภาคใต้มีการดำเนินการใน 8 จังหวัด คิดเป็นร้อยละ 57.14 รองลงมาคือภาคตะวันตก จำนวน 2 จังหวัด คิดเป็นร้อยละ 40.00 โดยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการดำเนินการเพียงร้อยละ 20 ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลความครบถ้วนขององค์ประกอบที่มากกว่า 12 องค์ประกอบ

2. ข้อบกพร่องของแผนเผชิญเหตุอุทกภัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้านความครบถ้วนองค์ประกอบของข้อมูลและความบกพร่องของแผนเผชิญเหตุระดับภูมิภาค พบว่า องค์ประกอบที่มีช่องว่างมากที่สุดคือ แผนอำนวยความสะดวกด้านคมนาคม รองลงมาคือ แผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัย สติข้อมูลการเกิดภัย และแผนการอพยพ ตามลำดับ โดยภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีช่องว่างในการจัดทำองค์ประกอบด้านสติข้อมูลการเกิดภัยและแผนการอพยพ โดยมีการจัดทำคิดเป็นร้อยละ 33.33 ภาคตะวันตกขาดการจัดทำองค์ประกอบด้านการจัดทำสติข้อมูลการเกิดภัยและแผนอำนวยความสะดวกด้านคมนาคมมากที่สุด มีการจัดทำคิดเป็นร้อยละ 20.00 ภาคใต้ขาดการจัดทำองค์ประกอบด้านแผนอำนวยความสะดวกด้านคมนาคมและแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัยมากที่สุด มีการจัดทำคิดเป็นร้อยละ 21.43 และ 28.57 ตามลำดับ ภาคกลางขาดการจัดทำองค์ประกอบด้านแผนอำนวยความสะดวกด้านคมนาคมและแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัยมากที่สุด มีการจัดทำคิดเป็นร้อยละ 14.29 และ 19.05 ตามลำดับ ภาคเหนือขาดการจัดทำองค์ประกอบด้านแผนอำนวยความสะดวกด้านคมนาคมและแผนการอพยพมากที่สุด มีการจัดทำคิดเป็นร้อยละ 11.11 และ 33.33 ตามลำดับ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือขาดการจัดทำองค์ประกอบด้านแผนอำนวยความสะดวกด้านคมนาคมและแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัยมากที่สุด มีการจัดทำคิดเป็นร้อยละ 5.00 และ 15.00 ตามลำดับ โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลความบกพร่องมากที่สุดของแผนเผชิญเหตุแต่ละภาค

ภาค	จำนวนจังหวัด	อันดับขององค์ประกอบที่มีช่องว่างมากที่สุด	ร้อยละของการจัดทำองค์ประกอบ
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	6	1. สติข้อมูลการเกิดภัย	33.33
		2. แผนการอพยพ	33.33
ภาคตะวันออก	5	1. สติข้อมูลการเกิดภัย	20.00
		2. แผนอำนวยความสะดวกด้านคมนาคม	20.00
ภาคใต้	14	1. แผนอำนวยความสะดวกด้านคมนาคม	21.43
		2. แผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัย	28.57
ภาคกลาง	21	1. แผนอำนวยความสะดวกด้านคมนาคม	14.29
		2. แผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัย	19.05
ภาคเหนือ	9	1. แผนอำนวยความสะดวกด้านคมนาคม	11.11
		2. แผนการอพยพ	33.33
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	20	1. แผนอำนวยความสะดวกด้านคมนาคม	5.00
		2. แผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัย	15.00

แผนเผชิญเหตุอุทกภัยระดับจังหวัด ฉบับปีพุทธศักราช 2561 ของประเทศไทย พบว่า ยังมีช่องว่างบางประการในการเตรียมการรับมือและแก้ไขปัญหาอุทกภัย โดยเฉพาะแผนอำนวยความสะดวกด้านคมนาคมที่จำเป็นต้องจัดทำขึ้นในทุกภูมิภาค ซึ่งทำให้ทราบเส้นทางที่มีความเสี่ยงด้านการจราจร เพื่อเตรียมความพร้อมในการติดตั้งป้าย สัญญาณเตือนตามถนน เส้นทางต่าง ๆ การอำนวยความสะดวกช่วยเหลือประชาชนด้านการจราจร การขนย้าย เคลื่อนย้าย และจัดหาเส้นทางเลี่ยงที่ปลอดภัย ในกรณีที่เกิดภัยได้อย่างทันท่วงที สำหรับแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัยนั้นพบว่าเป็นองค์ประกอบที่จำเป็นในภาคใต้ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้ทราบถึงพื้นที่ที่มีความอ่อนแอต่อการเกิดอุทกภัย ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการบริหารจัดการอุทกภัย โดยเฉพาะทางด้านการวางแผนการใช้ที่ดิน การวางผังเมือง การพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วม ตลอดจนด้านการประกันภัยน้ำท่วม ซึ่งแต่ละจังหวัดมีปัจจัยในการวิเคราะห์และประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยที่แตกต่างกัน ดังนั้น การกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยนั้น สามารถนำมาใช้ในการหาแนวทางในการดำเนินการป้องกันและบรรเทาผลกระทบจากอุทกภัยให้เหมาะสมกับพื้นที่ต่าง ๆ ทั้งการใช้มาตรการที่ใช้โครงสร้างและมาตรการที่ไม่ใช้โครงสร้าง สามารถจัดลำดับความสำคัญสำหรับมาตรการเร่งด่วนหรือระยะยาว รวมถึงการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วม ซึ่งเป็นวิธีการเตรียมรับมือกับอุทกภัยอีกวิธีหนึ่งที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่ที่มักเกิดอุทกภัยเป็นประจำทุกปี นอกจากนี้ การจัดทำข้อมูลด้านสติข้อมูลการเกิดภัย ยังคงมีความต้องการในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออก ทำให้ทราบข้อมูลการเกิดภัยซ้ำซากจากข้อมูลที่เกิดขึ้นในรอบปีที่ผ่านมา ประเภทภัยที่เกิดขึ้น

บ่อยครั้ง และสามารถวิเคราะห์มิติด้านนโยบายการบริหารจัดการภัยพิบัติ การกำหนดทิศทางการบริหารจัดการระดับจังหวัดได้ สำหรับแผนการอพยพของแผนเผชิญเหตุอุทกภัยระดับจังหวัด ฉบับปีพุทธศักราช 2561 พบว่า มีการดำเนินการในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ร้อยละ 33.33 ซึ่งมีความจำเป็นในการเตรียมการอพยพ กำหนดจุดอพยพ และแนวทางในการอพยพ เพื่อให้ประชาชนสามารถช่วยเหลือตนเองในการอพยพในเบื้องต้นได้ และในกรณีที่ต้องการความช่วยเหลือในการอพยพ อย่างไรก็ตาม แนวทางการปฏิบัติงานตามแผนเผชิญเหตุอุทกภัยระดับจังหวัด เมื่อเกิดเหตุภัยพิบัติขึ้นจริงอาจไม่ได้เป็นไปตามแผนที่วางไว้เสมอ ดังนั้น การจัดทำแผนในการซ้อมรับมือภัยพิบัติแบบเต็มรูปแบบอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง ซึ่งเป็นความถี่ที่เหมาะสมที่สุดตามธรรมชาติของผู้เชี่ยวชาญด้านการรับมือภัยพิบัติ และอาจจะมีการซ้อมย่อยอีก 1-2 ครั้ง ตามแต่ความเหมาะสม จึงมีความจำเป็นเพื่อสร้างบรรทัดฐานและค่านิยมทัศนคติต่อการปฏิบัติรับมือภัยพิบัติ อีกทั้งยังเป็นการกระตุ้นให้เห็นถึงข้อบกพร่องในระบบหรือแผนที่วางไว้ เพื่อการพัฒนาปรับปรุงแผนการรับมืออย่างต่อเนื่อง และจากการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการอุทกภัยทั้งในระดับประเทศ จังหวัด และท้องถิ่น พบว่า ในภาพรวมของประเทศควรมีการกำหนดทิศทางการบริหารจัดการระดับประเทศที่มีความเป็นเอกภาพ มีระบบบริหารจัดการข้อมูลด้านทรัพยากรน้ำและโครงสร้างองค์กรหลักระดับนโยบาย ตลอดจนการวิจัยอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ระดับจังหวัด พบว่า ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย การประสานงาน การสื่อสาร การควบคุม ปัจจัยทางการเมือง และการมีส่วนร่วมของชุมชน มีผลต่อประสิทธิภาพการป้องกันและแก้ไขปัญหาอุทกภัย ในส่วนของระดับเทศบาล พบว่ามีข้อแตกต่างกันในองค์ประกอบของแนวทางในการจัดการอุทกภัย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะและความเข้มแข็งของพื้นที่ และในระดับที่ชุมชน พบว่าการมีส่วนร่วมของชุมชนอย่างเป็นรูปธรรมในทุกระยะของการจัดการภัยพิบัติเป็นสิ่งจำเป็นในการสร้างชุมชนให้มีความเข้มแข็ง (ตารางที่ 2)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการจัดทำแผนเผชิญเหตุอุทกภัยระดับจังหวัด ฉบับปีพุทธศักราช 2561 ทั้ง 14 องค์ประกอบ พบว่า แผนเผชิญเหตุอุทกภัยระดับจังหวัดมีจุดเด่นในการวางแผนรับมือภัยพิบัติอย่างเป็นระบบ มีการกำหนดผู้ปฏิบัติงานและอำนาจหน้าที่ไว้อย่างชัดเจน และมีข้อมูลองค์ประกอบด้านสถานการณ์สาธารณภัย วัตถุประสงค์ของการจัดทำแผนข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ข้อมูลด้านทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม การสื่อสารและโทรคมนาคม การแจ้งเตือน และการจัดตั้งศูนย์พักพิงชั่วคราว อย่างไรก็ตาม ยังมีช่องว่างที่สามารถปรับปรุงให้แผนมีความบูรณาการยิ่งขึ้นได้ คือ แผนอำนวยความสะดวกด้านคมนาคม แผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัย สถิติข้อมูลการเกิดภัย และการจัดทำแผนการอพยพ โดยความสมบูรณ์ของแผนเผชิญเหตุอุทกภัยระดับจังหวัดที่มากกว่า 12 องค์ประกอบขึ้นไป ในภาคใต้คิดเป็นร้อยละ 57.14 ในขณะที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการดำเนินการเพียงร้อยละ 20 โดยมีจังหวัดที่มีการจัดทำแผนเผชิญเหตุอุทกภัย ฉบับปีพุทธศักราช 2561 ครบทั้ง 14 องค์ประกอบ เพียง 1 จังหวัด ดังนั้น จำเป็นต้องมีแนวทางในการผลักดันสู่การจัดทำแผนเผชิญเหตุอุทกภัยฉบับสมบูรณ์ ตลอดจนการนำไปปฏิบัติและพัฒนาปรับปรุงแผนเผชิญเหตุอย่างต่อเนื่อง

ตารางที่ 2 ข้อสรุปของการบริหารจัดการอุทกภัยในระดับประเทศ จังหวัด และท้องถิ่น

ประเด็นที่ศึกษา	ข้อสรุปของประเด็นที่ศึกษา
นโยบายในการบริหารจัดการน้ำของประเทศ (ชัยยุทธ ชินณะราศี และคณะ, 2559)	- การกำหนดทิศทางการบริหารจัดการระดับประเทศที่มีความเป็นเอกภาพ - มีระบบบริหารจัดการข้อมูลด้านทรัพยากรน้ำในรูปแบบของศูนย์ข้อมูลน้ำแห่งชาติ - จัดทำโครงสร้างองค์กรหลักระดับนโยบายโดยการเร่งพัฒนาโครงสร้างองค์กรหลักและเครือข่ายองค์กรที่เกี่ยวข้อง - สนับสนุนการวิจัยอย่างต่อเนื่อง
การบริหารการป้องกันและแก้ไขปัญหาอุทกภัยในเขตกรุงเทพมหานคร (อุทัย เลหาวิเชียร และสุวรรณี แสงมหาชัย, 2560)	- การบริหารการป้องกันอุทกภัย พบว่า ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย การประสานงาน การสื่อสาร การควบคุม ปัจจัยทางการเมือง และการมีส่วนร่วมของชุมชนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับประสิทธิภาพการป้องกันและแก้ไขปัญหาอุทกภัยในกรุงเทพมหานคร - อุปสรรคทางการบริหารได้แก่ การปราศจากหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรงในเรื่องการจัดการอุทกภัย ไม่มีการจัดทำแผนแม่บทแผนยุทธศาสตร์เกี่ยวกับน้ำ

ประเด็นที่ศึกษา	ข้อสรุปของประเด็นที่ศึกษา
แผนรับมือภัยพิบัติ เทศบาลนครเกาะสมุย (กันต์ เอี่ยมอินทรา, 2559)	- การละเลยการดูแลนักท่องเที่ยวในฐานะผู้ประสบภัย และการขาดตัวชี้วัดในการวัดผลของแผนรับมือภัยพิบัติ
แนวทางในการจัดการอุทกภัย: กรณีศึกษา เทศบาลนครนนทบุรี (ไททัศน์ มาลา และคณะ, 2557)	- การวางแผนบริหารจัดการอุทกภัยทั้ง ก่อน ขณะเกิด และหลังเกิดภัยพิบัติ - ภาวะผู้นำในช่วงวิกฤตในการตัดสินใจแก้ไขปัญหาตามสถานการณ์ - การสร้างความร่วมมือกับภาคส่วนต่างๆ เพื่อแก้ไขปัญหาาร่วมกัน - การจัดเตรียมศูนย์พักพิงชั่วคราว
การบริหารจัดการอุทกภัยของเทศบาลนครหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (หทัยทิพย์ นราแหวน และทวิดา กมลเวช, 2561)	- รูปแบบของการบริหารจัดการอุทกภัยที่สำคัญ คือ การบูรณาการร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและชุมชน มีแนวทางการบริหารจัดการน้ำที่ดี การแจ้งเตือนภัยที่มีประสิทธิภาพ และระบบการพึ่งพาตนเองของชุมชนด้วยโครงการบ้านพี่เลี้ยง
การถอดบทเรียนการบรรเทาอุทกภัยในระดับชุมชน (สัจจา บรรจงศิริ, 2560)	- การมีส่วนร่วมของชุมชนอย่างเป็นรูปธรรมในทุกระยะของการจัดการภัยพิบัติ - การสร้างชุมชนให้มีความเข้มแข็งโดยภาครัฐทั้งในการตั้งเครือข่ายและการติดต่อสื่อสารกับภาครัฐในระดับ - รัฐบาลควรปรับปรุงระเบียบกฎหมายและนโยบายให้มีความยืดหยุ่นในการบริหารจัดการแบบบูรณาการให้สอดคล้องกับวิถีชีวิตความเป็นอยู่และวัฒนธรรมของชุมชน - การจัดทำระบบมาตรฐานการเยียวยาให้กับประชาชนที่ได้รับผลกระทบ - การจัดทำฐานข้อมูลชุมชนสำหรับการจัดการอุทกภัย - งานวิจัยท้องถิ่นของชุมชน

แนวทางและข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแผนเผชิญเหตุอุทกภัย

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

- 1) เปิดโอกาสและสร้างช่องทางให้ชุมชนได้เข้ามามีส่วนร่วมในการแก้ไขปรับปรุงแผนเผชิญเหตุและจัดการภัยพิบัติอย่างเป็นรูปธรรม
- 2) การสร้างกลไกในการดูแลทั้งภาคประชาชนและกลไกทำงานร่วมกับหน่วยงานองค์กรภาคีในทุกระดับ รวมถึงมีระบบการตัดสินใจสั่งการ ควบคุมดูแลที่เป็นเอกภาพ

ข้อเสนอแนะในระดับปฏิบัติการ

- 1) ควรปรับปรุงแผนเผชิญเหตุในแต่ละจังหวัดให้มีการจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัยและแผนอำนวยความสะดวกด้านคมนาคมให้ละเอียด
- 2) การจัดทำแผนการอพยพ ต้องบอกที่ตั้งของสถานที่อพยพเมื่อเกิดภัยพิบัติและบอกแนวเส้นทางที่ปลอดภัยในการเดินทางจากที่อยู่อาศัยของผู้ประสบภัยไปยังสถานที่รับรองผู้อพยพโดยละเอียด
- 3) พัฒนาปรับปรุงแผนเผชิญเหตุอุทกภัยของกองอำนาจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดอย่างต่อเนื่อง และศึกษาแนวทางการปฏิบัติงานเมื่อเกิดเหตุภัยพิบัติขึ้นจริงว่าเป็นไปตามแผนที่วางไว้หรือไม่
- 4) สร้างความเข้าใจในบทบาทของเครือข่ายในการสนับสนุนและแลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อพัฒนาการรับมือภัยพิบัติอย่างต่อเนื่อง

เอกสารอ้างอิง

- กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย. (2561). **ข้อมูลสรุปสถานการณ์อุทกภัย**. สืบค้นเมื่อ 22 มกราคม 2562, จาก : [http:// www.cmsdetail.directing-6.191/28057/menu_4469/3897.2/แผนเผชิญเหตุอุทกภัย+ปี+2561](http://www.cmsdetail.directing-6.191/28057/menu_4469/3897.2/แผนเผชิญเหตุอุทกภัย+ปี+2561).
- กันต์ เอี่ยมอินทรา. (2559). **งานวิจัยแผนรับมือภัยพิบัติ เทศบาลนครเกาะสมุย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเชิงกลยุทธ์ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ชัยยุทธ ชินณะราศรี อรุณ กำเนิด และปรกรณ์ สุตสุนทร. (2559). **สถานการณ์ปัญหาในภาพรวมและข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในการบริหารจัดการน้ำของประเทศ**. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. ปีที่ 39(1), 63-84.
- ไททัศน์ มาลา สุนทรชัย ขอบยศ และพิศาล พรหมพิทักษ์กุล. (2557). **แนวทางในการจัดการอุทกภัย: กรณีศึกษาเทศบาลนครนนทบุรี**. สถาบันพระปกเกล้า, 77-105.
- สัจจา บรรจงศิริ บำเพ็ญ เขียวหวาน ปาลีรัตน์ การดี และ ชัยยุทธ ชินณะราศรี. (2560). **การถอดบทเรียนการบรรเทาอุทกภัยในระดับชุมชน**. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร, ปีที่ 40(1), 103-115.
- หทัยทิพย์ นราแหวน และทวีดา กมลเวช. (2561). **การบริหารจัดการอุทกภัยของเทศบาลนครหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา**. วารสารการเมืองการปกครอง, ปีที่ 8(1), 229-245.
- อุทัย เลาหิเชียร และสุวรรณี แสงมหาชัย. (2560). **การบริหารการป้องกันและแก้ไขปัญหาอุทกภัยในเขตกรุงเทพมหานคร**. วารสารเกษมบัณฑิต, ปีที่ 18(2), 111-127.
- Emergency Operations Center Guide. (2004). **Incident Action Plan: KPB - Emergency Response Plan**.
- International Organization for Standardization. (2012). **International Standard ISO 22301: Societal security Business continuity management systems requirements**. Switzerland.

การผลิตก๊าซไฮเทนชีวภาพจากของเสียทางการเกษตรและอุตสาหกรรม

ชำนาญพงษ์ เณลิเมฬา^{1,a}, จารุวรรณ วงศ์ทะเนตร^{1,b}, อัจฉรา อัครจุฑกุลชัย^{1,c}, และ บัณฑิต ชาญณรงค์^{1,d}

¹คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา นครปฐม 73170

E-mail: ^afirstc87@yahoo.com, ^bjaruwan.won@mahidol.ac.th, ^cachara.uss@mahidol.ac.th and ^dbundit.cha@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการผลิตก๊าซไฮเทนชีวภาพจากของเสียทางการเกษตรและอุตสาหกรรม ได้แก่ ชานอ้อย เหน้มน้ำสำหรับล้าง ผักตบชวา และตะกอนแป้งมันสำปะหลัง โดยใช้กระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน 2 ขั้นตอน ดำเนินการทดลองแบบกะในขวดทดลองขนาด 250 มิลลิลิตร ซึ่งประกอบด้วยวัตถุดิบ 170 มิลลิลิตร รวมกับหัวเชื้อ 30 มิลลิลิตร ภายใต้สภาวะของอุณหภูมิที่ 35 ± 2 องศาเซลเซียส และค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นในช่วง 5.8-7.0 สำหรับการผลิตก๊าซไฮโดรเจนชีวภาพในขั้นตอนที่ 1 และค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นในช่วง 7.25-8.50 สำหรับการผลิตก๊าซมีเทนชีวภาพในขั้นตอนที่ 2 ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า การผลิตก๊าซไฮเทนชีวภาพสูงสุดจากของเสียผักตบชวา+ตะกอนแป้งมันสำปะหลัง ด้วยผลผลิตของก๊าซไฮโดรเจน ก๊าซมีเทน และก๊าซไฮเทนชีวภาพ มีค่าเท่ากับ 33.34 มิลลิลิตรไฮโดรเจน/กรัมชีโอดี 195.04 มิลลิลิตรมีเทน/กรัมชีโอดี และ 228.38 มิลลิลิตรไฮเทน/กรัมชีโอดี ตามลำดับ โดยมีสัดส่วนไฮโดรเจนร้อยละ 15 และประสิทธิภาพการกำจัดชีโอดีร้อยละ 50

คำสำคัญ: ก๊าซไฮเทนชีวภาพ, ของเสียทางการเกษตรและอุตสาหกรรม, การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน 2 ขั้นตอน, ประสิทธิภาพการกำจัดชีโอดี

Biohythane production from agricultural and industrial wastes

Chamnanpong Chalernpow^{1,a}, Jaruwan Wongthanate^{1,b}, Achara Ussawarujikulchai^{1,c}
and Bundit Channarong^{1,d}

¹Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University, Salaya campus, Nakhonpathom, 73170

E-mail: ^afirstc87@yahoo.com, ^bjaruwan.won@mahidol.ac.th, ^cachara.uss@mahidol.ac.th and

^dbundit.cha@mahidol.ac.th

Abstract

This research aims to the biohythane production from agricultural and industrial wastes such as sugarcane bagasse, cassava rhizome, water hyacinth and cassava starch sediment by a two-stage anaerobic digestion. It was conducted in a batch test using a volume 250 mL laboratory bottle that composited of 170 mL combined with an inoculum of 30 mL under conditions of temperature at $35\pm 2^{\circ}\text{C}$ and initial pH ranges of 5.8-7.0 for stage-I biohydrogen production and 7.25-8.50 for stage-II biomethane production, respectively. The results showed that the maximum biohythane from water hyacinth+ cassava starch sediment (WH+ CS) waste with hydrogen yield, methane yield and hythane yield of 33.34 mL $\text{H}_2/\text{g COD}$, 193.55 mL $\text{CH}_4/\text{g COD}$ and 228.38 mL Hythane/g COD, respectively. Also, the H_2 content of 15% and COD removal efficiency was 50%.

Keywords: Biohythane; Agricultural and industrial waste; Two-stage anaerobic digestion; COD removal efficiency

บทนำ

ในปัจจุบันแหล่งพลังงานหลักที่ใช้ในการดำรงชีวิตประจำวัน เช่น เชื้อเพลิงฟอสซิล และถ่านหิน เริ่มเกิดภาวะขาดแคลน และเมื่อนำมาใช้จะมีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์ภาวะโลกร้อนเพิ่มขึ้น ดังนั้น จึงต้องหาแหล่งพลังงานทดแทนที่เหมาะสมที่สามารถทดแทนพลังงานหลัก และเป็นพลังงานที่สะอาด ไม่ก่อให้เกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อม (Chandra, Takeuchi, & Hasegawa, 2012) ก๊าซชีวภาพ (Biogas) ถือเป็นพลังงานทดแทนชนิดหนึ่งที่เป็นที่นิยม โดยเป็นก๊าซที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติจากการหมักย่อยสลายของสารอินทรีย์ภายใต้สภาวะที่ปราศจากออกซิเจนหรือไม่ใช้อากาศ (Anaerobic digestion) องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นก๊าซมีเทน (CH_4) กระบวนการนี้เป็นที่นิยมในการเปลี่ยนของเสียประเภทอินทรีย์ไปเป็นกระแสไฟฟ้า เป็นก๊าซหุงต้มเพื่อให้ความร้อนในการประกอบอาหาร และใช้เป็นก๊าซที่เป็นส่วนผสมในเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ (ชัยศรี ธราสวัสดิ์พิพัฒน์ และโกวิท สุวรรณพงษ์, 2555) ปัจจุบันนี้ นอกจากก๊าซมีเทนแล้ว ยังมีก๊าซอีกชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนได้คือ ก๊าซไฮโดรเจน (H_2) ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานชนิดหนึ่งที่มีความสนใจ เนื่องจากเป็นพลังงานที่สะอาด ลดการปล่อยมลพิษสู่สิ่งแวดล้อม และสามารถเป็นแนวทางการใช้ในเชิงพาณิชย์ในอนาคตได้ (Show, Lee, Tay, Lin, & Chang, 2012) ไฮโดรเจนและมีเทน ถือได้ว่าเป็นก๊าซชีวภาพที่เกิดจากกระบวนการย่อยสลายของสารอินทรีย์แบบไม่ใช้อากาศ ซึ่งเป็นที่นิยม เนื่องจากการนำของเสียมาผ่านกระบวนการผลิตเป็นพลังงานทดแทน การผลิตจะเป็นระบบการหมักแบบ 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 การผลิตก๊าซไฮโดรเจน และขั้นตอนที่ 2 การผลิตก๊าซมีเทน ในการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ระบบการหมัก 2 ขั้นตอน มีประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมากกว่าระบบการหมัก 1 ขั้นตอน (Liu et al., 2013) โดยก๊าซทั้ง 2 ชนิดจะเป็นพลังงานสะอาดและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเมื่อเทียบกับการใช้พลังงานหลักอย่าง น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน จึงเกิดแนวคิดในการนำพลังงานทั้ง 2 ชนิดนี้มาผสมกันเพื่อก่อให้เกิดพลังงานทดแทนในรูปแบบใหม่ เรียกว่า ก๊าซไฮเทน (Hythane) หรือถ้าผลิตจากชีวมวลจะเรียกว่า ก๊าซไฮเทนชีวภาพ (Biohythane) (Liu et al., 2013; Roy & Das, 2016)

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีผลผลิตทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรอยู่เป็นจำนวนมาก จึงส่งผลให้เกิดของเสียจากกิจกรรมเหล่านี้เป็นจำนวนมาก โดยของเสียพวกนี้เป็นแหล่งชีวมวล ที่กักเก็บแหล่งพลังงาน ซึ่งหาได้ง่ายและมีศักยภาพสูง การนำวัสดุเหล่านี้มาผลิตเป็นพลังงาน ทำให้เราลดการใช้เชื้อเพลิงหลักและยังช่วยแก้ปัญหาการกำจัดของเสียทางการเกษตรได้ในเวลาเดียวกัน ชีวมวลจึงเป็นแหล่งพลังงานที่เหมาะสมต่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนและลดปัญหามลพิษ (จารุวรรณ วงศ์เทนตร, 2558) ทั้งนี้ วัตถุประสงค์ที่จะนำมาทดสอบ ได้แก่ 1) ชานอ้อย เป็นส่วนของลำต้นอ้อยที่หีบคั้นเอาน้ำไปใช้ประโยชน์ เหลือแต่กากและเส้นใย โดยจะมีปริมาณน้ำตาลและเซลลูโลสสูง เหมาะกับการนำมาผลิตพลังงานทดแทนและเพิ่มมูลค่าการผลิต (วัฒนธรงค์ มากพันธ์ และสมพงษ์ โอทอง, 2561) 2) เหม้ามันสำปะหลัง เป็นส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างหัวมันกับลำต้น มักพบที่แปลงเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง ซึ่งจะถูกทิ้งหลังจากที่เก็บเอาแต่หัวมันไปใช้ประโยชน์ในโรงงาน 3) ผักตบชวา เป็นวัชพืชน้ำที่ขยายพันธุ์อย่างรวดเร็วหลายในแม่น้ำ ซึ่งทำให้เกิดอุปสรรคต่อการคมนาคมและการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ การศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ผักตบชวาเป็นวัตถุดิบที่มีศักยภาพสูงในการผลิตก๊าซชีวภาพ (Hans & Kumar, 2019) และ 4) ตะกอนแป้งมันสำปะหลัง เป็นตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตแป้ง มีองค์ประกอบหลักเป็นคาร์โบไฮเดรตแบบโพลีแซ็กคาไรด์และมีกลุ่มจุลินทรีย์ที่เหมาะสมกับการผลิตก๊าซชีวภาพเป็นจำนวนมาก (Show et al., 2012)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาการผลิตก๊าซไฮเทนชีวภาพจากของเสียทางการเกษตรและอุตสาหกรรม ด้วยกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศ (Anaerobic digestion) 2 ขั้นตอน

ระเบียบวิธีวิจัย

1. วัตถุดิบตั้งต้นที่ใช้ในการทดลอง

วัตถุดิบตั้งต้นประกอบด้วย 1) ชานอ้อย (SB) 2) เหน้้ำมันสำปะหลัง (CR) 3) ผักตบชวา (WH) และ 4) ตะกอนแป้งมันสำปะหลัง (CS) นอกจากนี้จะใช้ตะกอนแป้งเป็นตัวหมักร่วมกับวัตถุดิบที่เป็นของเสียทางการเกษตรทั้ง 3 ชนิดแรก ได้แก่ 5) ชานอ้อย+ตะกอนแป้งมันสำปะหลัง (SB+CS) 6) เหน้้ำมันสำปะหลัง+ตะกอนแป้งมันสำปะหลัง (CR+CS) 7) ผักตบชวา+ตะกอนแป้งมันสำปะหลัง (WH+CS) รวมทั้งสิ้น 7 ชนิด การทดลองจะใช้กากตะกอนจุลินทรีย์ (Seed sludge) จากโรงบำบัดสิ่งปฏิกูลแบบไม่ใช้อากาศมาเป็นหัวเชื้อ (Inoculum) ทั้งนี้ได้มีการปรับสภาพวัตถุดิบตั้งต้นด้วยวิธีที่ต่างกันในแต่ละวัตถุดิบเพื่อให้มีความเหมาะสมต่อการผลิตก๊าซ โดยชานอ้อยกับเหน้้ำมันสำปะหลังจะทำการปรับสภาพด้วยการผสมน้ำแล้วหมักไว้ในถังดำเป็นเวลา 7 วัน ส่วนผักตบชวาจะปรับสภาพด้วยความร้อน (Preheat treatment) ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อเป็นการสลายโครงสร้างลิกนินและจุลินทรีย์ ซึ่งมีส่วนในการเพิ่มอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพ (Zheng, Zhao, Xu, & Li, 2014) ส่วนตะกอนแป้งมันสำปะหลังไม่มีการปรับสภาพ วัตถุดิบตั้งต้นทั้งหมดจะนำมาเติมน้ำกลั่นในอัตราส่วนของวัตถุดิบตั้งต้นต่อน้ำกลั่น เท่ากับ 1 ต่อ 2 แล้วปั่นส่วนผสมให้เข้ากัน จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีที่สำคัญ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ซีโอดี (COD) ของแข็งทั้งหมด (TS) ของแข็งระเหยได้ (VS) ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด (TOC) และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (TKN) (APHA, 2012) สำหรับของเสียทางการเกษตรจะมีการวิเคราะห์ลิกนิน (Lignin) เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) และเซลลูโลส (Cellulose) (AOAC, 2016)

2. การทดลอง

การทดลองดำเนินการแบบกะ (Batch experiment) โดยใช้ขวดทดลอง (Laboratory bottle) ขนาด 250 มิลลิลิตร และต้องหุ้มด้วยถุงพลาสติกสีดำเพื่อทำให้เกิดสภาวะที่ไม่มีแสง ปริมาตรสารละลายที่ทำการทดลองคือ 200 มิลลิลิตร ประกอบด้วย หัวเชื้อ 30 มิลลิลิตร และวัตถุดิบตั้งต้น 170 มิลลิลิตร ลำดับต่อมาทำการปรับสภาพของขวดแก้วให้อยู่ในสภาพไร้ออกซิเจน โดยใช้การพ่นไล่อากาศด้วยก๊าซไนโตรเจน (N_2) ประมาณ 1 นาที และปิดขวดแก้วด้วยจุกยาง พร้อมติดตั้งถุงเก็บก๊าซ (Air bag) เพื่อบรรจุก๊าซที่เกิดขึ้นในระหว่างการทดลอง แล้วนำมาวางลงในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิแบบเขย่า (Water bath shaker) ที่ 35 ± 2 องศาเซลเซียส ด้วยอัตราเร็ว 100 รอบต่อนาที ซึ่งจะดำเนินการในขวดทดลองเดิมทั้ง 2 ขั้นตอน สำหรับกระบวนการหมักย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศ 2 ขั้นตอน ในการศึกษาครั้งนี้คือ ขั้นตอนที่ 1 การผลิตก๊าซไฮโดรเจน ด้วยหัวเชื้อตั้งต้นซึ่งปรับสภาพด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ประมาณ 15 นาที (Heat shock) เพื่อยับยั้งกิจกรรมของแบคทีเรียที่ใช้ไฮโดรเจน และเป็นการกระตุ้นแบคทีเรียที่สามารถผลิตไฮโดรเจนได้ (Roy & Das, 2016) โดยค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของวัตถุดิบตั้งต้นอยู่ในช่วงที่เป็นกรดถึงกลางตามความเหมาะสมของแต่ละชนิด สำหรับขั้นตอนที่ 2 การผลิตก๊าซมีเทน ซึ่งจะเติมหัวเชื้อตั้งต้นที่ไม่ผ่านการปรับสภาพด้วยความร้อน 30 มิลลิลิตร และวัตถุดิบตั้งต้นมีค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นจะอยู่ในช่วงที่เป็นกลางถึงด่าง ซึ่งการปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างของสารตั้งต้นในขวดทดลองใช้โซเดียมไบคาร์บอเนต ($NaHCO_3$) ให้มีสภาพเป็นด่างและกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ให้มีสภาพเป็นกรด

3. การติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในกระบวนการหมัก

การตรวจวัดปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นซึ่งถูกเก็บไว้ในถุงเก็บก๊าซ โดยใช้กระบอกฉีดที่ทำด้วยแก้ว (Glass syringe) ทุกๆ 24 ชั่วโมง และตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซ H_2 , CH_4 , N_2 และ CO_2 ที่เป็นองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นด้วยเครื่อง Gas Chromatography (GC-TCD) หลังจากเริ่มทำการทดลองไปแล้ว 4, 6, 8, 10, 12 และทุกๆ 24 ชั่วโมง จนกว่าการทดลองไม่มีการผลิตก๊าซชีวภาพเกิดขึ้น นอกจากนี้จะมีการเก็บตัวอย่างน้ำในขวดแก้วทดลอง โดยเก็บในช่วงเวลา ก่อนและหลังกระบวนการหมักและตรวจวัดค่าซีโอดีเพื่อหาประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี (COD removal efficiency)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สมการ Mass balance equation ใช้คำนวณปริมาณการผลิตก๊าซไฮโดรเจน ซึ่งแบ่งเป็น การผลิตก๊าซไฮโดรเจน (Hydrogen production) และการผลิตก๊าซมีเทน (Methane production) (Wongthanate & Mongkaroathai, 2018) ดังสมการที่ 1

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

เมื่อ $V_{H,i}$ และ $V_{H,i-1}$ คือ ปริมาตรก๊าซไฮโดรเจนหรือก๊าซมีเทนสะสม ณ เวลาที่ i และ $i-1$ ตามลำดับ

$V_{G,i}$ และ $V_{G,i-1}$ คือ ปริมาตรก๊าซชีวภาพทั้งหมด ณ เวลาที่ i และ $i-1$ ตามลำดับ

$C_{H,i}$ และ $C_{H,i-1}$ คือ สัดส่วนของก๊าซไฮโดรเจนหรือก๊าซมีเทน บริเวณส่วนอากาศด้านบนในขวดแกวทลง (headspace) ณ เวลาที่ i และ $i-1$ ตามลำดับ

V_H คือ ปริมาตรทั้งหมดของบริเวณ Headspace

4.2 สมการแบบจำลอง Modified Gompertz equation เป็นอีกหนึ่งสมการที่จะนำมาใช้ในการคำนวณการปริมาณการผลิตก๊าซไฮโดรเจนสะสม (Cumulative hydrogen production) และปริมาณการผลิตก๊าซมีเทนสะสม (Cumulative methane production) (Wongthanate & Mongkarothai, 2018) ดังสมการที่ 2

$$H = P \exp \{ -\exp [(R_m e / P)(\lambda - t) + 1] \} \quad (2)$$

เมื่อ H (mL) คือ ปริมาณการผลิตก๊าซไฮโดรเจนสะสม (หรือปริมาณการผลิตก๊าซมีเทนสะสม)

P (mL) คือ ปริมาณการผลิตก๊าซไฮโดรเจนสูงสุด (หรือปริมาณการผลิตก๊าซมีเทนสูงสุด)

R_m (mL/h) คือ อัตราการผลิตก๊าซไฮโดรเจนสูงสุด (หรืออัตราการผลิตก๊าซมีเทนสูงสุด)

λ (h) คือ ระยะเวลาการปรับสภาพของวัตถุดิบ

e คือ 2.171828

4.3 สมการคำนวณประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี (COD removal efficiency) ซึ่งจะคำนวณจากกระบวนการหมักทั้ง 2 ขั้นตอน เพื่อทดสอบการลดลงของอินทรีย์วัตถุในระบบการหมัก (กลั่นประทุม ปัญญาปิง, วรฐ กัณอิน, สราญรักษ์ แสนพรหม, และเอกราช คำปัญญา, 2555) ดังสมการที่ 3

$$\% \text{ การกำจัดซีโอดี} = (\text{COD}_{in} - \text{COD}_{out}) / \text{COD}_{in} \times 100 \quad (3)$$

เมื่อ $\% \text{ การกำจัดซีโอดี}$ คือ ร้อยละของประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี

COD_{in} คือ ค่าซีโอดีเริ่มต้นก่อนการหมัก

COD_{out} คือ ค่าซีโอดีสุดท้ายหลังการหมักเสร็จสิ้น

4.4 การคำนวณการผลิตไบโอไฮเทน (Biohythane) จะคำนวณร้อยละของปริมาณไฮโดรเจนโดยปริมาตร (H_2/H_2+CH_4) (%) (Liu et al., 2013; Qin et al., 2019) และผลผลิตก๊าซไฮเทน (Hythane yield) (Qin et al., 2019) ดังสมการที่ 4 และ 5 ตามลำดับ ดังนี้

$$(H_2/H_2+CH_4) (\%) = (H_2/H_2+CH_4) (v/v) \times 100 \quad (4)$$

$$\text{Hythane yield} = H_2 \text{ yield} + CH_4 \text{ yield} \quad (5)$$

เมื่อ $(H_2/H_2+CH_4) (v/v)$ คือ ปริมาณไฮโดรเจนจากการผสมก๊าซไฮเทน

H_2 หรือ $H_2 \text{ yield}$ คือ ผลผลิตก๊าซไฮโดรเจน

CH_4 หรือ $CH_4 \text{ yield}$ คือ ผลผลิตก๊าซมีเทน

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

1. คุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของวัตถุดิบตั้งต้น

ผลการทดลองคุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีจากวัตถุดิบตั้งต้นทั้งหมด แสดงในตารางที่ 1 ดังนี้ ตารางที่ 1 คุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของเสียทางการเกษตรและอุตสาหกรรมและกากตะกอนจุลินทรีย์

พารามิเตอร์ (หน่วย)	SB	CR	WH	CS	SB+CS	CR+CS	WH+CS	Seed sludge
pH	4.50	6.28	6.68	4.12	4.65	5.33	5.15	8.16
COD (g/L)	4.00	24.00	24.00	24.00	32.00	32.00	40.00	24.00
TS (g/L)	0.10	6.28	0.37	126.31	90.33	192.84	116.59	182.56
VS (g/L)	0.04	6.11	0.15	125.32	74.66	173.07	72.34	153.29
TOC (g/L)	1.73	2.04	0.67	2.55	3.78	4.15	4.15	8.30
TKN (g/L)	0.04	0.38	0.36	0.92	0.94	1.25	0.92	2.10
Lignin (%)	7.69	20.31	3.28	-	-	-	-	-
Hemicellulose (%)	22.96	0.47	18.88	-	-	-	-	-
Cellulose (%)	41.12	37.55	43.22	-	-	-	-	-

จากตารางที่ 1 ผลการทดลองคุณลักษณะของวัตถุดิบตั้งต้นทั้งหมดพบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 4.12 – 8.16 ซึ่งส่วนใหญ่จะมีค่าเป็นกรด ยกเว้นกากตะกอนที่มีค่าเป็นด่าง ทั้งนี้ ตะกอนแบ่งกับวัตถุดิบที่ผสมตะกอนแบ่งจะมีค่าซีโอดี ของแข็งทั้งหมด ของแข็งระเหยได้ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงกว่าวัตถุดิบที่เป็นของเสียทางการเกษตรอย่างชัดเจน นอกจากนี้ปริมาณเซลล์ลูโลสที่เป็นองค์ประกอบสำคัญในการผลิตพลังงานจากของเสียทางการเกษตรจะมีร้อยละมากที่สุดในผักตบชวา ตามด้วย ชานอ้อยและเหง้ามันสำปะหลังตามลำดับ

2. การศึกษาการผลิตก๊าซไฮเทน

ค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของกระบวนการหมักขึ้นตอนที่ 1 จะอยู่ในช่วงที่เป็นกรดจนถึงกลาง ซึ่งจากผลการทดลองในตารางที่ 2 พบว่า วัตถุดิบตั้งต้นที่มีผลผลิตก๊าซไฮโดรเจน (H_2 yield) ที่สูงสุดคือ ตะกอนแบ่งมันสำปะหลัง (159.99 มิลลิลิตรไฮโดรเจน/กรัมซีโอดี) และวัตถุดิบตั้งต้นที่มีผลผลิตก๊าซไฮโดรเจนที่ต่ำสุดคือ ผักตบชวา (0.11 มิลลิลิตรไฮโดรเจน/กรัมซีโอดี) นอกจากนี้ ปริมาณการผลิตก๊าซไฮโดรเจนสะสมสูงสุดจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.06 - 23.61 อัตราการผลิตก๊าซไฮโดรเจนสูงสุดจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.003 - 1.97 และช่วงเวลาในการปรับสภาพ (Lag phase) สำหรับการผลิตก๊าซไฮโดรเจนจะอยู่ในช่วง 8 - 14 ชั่วโมง สำหรับกระบวนการหมักขึ้นตอนที่ 2 ค่าความเป็นกรด-ด่างจะอยู่ในช่วงที่เป็นกลางจนถึงเบสอ่อน ซึ่งก็คือประมาณ 7-8 จากผลการทดลองในตารางที่ 2 พบว่า วัตถุดิบตั้งต้นที่มีผลผลิตก๊าซมีเทน (CH_4 yield) ที่สูงสุดคือ ผักตบชวา+ตะกอนแบ่งมันสำปะหลัง (195.04 มิลลิลิตรมีเทน/กรัมซีโอดี) และวัตถุดิบตั้งต้นที่มีผลผลิตก๊าซมีเทนที่ต่ำสุดคือ เหง้ามันสำปะหลัง (3.39 มิลลิลิตรมีเทน/กรัมซีโอดี) ทั้งนี้ ชานอ้อย+ตะกอนแบ่งมันสำปะหลังกับเหง้ามันสำปะหลัง+ตะกอนแบ่งมันสำปะหลังไม่มีผลผลิตก๊าซมีเทนเกิดขึ้น วัตถุดิบที่มีปริมาณการผลิตก๊าซมีเทนสะสมสูงสุดจะมีค่าอยู่ในช่วง 1.70 - 41.05 อัตราการผลิตก๊าซมีเทนสูงสุดจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.17 - 4.10 และช่วงเวลาในการปรับสภาพของการผลิตก๊าซมีเทนจะอยู่ในช่วง 10 - 14 ชั่วโมง

ตารางที่ 2 การผลิตก๊าซไฮเทนจากวัตถุดิบตั้งต้น โดยกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกาศ 2 ขั้นตอน

วัตถุดิบตั้งต้น	Initial pH (H ₂)	Final pH (H ₂)	H ₂ yield (mL H ₂ /g COD)	Initial pH (CH ₄)	Final pH (CH ₄)	CH ₄ yield (mL CH ₄ /g COD)	H ₂ / (H ₂ +CH ₄) (%)	Hythane yield (mL hythane/g COD)	COD removal (%)
SB	5.85	6.43	0.36	7.25	7.66	5.07	6.61	5.43	92.33
CR	5.85	6.57	1.12	7.25	7.75	3.39	24.83	4.51	62.67
WH	6.00	6.58	0.11	7.25	6.66	28.61	0.38	28.72	46.00
CS	7.00	5.44	159.99	8.50	7.20	9.45	94.42	169.44	50.00
SB+CS	7.00	5.15	11.50	8.00	7.25	ND	ND	ND	40.00
CR+CS	7.00	5.14	15.90	8.00	7.18	ND	ND	ND	66.67
WH+CS	7.00	4.92	33.34	8.00	7.33	195.04	14.60	228.38	50.00

สัดส่วนของวัตถุดิบตั้งต้นที่มีปริมาณไฮโดรเจนโดยปริมาตร (H_2/H_2+CH_4) จากการผลิตไบโอไฮเทน ผลการทดลองในตารางที่ 2 พบว่า วัตถุดิบที่มีสัดส่วนของไฮโดรเจนมากที่สุดคือ ตะกอนแบ่งมันสำปะหลังร้อยละ 94.42 และเรียงลำดับจากสูงมาต่าดังนี้ เหง้ามันสำปะหลังร้อยละ 24.83 ผักตบชวา+ตะกอนแบ่งมันสำปะหลังร้อยละ 14.60 ชานอ้อยร้อยละ 6.61 และผักตบชวาร้อยละ 0.38 ตามลำดับ สำหรับผลผลิตก๊าซไฮเทน (Hythane yield) จากผลรวมของผลผลิตก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซมีเทนในวัตถุดิบตั้งต้นพบว่า วัตถุดิบตั้งต้นที่มีผลผลิตก๊าซไฮเทนที่สูงสุดคือ ผักตบชวา+ตะกอนแบ่งมันสำปะหลัง (228.38 มิลลิลิตรไฮเทน/กรัมซีโอดี) ตะกอนแบ่งมันสำปะหลัง (169.44 มิลลิลิตรไฮเทน/กรัมซีโอดี) ผักตบชวา

(28.72 มิลลิลิตรไฮเทน/กรัมซีโอดี) ขานอ้อย (5.43 มิลลิลิตรไฮเทน/กรัมซีโอดี) และเหง้ำมันสำปะหลัง (4.51 มิลลิลิตรไฮเทน/กรัมซีโอดี) ตามลำดับ

ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี (COD removal) เป็นการแสดงถึงการลดลงของอินทรีย์วัตถุในระบบการหมักแบบย่อยสลาย โดยอินทรีย์วัตถุจะลดลงและเปลี่ยนเป็นก๊าซชีวภาพ ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า วัตถุดิบที่มีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีที่สูงที่สุดคือ ขานอ้อยร้อยละ 92.33 และเรียงลำดับจากสูงมาต่ำดังนี้ เหง้ำมันสำปะหลัง+ตะกอนแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 66.67 เหง้ำมันสำปะหลังร้อยละ 62.67 ผักตบชวา+ตะกอนแป้งมันสำปะหลัง และตะกอนแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 50 และตามด้วยผักตบชวาร้อยละ 46 และขานอ้อย+ตะกอนแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 40 ตามลำดับ

การผลิตก๊าซไฮเทนชีวภาพจากกระบวนการหมักย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกาศ 2 ขั้นตอน ในการศึกษาครั้งนี้คล้ายกับการศึกษาของ Qin et al. (2019) ที่ศึกษาการผลิตก๊าซไฮเทนจากเศษอาหาร แบบระบบหมุนเวียนการหมักย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกาศ 2 ขั้นตอนที่อุณหภูมิต่างกัน (Recirculated two-stage temperature phased anaerobic digestion: R-TPAD) ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนที่ 1 ผลิตก๊าซไฮโดรเจนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส และขั้นตอนที่ 2 ผลิตก๊าซมีเทนที่อุณหภูมิ 37.5 องศาเซลเซียส ได้ผลผลิตก๊าซไฮโดรเจน ก๊าซมีเทน และก๊าซไฮเทน มีค่าเท่ากับ 49.9 มิลลิลิตรไฮโดรเจน/กรัมของแข็งระเหยที่ป้อนเข้า 426 มิลลิลิตรมีเทน/กรัมของแข็งระเหยที่ป้อนเข้า และ 475.9 มิลลิลิตรไฮเทน/กรัมของแข็งระเหยที่ป้อนเข้า ตามลำดับ โดยมีสัดส่วนไฮโดรเจนร้อยละ 10.5

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบการผลิตก๊าซไฮเทนกับงานวิจัยอื่น

วัตถุดิบตั้งต้น	อุณหภูมิ	ร้อยละของไฮโดรเจน ($H_2/(H_2+CH_4)$)(%)	ผลผลิต	เอกสารอ้างอิง
เศษอาหาร	ขั้นตอนที่ 1 55°C	10.5	49.9 mL H_2 /g VS_{fed}	Qin et al. (2019)
	ขั้นตอนที่ 2 37.5°C		426 mL CH_4 /g VS_{fed}	
			475.9 mL Hythane/g VS_{fed}	
ผักตบชวา+ ตะกอนแป้งมัน สำปะหลัง	35°C ทั้ง 2 ขั้นตอน	14.60	33.34 mL H_2 /g COD 195.04 mL CH_4 /g COD 228.38 mL Hythane/g COD	การศึกษานี้

สรุปและอภิปรายผล

จากการทดลองด้วยกระบวนการหมักย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกาศ 2 ขั้นตอน พบว่า ขั้นตอนที่ 1 การผลิตก๊าซไฮโดรเจน ตะกอนแป้งมันสำปะหลัง มีค่าสูงสุดคือ 159.99 มิลลิลิตรไฮโดรเจน/กรัมซีโอดี ส่วนขั้นตอนที่ 2 การผลิตก๊าซมีเทน ผักตบชวา+ตะกอนแป้งมันสำปะหลัง มีค่าสูงสุดคือ 195.04 มิลลิลิตรมีเทน/กรัมซีโอดี และผลผลิตก๊าซไฮเทนจากผลรวมของก๊าซไฮโดรเจนกับก๊าซมีเทนพบว่า ผักตบชวา+ตะกอนแป้งมันสำปะหลังมีการผลิตก๊าซไฮเทนสูงสุดคือ 228.38 มิลลิลิตรไฮเทน/กรัมซีโอดี

ในการทดสอบคุณลักษณะของวัตถุดิบตั้งต้น พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างจะอยู่ในช่วงที่เป็นกรดซึ่งจะเหมาะกับการผลิตก๊าซไฮโดรเจนมากกว่าก๊าซมีเทน ถึงแม้ในขั้นตอนการผลิตก๊าซจะมีการปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้เหมาะสมแล้ว แต่โอกาสในการผลิตก๊าซไฮโดรเจนของวัตถุดิบตั้งต้นสำหรับการทดสอบนี้ก็มากกว่าก๊าซมีเทน ส่วนใหญ่ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซไฮโดรเจนจะอยู่ในช่วง 5.5–6.5 (Roy & Das, 2016) สำหรับบางงานวิจัยเช่น Wongthanate and Mongkarothai (2018) ได้ศึกษาการผลิตก๊าซไฮโดรเจนจากเศษอาหารเหลือทิ้งในช่วงค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นที่ 5.0 – 9.0 พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้น 7.0 มีการผลิตก๊าซไฮโดรเจนที่สูงสุด จะมีการผลิตก๊าซไฮโดรเจนสูงกว่า ซึ่งจะ

คล้ายกับการศึกษานี้ โดยที่ตะกอนแป้งมันสำปะหลังและวัตถุดิบที่ผสมตะกอนแป้ง ได้ตั้งค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นเท่ากับ 7.0 ซึ่งตะกอนแป้งมันสำปะหลังมีการผลิตก๊าซไฮโดรเจนที่สูงสุด แต่มีการผลิตก๊าซมีเทนที่น้อยกว่า สำหรับผักตบชวา+ตะกอนแป้งมันสำปะหลัง มีการผลิตก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซมีเทนอยู่ในเกณฑ์สูงทั้ง 2 ขั้นตอน สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของการผลิตก๊าซมีเทนในขั้นตอนที่ 2 ชานอ้อย เหม้ามันสำปะหลัง และผักตบชวา ได้ตั้งค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นอยู่ที่ 7.25 ซึ่งถือว่าเหมาะสม เพราะ โดยทั่วไปแบคทีเรีย Methanogen จะผลิตก๊าซมีเทนในช่วงค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นที่ 6.6 - 7.8 (จารุวรรณ, 2558) แต่ตะกอนแป้งมันสำปะหลังได้ตั้งค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นเท่ากับ 8.50 ส่วนชานอ้อย+ตะกอนแป้งมันสำปะหลัง เหม้ามันสำปะหลัง+ตะกอนแป้งมันสำปะหลัง และผักตบชวา+ตะกอนแป้งมันสำปะหลัง มีค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นเท่ากับ 8.00 เพราะ จากการทดลองพบว่า วัตถุดิบตั้งต้นเหล่านี้จะมีการผลิตก๊าซมีเทนตั้งแต่ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 8-8.5 ส่วนในช่วงค่า pH 7.00 ไม่มีการผลิตก๊าซมีเทน การทดลองครั้งนี้ยังพบว่า ชานอ้อย+ตะกอนแป้งมันสำปะหลัง กับ เหม้ามันสำปะหลัง+ตะกอนแป้งมันสำปะหลัง เมื่อทำการทดลองพบว่า มีคุณสมบัติในการผลิตก๊าซไฮโดรเจน แต่ไม่สามารถผลิตก๊าซมีเทน ในที่นี้สันนิษฐานว่า อาจจะเกี่ยวข้องกับสารเมทาบอลิต์ในช่วงการผลิตก๊าซ ได้แก่ กรดอินทรีย์ระเหยง่าย (VFA) ซึ่งประกอบด้วยกรดอะซิติก กรดบิวทิริก และกรดโพรไพโอนิก เป็นองค์ประกอบหลัก และแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$) เพราะ จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงการผลิตก๊าซไฮโดรเจนกับก๊าซมีเทน โดยกรดบิวทิริกกับกรดโพรไพโอนิกเมื่อมีปริมาณมากจะยับยั้งการผลิตก๊าซมีเทน ส่วนกรดอะซิติกถ้ามีปริมาณน้อยจะไม่สามารถผลิตก๊าซมีเทนได้ (Mamimin et al., 2017) อีกทั้งแอมโมเนียไนโตรเจนถ้ามีปริมาณสะสมมากจะมีความเป็นพิษต่อจุลินทรีย์ เมทาโนเจนซึ่งจะยับยั้งการผลิตก๊าซมีเทน (Mustafa et al., 2019) ในการศึกษาครั้งต่อไป จึงอาจต้องตรวจสอบพารามิเตอร์เหล่านี้ เพื่อสามารถอธิบายผลได้ชี้เฉพาะว่า สารหรือปัจจัยใดที่ส่งเสริมหรือยับยั้งการผลิต หรือมีการปรับสภาพวัตถุดิบตั้งต้นด้วยวิธีอื่นเพื่อให้เหมาะกับการผลิตก๊าซทั้ง 2 ขั้นตอน นอกจากนี้ยังพบว่า วัตถุดิบที่เป็นของเสียทางการเกษตร ได้แก่ ชานอ้อย เหม้ามันสำปะหลัง และผักตบชวา มีคุณสมบัติในการผลิตก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซมีเทนน้อยกว่าวัตถุดิบที่เป็นตะกอนแป้ง ยกเว้นผักตบชวาที่มีการผลิตก๊าซมีเทนสูงกว่าตะกอนแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งโดยทั่วไปตะกอนแป้งที่มาจากกระบวนการน้ำเสียจะมีองค์ประกอบที่สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานเช่น กลูโคส ซูโครส แป้ง และโปรตีนที่มากกว่า และยังมีกลุ่มจุลินทรีย์บางชนิดที่มีคุณสมบัติในการผลิตและเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการผลิตก๊าซ แต่วัตถุดิบที่มีคุณสมบัติของลิกโนเซลลูโลส (Lignocellulose) มีองค์ประกอบที่สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานน้อยกว่าตะกอนแป้งมาก และยังมีลิกนินซึ่งเป็นตัวขัดขวางการทำงานของจุลินทรีย์ในการผลิตพลังงาน (Show et al., 2012)

จากผลการศึกษาถึงสัดส่วนไฮโดรเจนพบว่า เหม้ามันสำปะหลัง และผักตบชวา+ตะกอนแป้งมันสำปะหลัง มีสัดส่วนที่เหมาะสมสำหรับการผลิตก๊าซไฮเทนชีวภาพจากทั้ง 2 ขั้นตอน โดยสัดส่วนของก๊าซไฮโดรเจนที่เหมาะสมต่อการผลิตก๊าซไฮเทนจะอยู่ที่ร้อยละ 10-25 (Qin et al., 2019) ส่วนชานอ้อยจะมีสัดส่วนอยู่ที่ร้อยละ 6.61 แต่ก็ใกล้เคียงกับสัดส่วนมาตรฐาน สำหรับวัตถุดิบตั้งต้นชนิดอื่นพบว่า ตะกอนแป้งมันสำปะหลังที่มีสัดส่วนไฮโดรเจนสูงถึงร้อยละ 94.42 ประกอบกับมีผลผลิตของก๊าซมีเทนอยู่ในระดับต่ำ จึงเป็นสิ่งที่บอกว่า ตะกอนแป้งมันสำปะหลังเหมาะสมแก่การผลิตก๊าซไฮโดรเจนอย่างเดียว ผักตบชวามีมีสัดส่วนไฮโดรเจนอยู่ที่ร้อยละ 0.38 แสดงถึงการผลิตก๊าซไฮโดรเจนที่ต่ำ แต่มีการผลิตก๊าซมีเทนที่สูงจึงเหมาะสำหรับการผลิตก๊าซมีเทนอย่างเดียว

การศึกษาการผลิตก๊าซไฮเทนชีวภาพ ซึ่งประกอบไปด้วยก๊าซไฮโดรเจนกับก๊าซมีเทน จากวัตถุดิบตั้งต้นทั้งหมด 7 ตัวอย่าง ด้วยกระบวนการหมักย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกาศ 2 ขั้นตอน สรุปได้ว่า ผักตบชวา+ตะกอนแป้งมันสำปะหลัง เป็นวัตถุดิบที่มีศักยภาพในการผลิตก๊าซไฮเทนชีวภาพที่เหมาะสมที่สุด โดยผลผลิตของก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซมีเทนชีวภาพ มีค่าเท่ากับ 33.34 มิลลิลิตรไฮโดรเจน/กรัมชีโอดี และ 195.04 มิลลิลิตรมีเทน/กรัมชีโอดี ตามลำดับ เมื่อรวมผลผลิตของก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซมีเทนชีวภาพจะได้ผลผลิตก๊าซไฮเทนชีวภาพ มีค่าเท่ากับ 228.38 มิลลิลิตรไฮเทน/กรัมชีโอดี ด้วยสัดส่วนไฮโดรเจนร้อยละ 14.60 นอกจากนี้ยังพบว่า มีประสิทธิภาพการกำจัดชีโอดีอยู่ที่ร้อยละ 50

ข้อเสนอแนะ

1. การทำวิจัยในครั้งต่อไป ควรมีการทดลองกรดอินทรีย์ระเหยง่ายและแอมโมเนียไนโตรเจน เพื่อดูกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในการผลิตก๊าซ
2. การทำวิจัยในครั้งต่อไป ควรมีการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซไฮเทน เช่น ค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้น อุณหภูมิ อัตราส่วนคาร์บอน/ไนโตรเจน และการปรับสภาพด้วยวิธีต่างๆ เป็นต้น เพื่อส่งเสริมให้การผลิตก๊าซไฮเทนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
3. ข้อมูลผลการทดลองในครั้งนี้เป็นการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ขยายผลให้อยู่ในระดับที่ใหญ่ขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบการผลิตก๊าซชีวภาพ พลังงานทดแทนในอนาคตต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กลิ่นประทุม ปัญญาปิง, วรุธ กันอิน, สราญรักษ์ แสนพรหม และ เอกราช คำปัญญา. (2555). ศักยภาพการย่อยสลายให้ก๊าซมีเทนของเศษก้านและใบไม้หลายชนิด. วารสารการวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน, 5(1), 64-73.
- จารุวรรณ วงศ์ทะเนตร. (2558). สิ่งแวดล้อมและพลังงานสีเขียว. นครปฐม: สายสีการพิมพ์.
- ชัยศรี ธาราสวัสดิ์พิพัฒน์ และโกวิท สุวรรณหงษ์. (2555). การผลิตแก๊สชีวภาพจากซากชีวมวลในร่องสวนใน พื้นที่อำเภอมะนัง จังหวัดสมุทรสงคราม (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- วัฒนธรงค์ มากพันธ์ และสมพงศ์ โอทอง. (2561). การผลิตก๊าซไบโอไฮเทนจากขาน้อยโดยกระบวนการหมักสองขั้นตอนที่สภาวะเทอร์โมฟิลิก. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- American Public Health Association (APHA). (2012). Standard methods for the examination of water and wastewater. 22nd ed. Washington D.C.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2016). Official Methods of Analysis. (20th ed). Washington D.C.
- Chandra, R., Takeuchi, H., & Hasegawa, T. (2012). Methane production from lignocellulosic agricultural crop wastes: A review in context to second generation of biofuel production. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16(3), 1462-1476. doi: 10.1016/j.rser.2011.11.035.
- Hans, M. & Kumar, S. (2019). Biohythane production in two-stage anaerobic digestion system. International Journal of Hydrogen Energy, 44(32) , 17363-17380. doi: 10.1016/j.ijhydene.2018.10.022.
- Liu, Z., Zhang, C., Lu, Y., Wu, X., Wang, L., Wang, L., ... Xing, X.H. (2013). States and challenges for high-value biohythane production from waste biomass by dark fermentation technology. Bioresource Technology, 135, 292-303. doi: 10.1016/j.biortech.2012.10.027.
- Mamimin, C., Prasertsan, P., Kongjan, P., & O-Thong, S. (2017). Effects of volatile fatty acids in biohydrogen effluent on biohythane production from palm oil mill effluent under

thermophilic condition. *Electronic Journal of Biotechnology*, 29, 78-85. doi: 10.1016/j.ejbt.2017.07.006.

Mustafa, A. M., Chen, X., Lin, H. & Sheng, K. (2019). Effect of ammonia concentration on hythane (H₂ and CH₄) production in two-phase anaerobic digestion. *International Journal of Hydrogen Energy*, 44(50), 27297-27310. doi: 10.1016/j.ijhydene.2019.08.229.

Qin, Y., Wu, J., Xiao, B., Cong, M., Hojo, T., Cheng, J. ... Li, Y.Y. (2019). Strategy of adjusting recirculation ratio for biohythane production via recirculated temperature-phased anaerobic digestion of food waste. *Energy*, 179, 1235-1245. doi: 10.1016/j.energy.2019.04.182.

Roy, S. & Das, D. (2016). Biohythane production from organic wastes: present state of art. *Pollution Control Technology and Alternate Energy Options*, 23(10), 9391-9410. doi: 10.1007/s11356-015-5469-4.

Shan, F.F., Xiao, H.X., Meng, D., Xian, Z.Y. & Rong, B.G. (2017). Hydrogen and methane production from vinasse using two-stage anaerobic digestion. *Process Safety and Environmental Protection*, 107, 81-86. doi: 10.1016/j.psep.2017.01.024

Show, K.Y., Lee, D.J., Tay, J.H., Lin, C.Y. & Chang, J.S. (2012). Biohydrogen production: Current perspectives and the way forward. *International Journal of Hydrogen Energy*, 37(20), 15616-15631. doi: 10.1016/j.ijhydene.2012.04.109.

Wongthanate, J. and Mongkarohtai, K. (2018). Enhanced thermophilic bioenergy production from food waste by a two-stage fermentation process. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 7(2), 109–116. doi: 10.1007/s40093-018-0196-8.

Zheng, Y., Zhao, J., Xu, F. & Li, Y. (2014). Pretreatment of lignocellulosic biomass for enhanced biogas production. *Progress in Energy and Combustion Science*, 42(1) , 35-53. doi: 10.1016/j.peccs.2014.01.001.

แนวทางการจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ณัฐพร จิระวัฒนาสมกุล, ภัทรลภา ฐานวิเศษ, สโรชา บุญเรือง, อัญชลีพร โคตรธรรม และวีรวัฒน์ สุปิมล

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่ 680 ถนนนิตโย

ต. ธาตุเชิงชุม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร 47000

e-mail: nathaporn.jira@gmail.com, thanwiset56@gmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร (มรส.) ประสบปัญหาเกี่ยวกับการลดปริมาณขยะ ขาดการคัดแยกจากต้นทาง โดยการมีส่วนร่วมแม้มีศูนย์วัสดุรีไซเคิลแล้ว ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาแนวทางการจัดการขยะในมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ซึ่งมีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อศึกษาปริมาณและองค์ประกอบของขยะ (2) เพื่อสำรวจพฤติกรรมการมีส่วนร่วมและความรู้การจัดการขยะ และ (3) เพื่อศึกษาแนวทางการดำเนินการจัดการขยะที่เหมาะสม โดยการสำรวจปริมาณและองค์ประกอบของขยะ รวมทั้งใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือทดสอบความแตกต่างทางสถิติขององค์ประกอบขยะแต่ละประเภท ด้วยสถิติ One-simple T-Test โดยโปรแกรม IBM SPSS Statistics 22 ผลการศึกษาพบว่า มรส. มีปริมาณขยะประมาณ 2.33 ตัน/วัน อัตราการเกิดขยะ 0.18 กก./คน/วัน ประกอบด้วยขยะอินทรีย์ ร้อยละ 45 ขยะรีไซเคิลร้อยละ 26 ขยะทั่วไป ร้อยละ 29 และองค์ประกอบขยะแต่ละประเภทไม่แตกต่างกันอย่างนัยยะสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) สำหรับความรู้ ทักษะ และพฤติกรรมในการจัดการขยะได้ทำการสำรวจตามแหล่งกำเนิดพบว่า ทุกแหล่งกำเนิดมีความรู้และทักษะเกี่ยวกับการจัดการขยะที่ดีถึงดีมากแต่มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการจัดการขยะอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ ยกเว้นอาคารวิชาการที่มีพฤติกรรมที่อยู่ในเกณฑ์ที่ดี ดังนั้นควรที่จะปรับปรุงพฤติกรรมในการจัดการขยะ เช่น มีการรณรงค์เกี่ยวกับการคัดแยกขยะตั้งแต่ต้นทาง ควรจัดทำถังรองรับขยะแยกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ ขยะอินทรีย์ ขยะรีไซเคิล ขยะทั่วไปและขยะอันตราย ควรนำขยะอินทรีย์ทำเป็นปุ๋ยหมักแล้วนำมาใช้เป็นปุ๋ยใส่ต้นไม้ และควรมีการประชาสัมพันธ์ศูนย์วัสดุรีไซเคิลอย่างทั่วถึง

คำสำคัญ: ความรู้การจัดการขยะ ทักษะในการจัดการขยะ พฤติกรรมจัดการขยะ

Guidelines For Solid Waste Management in Sakon Nakhon Rajabhat University

Nathaporn Jirawattanasomkul, Phatlapha Thanwised, Sarocha Boonruang, Anchaleeporn Chottam and Weerawat Supimon

Program of Environmental Science, Faculty of Science and Technology, Sakon Nakhon Rajabhat University,
680 Nittayo Road, Mueang District, Sakon Nakhon, 47000, Thailand
e-mail: nathaporn.jira@gmail.com, thanwised56@gmail.com

Abstract

At present, Sakon Nakhon Rajabhat University (SNRU) has experienced problems with reducing waste, lacked of separation from the source by participation, even though there was Recycled Materials Center. Therefore, the researcher was interested in the studied of guidelines for solid waste management in SNRU. This research have 3 objectives are (1) to studied the amount and composition of solid waste , (2) to explore the participation behavior and knowledge of waste management, and (3) to studied guidelines for proper waste management. We surveyed the amount and composition of solid waste included questionnaire were used as a tool. Test the statistical difference of each composition of solid waste with One-simple T-Test statistic by IBM SPSS Statistics 22 program. The resulted indicated that SNRU has a total solid waste generated about 2.33 tons / day and solid waste generation rate about 0.18 kg / person / day. The largest composition of solid waste was organic waste 45 % , recyclable waste 26 % , general waste 29 % and each composition was not significantly different ($P > 0.05$). For knowledge, attitude and behavior in waste management, surveyed at source, it was found that all sources had knowledge and attitudes about waste management were good to very good, but had behavior related to solid waste management remained low except for academic buildings which had a behavior was good. So the behavior of waste management should be adjusted, such as a campaign on waste separation at source. Waste bins should be made into 4 categories which are organic waste, recyclable waste, general waste and dangerous waste. Organic waste should be made into compost and then used as fertilizer for plants. And should public relations about the Recycled Materials Center thoroughly.

Keywords: Knowledge of Waste Management, Attitude of Garbage Management, behavior of Waste management

บทนำ

ขยะในประเทศไทยเป็นปัญหาใหญ่ที่รอให้เจ้าหน้าที่สถาบันทางการศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อหาหนทางแก้ไข เรื่องการจัดการขยะเนื่องจากปัญหาขยะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตรงไม่ว่าจะเป็นขยะจากชุมชนจากสถาบันศึกษาหรือหน่วยงานของรัฐปัญหาหลักของประเทศไทยคือยังขาดแคลนพื้นที่ในการจัดการขยะแบบถูกวิธีโดยข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษพบว่า ปี 2558 มีปริมาณขยะเกิดขึ้น 29.09 ล้านตัน ถูกขนนำไปกำจัด 13.6 ล้านตัน ถูกกำจัดอย่างถูกต้อง 8.4 ล้านตัน อีกประมาณ 7.09 ล้านตัน ถูกกำจัดอย่างผิดวิธี เช่น การเทกองในบ่อดิน การเผากลางแจ้ง หรือการลักลอบทิ้งในพื้นที่รกร้าง (กรมควบคุมมลพิษ, 2559)

สถานการณ์ขยะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณเพิ่มขึ้นค่อนข้างมากจึงเป็นเรื่องที่ภาครัฐและประชาชนไม่ควร ละเลยในการที่จะแก้ไขปัญหาเหล่านี้ผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่ายจึงควรมีส่วนร่วมในการจัดการปัญหานี้ทั้งภาครัฐและเอกชนควรมีการ จัดการขยะอย่างเป็นระบบเพื่อที่จะสามารถรองรับปัญหาขยะที่เพิ่มมากขึ้นทุกวัน นอกจากนี้การจัดการขยะอย่างถูกต้องมี ต้นทุนที่สูง ดังนั้นประชาชนจึงควรมีความตระหนักในการลดปัญหามากกว่าที่จะพึ่งพาการกำจัดปัญหาขยะโดยภาครัฐ ปริมาณ ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมดในเขตพื้นที่จังหวัดสกลนครตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2558-30 กันยายน 2559 ได้ดำเนินการเก็บคัดแยก ขยะที่ต้นทางด้านเป็นจำนวน 1,441.8 ตัน คิดเป็นมูลค่า 13 ล้านบาท (สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสกลนครและภาควิ ศาสตร์สกลนครนออยู่, 2560)

ปัจจุบันมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครได้ขยายพื้นที่การให้บริการด้านการศึกษารวมทั้งให้มีปริมาณขยะมากขึ้นตามจำนวน นักศึกษาประกอบกับในปัจจุบันมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครประสบปัญหาเกี่ยวกับการลดปริมาณขยะขาดการคัดแยกจากต้น ทางโดยการมีส่วนร่วมแม้มีศูนย์วัสดุรีไซเคิลเนื่องจากขยะที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ถูกทิ้งปะปนกันในถังขยะ ดังนั้นผู้วิจัยจึง สนใจศึกษาแนวทางการจัดการขยะอย่างยั่งยืนภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการจัดการขยะในปัจจุบันที่มีผลต่อปริมาณองค์ประกอบขยะของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
2. เพื่อสำรวจ ความรู้ ทักษะ และพฤติกรรมที่มีส่วนร่วมในการจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
3. เพื่อศึกษาแนวทางการดำเนินการจัดการขยะที่เหมาะสมในมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งหาแนวทางในการจัดการขยะในมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครโดยประกอบด้วยการศึกษาปริมาณ องค์ประกอบของขยะและแนวทางของการจัดการขยะที่เหมาะสมดำเนินการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research) ซึ่งเป็นการใช้ แบบสอบถามที่สร้างขึ้นเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล เกี่ยวกับการจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัย ความรู้ความเข้าใจ ทักษะ และพฤติกรรมเกี่ยวกับการจัดการขยะของนักศึกษา เจ้าหน้าที่ / บุคลากร รวมทั้งผู้ประกอบการร้านค้าที่อยู่ ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครโดยมีขั้นตอนการดำเนินการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันในการจัดการขยะต่อปริมาณองค์ประกอบของขยะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏ สกลนคร

1. ศึกษาปริมาณและองค์ประกอบของขยะโดยศึกษาจากแหล่งกำเนิดภายใน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โดยมีขั้นตอนดังนี้

1.1) แหล่งกำเนิดของขยะ โดยเราจะแบ่งเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้ 1) กลุ่มอาคารเรียน/อาคารวิชาการ 2) กลุ่ม โรงอาหาร 3) กลุ่มบ้านพัก 4) กลุ่มหอพัก 5) กลุ่มหอประชุม

1.2) กำหนดวันเก็บตัวอย่างขยะมูลฝอยทำการศึกษาปริมาณและองค์ประกอบของขยะ 2 ช่วงคือ ช่วง เปิดภาคเรียน (กรกฎาคม-กันยายน) ปีการศึกษา 2560 และช่วงปิดภาคเรียน (พฤษภาคม-มิถุนายน) ปีการศึกษา 2560 โดยในแต่ละช่วงจะทำการศึกษา 5 วัน แบ่งเป็น 3 วันทำการคือ วันจันทร์ พุธ และศุกร์ และ 2 วันหยุดราชการ คือ วันเสาร์และ วันอาทิตย์ ในสัปดาห์เดียวกันแล้วทำการเฉลี่ยในแต่ละช่วง

1.3) วิเคราะห์องค์ประกอบและความหนาแน่นของขยะตามแหล่งกำเนิดใน ข้อ 1.1

1.4) ศึกษาหาปริมาณขยะ โดยทำการชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักบรรทุกทุกที่บ่อฝังกลบขยะเทศบาล นครสกลนคร

2. ศึกษาสภาพปัจจุบันการจัดการขยะของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

2.1) ศึกษาจำนวนถังรองรับขยะ จุดรองรับขยะ และจัดทำแผนที่แสดงจุดวางถัง

2.2) ศึกษากระบวนการขนส่งขยะ สำรวจจำนวนรถเก็บขน ประเภทรถ จำนวนรอบเก็บขน เส้นทางในการเก็บ

ขนขยะ

2.3) ศึกษากระบวนการกำจัดขยะ

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาพฤติกรรมการณ์มีส่วนร่วมและความรู้ในการจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

1) สร้างแบบสอบถาม โดยศึกษาหลักการวิธีการสร้างจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ต่างๆ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการร่างแบบสอบถามซึ่งประกอบด้วย 5 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 แบบสอบถามความรู้เกี่ยวกับการจัดการขยะ ส่วนที่ 2 แบบสอบถามทัศนคติเกี่ยวกับการจัดการขยะ ส่วนที่ 3 แบบสอบถามพฤติกรรมการณ์การจัดการขยะ ส่วนที่ 4 เกี่ยวกับศูนย์วัสดุรีไซเคิล และส่วนที่ 5 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

-แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการขยะในมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครเป็นคำถามแบบปลายเปิด

-ปรับแก้แบบสอบถามและหาคุณภาพของเครื่องมือโดยดำเนินการดังนี้

(1) เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัยตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา และภาษาที่ใช้พิจารณาและให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุงแก้ไข

(2) ปรับแก้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัยจากนั้นจึงให้ ผู้เชี่ยวชาญจากสาขาหรือด้านที่มีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัยได้ตรวจสอบความเที่ยงตรงของ เนื้อหา (Content Validity) โดยในการวิจัยครั้งนี้มีผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 ท่าน

(3) นำชุดแบบสอบถามที่ได้รับการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content validity) ซึ่งผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ ทำการหาค่า IOC (Index of Item - Objective Congruence) และคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ≥ 0.5 เพื่อให้ ข้อคำถามที่อยู่ในเกณฑ์แบบสอบถามความรู้เกี่ยวกับการจัดการขยะ 10 ข้อ แบบสอบถามทัศนคติเกี่ยวกับการจัดการขยะ 10 ข้อและแบบสอบถามพฤติกรรมการณ์การจัดการขยะมูลฝอย 10 ข้อ แบบสอบถามเกี่ยวกับศูนย์วัสดุรีไซเคิล 10 ข้อ และจัดทำเป็นชุดแบบสอบถามที่จะนำไปเก็บรวบรวมข้อมูล

(4) จัดพิมพ์แบบสอบถามที่ผ่านการหาค่าความเชื่อมั่นแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัยให้ความเห็นชอบจากนั้นนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

2) กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรประชากรในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 กลุ่ม คือ นักศึกษาที่ศึกษาอยู่ ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ปีการศึกษา 2560 เจ้าหน้าที่/บุคลากรและผู้ประกอบการร้านค้าภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีของยามาเน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และกำหนดความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ 0.05 จากจำนวนประชากรทั้งหมด 13,111 คน สามารถคำนวณกลุ่มตัวอย่างในครั้งนี้ได้ 366 คน หรือ ประมาณ 400 คน

3) เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามและแบบสังเกตตามจำนวนตัวอย่างกลุ่มประชากรใน ข้อ 2

4) วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

1) ข้อมูลปริมาณและองค์ประกอบของขยะ ช่วงปิดภาคการเรียนและเปิดภาคการเรียน

2) ข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่างในการจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทำแบบสอบถามของนักศึกษา เจ้าหน้าที่บุคลากร และผู้ประกอบการค้าขายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ผู้วิจัยจัดทำข้อมูลดังนี้

ตรวจให้คะแนนคำถามแต่ละข้อตามเกณฑ์ที่กำหนดจากนั้นจึงดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ตามขั้นตอนดังนี้

1) แบบสอบถามส่วนที่ 1 จำแนกข้อมูลบุคคลโดยการหาค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage)

2) แบบสอบถามส่วนที่ 2 ตอนที่ 1 ถึงตอนที่ 3 ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เป็นรายข้อและรวมทั้งฉบับ

3) เปรียบเทียบปัจจัยที่ศึกษาได้แก่ ความรู้ด้านการจัดการขยะทัศนคติต่อการจัดการขยะมูลฝอยกับพฤติกรรมด้านการจัดการขยะมูลฝอย โดยผู้วิจัยใช้สถิติ ดังนี้

2) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1) สถิติเชิงบรรยายใช้การแจกแจงความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Average) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

3) สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบปริมาณและองค์ประกอบของขยะในช่วงปิดภาคการเรียนและเปิดภาคการเรียนใช้โดยโปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 22 ใช้สถิติ One-simple T-test และ One-way ANOVA

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาแนวทางการดำเนินการจัดการขยะที่เหมาะสมอย่างยั่งยืนในมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

นำข้อมูลจากขั้นตอนที่ 1 และ 2 เพื่อสรุปปัญหาและแนวทางการแก้ไขเพื่อให้เกิดแนวทางการจัดการขยะที่เหมาะสม

ผลการวิจัย

การศึกษาเพื่อหาแนวทางในการจัดการขยะของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ประกอบด้วยการศึกษาวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และการดำเนินการวิจัยเชิงสำรวจ โดยสำรวจปริมาณและองค์ประกอบของขยะ และใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการวิจัย แล้วนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์อย่างมีระบบ และเสนอผลการศึกษาโดยผลการวิเคราะห์แบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1) สภาพปัจจุบันในการจัดการขยะต่อปริมาณองค์ประกอบของขยะและปริมาณขยะในภาค 20 ปี

1.1) ข้อมูลพื้นฐานของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ตั้งอยู่เลขที่ 680 ถนนนิตโย ตำบลธาตุเชิงชุม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร รหัสไปรษณีย์ 47000 โดยมีเนื้อที่ประมาณ 636 ไร่ 4 งาน 2 ตารางวา ใช้เนื้อที่ภายในมหาวิทยาลัยแบ่งเป็นอาคารต่าง ๆ ทั้งหมด 36 อาคารและกำลังสร้างเพิ่มอีก 3 อาคาร

ประชากรในมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ในปีการศึกษา 2560 รวมทั้งหมด 13,111 คน สามารถแบ่งได้เป็นจำนวนนักศึกษา 12,237 คน บุคลากร 874 คน แบ่งออกเป็น ข้าราชการ 130 คน ลูกจ้างประจำ 14 คน พนักงานมหาวิทยาลัย 471 คน พนักงานราชการ 25 คน ลูกจ้างชั่วคราวรายเดือน 230 คน ลูกจ้างชั่วคราวรายวัน 4 คน และผู้ประกอบการร้านค้าที่ประจำอยู่ในมหาวิทยาลัย มี 30 ร้าน และรวมถึงลูกจ้างภายในร้าน ดังนั้นประชากรทั้งหมดในมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ไม่ต่ำกว่า 13,111 คน (กองนโยบายและแผน, 2560)

1.2) ปริมาณขยะ

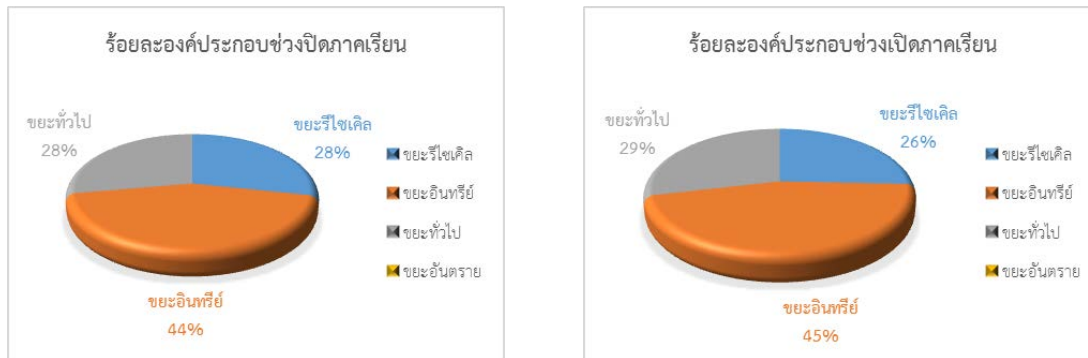
ข้อมูลปริมาณขยะที่ได้จากการชั่งน้ำหนักขยะที่เก็บขนได้ในแต่ละวันซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากเทศบาลนครสกลนครทำการชั่งน้ำหนักเป็นเวลา 7 วัน ระหว่างวันที่ 9 กันยายน 2560 ถึงวันที่ 18 กันยายน 2560 แล้วนำปริมาณขยะที่ชั่งน้ำหนักได้มาหาค่าเฉลี่ย พบว่ามหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครมีปริมาณขยะเกิดขึ้นทั้งหมดประมาณ 2.33 ตัน/วัน

1.3) อัตราการเกิดขยะ

ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นประมาณ 2.33 ตัน/วัน และจำนวนประชากรในปี พ.ศ. 2560 ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครประมาณ 13,111 คน ดังนั้นจึงหาอัตราการเกิดขยะได้ 0.18 กิโลกรัม/คน/วัน

1.4) องค์ประกอบขยะและความแตกต่างทางสถิติขององค์ประกอบขยะ

ในการศึกษาองค์ประกอบของขยะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร พบว่าขยะอินทรีย์มากที่สุดร้อยละ 44-45 รองลงมาเป็นขยะทั่วไปร้อยละ 28-29 และขยะรีไซเคิลร้อยละ 26-28 แสดงดัง ภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ภาพแสดงร้อยละประกอบของช่อกุ้งช่วงเปิดและปิดภาคเรียน

จากการทดสอบความแตกต่างทางสถิติช่วงเปิดและปิดภาคเรียน ผู้วิจัยได้ใช้สถิติ One-simple T-Test ด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics 22 พบว่าองค์ประกอบของช่วงเปิดและปิดภาคเรียนมีความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

1.5 ความหนาแน่นปกติของช่อกุ้ง

ความหนาแน่นปกติของช่อกุ้งภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ช่วงเปิดภาคเรียน 32.03 ± 27.10 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร และช่วงปิดภาคเรียน 44.97 ± 4.94 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งถือว่าน้อยเนื่องจากองค์ประกอบของช่อกุ้งส่วนใหญ่เป็นถุงพลาสติกซึ่งมีน้ำหนักเบา

1.6 เปรียบเทียบปริมาณ องค์ประกอบของช่อกุ้งกับพื้นที่อื่น

ปริมาณและอัตราการเกิดช่อกุ้งของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครใกล้เคียงกับมหาวิทยาลัยพะเยา ส่วนร้อยละองค์ประกอบของช่อกุ้งใกล้เคียงกับพื้นที่มหาวิทยาลัยอื่น ๆ รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบปริมาณองค์ประกอบ ของช่อกุ้งกับพื้นที่อื่นๆ

พื้นที่	ปริมาณช่อกุ้ง (ตัน/วัน)	อัตราการเกิดช่อกุ้ง (ก.ก/คน/วัน)	องค์ประกอบช่อกุ้ง (ร้อยละ)			อ้างอิง
			ช่อกุ้งหัว	ช่อกุ้งตัว	ช่อกุ้งหาง	
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร	2.33	0.18	45.00	26.00	29.00	งานวิจัยนี้
มหาวิทยาลัย ศรีนครินทร วิโรฒ องค์กรฯ	8.00	1.30	47.32	33.39	23.60	ประภาพร แก้วสุกใส (2550)
มหาวิทยาลัยพะเยา	2.00	0.15	-	-	-	จอมจันทร์ นทวิวัฒนา (2557)
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	5.10	-	48.00	34.00	18.00	สฤกษิณี สมศรี (2555)
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา	1.20	-	-	-	-	อาณัติ ต๊ะปิ่นตา (2554)

1.7 ปริมาณช่อกุ้งในอนาคต 20 ปี ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

จากการศึกษาจำนวนประชากรในมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครย้อนหลัง 5 ปี พ.ศ. 2555-2558 พบว่ามีประชากรเพิ่มขึ้นตามลำดับโดยคำนวณหาอัตราการเพิ่มของประชากรใช้หุนจำลองทางคณิตศาสตร์ Exponential Growth Rate , Geometric Growth Rate และ Arithmetic Growth Rate แล้วนำไปประเมินปริมาณช่อกุ้งในอนาคต 20 ปี พบว่าปริมาณช่อกุ้งของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครจะเพิ่มจาก 850.45 ตัน/ปี ในปี 2560 เป็น 1,124.14 ตัน/ปี ใน พ.ศ.2580 ซึ่งจะมีปริมาณช่อกุ้งสะสม 20 ปี จำนวน 21,161.34 ตัน เมื่อทำการประเมินปริมาณช่อกุ้งแยกตามองค์ประกอบพร้อมทั้งประเมินมูลค่าของช่อกุ้งที่สามารถรีไซเคิลได้ในระยะเวลา 20 ปี พบว่ามีมูลค่า 2,750,974.21 บาท จะเห็นว่าการนำช่อกุ้งไปใช้ประโยชน์สามารถสร้างรายได้แทนการที่ต้องจ่ายค่ากำจัดช่อกุ้ง

1.8 สภาพปัจจุบันการจัดการขยะของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

1.8.1 การขนระองรับขยะ

ผลการสำรวจข้อมูลสถานะรองรับขยะที่มีอยู่จริงกับการประเมินความต้องการใช้จริง พบว่าถังรองรับขยะที่มีอยู่นั้นเกินพอกับความต้องการ ดังแสดงในตารางที่ 2 ดังนั้นไม่จำเป็นต้องจัดหาถังรองรับขยะเพิ่มเติม

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบถังรองรับขยะที่มีอยู่จริงกับการประเมินความต้องการใช้จริงในปี 2560

ถังรองรับขยะ	จำนวน (ใบ)			รวมปริมาตรถัง (ลิตร)
	ขนาด 70 ลิตร	ขนาด 120 ลิตร	ขนาด 150 ลิตร	
ที่มีอยู่จริง	70	118	21	22,210
ประเมินความต้องการใช้จริง	42	24	19	5,830

1.8.2 ระบบการเก็บขนและขนส่งขยะไปกำจัด

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครมีการเก็บขนและขนส่งขยะด้วยรถยนต์บรรทุกขยะแบบอัดท้ายขนาดความจุ 5 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 2 คัน รวมปริมาตรรถ 10 ลูกบาศก์เมตร ถ้าเก็บขนวันละ 2 เที่ยว จะสามารถเก็บขนขยะได้วันละ 20 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งเกินพอกับปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน 11.65 ลูกบาศก์เมตร/วัน ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องจัดหารถเก็บขนเพิ่มเติม

มหาวิทยาลัยมีที่พักขยะโดยมีคอนเทนเนอร์รวบรวมขยะรอการเก็บขนจากเทศบาลนครสกลนครเพื่อนำไปฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลต่อไป ซึ่งมีขนาด 8 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 2 ใบ รวมปริมาตร 16 ลูกบาศก์เมตร มีปริมาณเกินพอกับปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน 11.65 ลูกบาศก์เมตร/วัน ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องจัดหาคอนเทนเนอร์ ส่วนที่พักรับขยะของมหาวิทยาลัยยังไม่ถูกหลักสุขาภิบาลมากนักเพราะขยะในมหาวิทยาลัยยังไม่ได้แยกประเภทขยะที่ต้นทาง ในบางครั้งขยะได้ล้นจากคอนเทนเนอร์ เนื่องจากอาจไม่ได้ทำการเก็บขนทุกวัน และการเทกองยังไม่เป็นระเบียบ ดังนั้นควรมีการกำกับติดตามการเก็บขนขยะให้มีประสิทธิภาพและความเรียบร้อยในการรวบรวมเก็บขน

2) ความรู้ ทักษะและพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะภายใน มรสน.

นักศึกษาและบุคลากรมีความรู้และทัศนคติที่ดีถึงดีมากในการจัดการขยะ ค่าเฉลี่ยร้อยละ 84.55 และ 86.06 ตามลำดับ ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องให้ความรู้หรือปรับทัศนคติในการจัดการขยะ แต่ในทางตรงกันข้ามพบว่าพฤติกรรมเกี่ยวกับการจัดการขยะนั้น ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ ปานกลาง คือตามอาคารเรียน อาคารวิชาการ และโรงอาหาร ส่วนบ้านพักบุคลากรอยู่ในเกณฑ์ต่ำ โดยเฉลี่ยแล้วอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ร้อยละ 49.89 ดังนั้นควรปรับปรุงพฤติกรรมในการจัดการขยะ

3) ศูนย์วัสดุรีไซเคิล

จากการสำรวจเกี่ยวกับศูนย์วัสดุรีไซเคิลพบว่า ส่วนใหญ่ร้อยละ 94.02 เห็นว่าราคาของวัสดุรีไซเคิลที่ศูนย์มีความเหมาะสม และมีความประทับใจในการให้บริการของผู้ปฏิบัติงานร้อยละ 79.15 แต่มีคนเกินครึ่งที่ไม่ทราบว่าศูนย์วัสดุรีไซเคิล มรสน. ร้อยละ 57.15 และส่วนใหญ่ร้อยละ 72.97 ไม่เคยนำขยะไปขายที่ศูนย์ฯ สำหรับเวลาบริการของศูนย์วัสดุรีไซเคิล นั้น 11.30 น. – 12.30 น. มีเพียงผู้ใช้อาคารเรียนเท่านั้นที่สะดวก ส่วนคนอื่น ๆ ไม่สะดวก และมีข้อเสนอแนะดังนี้ 1) เราควรมีการจัดกิจกรรมเกี่ยวกับศูนย์วัสดุรีไซเคิล และเชิญชวนให้ นักศึกษา บุคลากรในมหาวิทยาลัยมีส่วนร่วม 2) ผู้ประกอบการร้านค้าส่วนมากเสนอให้ปรับเปลี่ยน เป็น 16.00-17.00 น. 3) ให้มีการจัดประชาสัมพันธ์และจัดกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง

4) แนวทางการดำเนินการจัดการขยะที่เหมาะสม

4.1) การลดปริมาณขยะต้นทาง

จากองค์ประกอบของขยะของมหาวิทยาลัยยังมีขยะอินทรีย์สูงถึง 45% และขยะรีไซเคิล 28% ซึ่ง 2 ประเภทนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้นในการจัดการขยะเราจึงเห็นควรว่าการลดปริมาณขยะตั้งแต่ต้นทาง เราจึงต้องนำทฤษฎีด้าน 3Rs มาประยุกต์ใช้ได้แก่ Reduce - ลดการใช้, Reuse - ใช้ซ้ำ, Recycle - นำมาใช้ใหม่ให้เข้ากับระบบบริหารจัดการขยะของมหาวิทยาลัย โดยเป้าหมายสูงสุดของ 3Rs ได้แก่ การส่งเสริมให้มีการลด คัดแยกและใช้ประโยชน์จากขยะให้ได้มาก

ที่สุดก่อนการกำจัดทิ้งในขั้นสุดท้าย ได้แก่ ลดการเกิดขยะ (Waste Reduction) มีการคัดแยกและการนำขยะมาใช้ประโยชน์ (Waste Recovery) ให้เพิ่มมากขึ้น ในแต่ละรูปแบบ เช่น การคัดแยกและนำกลับคืนขยะรีไซเคิล (Material Recovery) การใช้ประโยชน์วัสดุรีไซเคิลแต่ละประเภทในรูปแบบการใช้ซ้ำ (Reuse) และการแปรรูปใหม่ (Recycle) รวมทั้งการใช้ประโยชน์ขยะอินทรีย์ (Biodegradable Recovery) ในรูปแบบของปุ๋ยหมัก (Composting) และก๊าซชีวภาพ (Biogas) และการใช้ประโยชน์ขยะด้านพลังงาน (Energy Recovery) ของเศษวัสดุเหลือใช้อื่น ๆ โดยการรณรงค์การทิ้งขยะให้ถูกประเภทตามแหล่งกำเนิดต่าง ๆ และประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับศูนย์วัสดุรีไซเคิลและจำเป็นอย่างยิ่งที่มหาวิทยาลัยต้องลดปริมาณขยะจากต้นทาง โดยเสนอแนะให้จัดทำถังขยะทั้ง 4 ประเภท (ดังรูปที่ 4-18) ได้แก่ ถังรองรับขยะอินทรีย์ ขยะรีไซเคิล ขยะทั่วไปและขยะอันตราย เป็นต้น รวมถึงเน้นการใช้ประโยชน์ขยะอินทรีย์ซึ่งมหาวิทยาลัยฯ อาจทำเป็นพื้นที่ปุ๋ยหมักแล้วนำไปอินทรีย์ที่ได้ นำมาใช้ประโยชน์ในมหาวิทยาลัย

4.2) การเก็บรวบรวมและขนส่ง

ในปัจจุบันการเก็บขนขยะในมหาวิทยาลัยฯ สามารถจัดเก็บขยะทั้งหมดได้โดยหน่วยงานกำหนดให้มีการเก็บขนขยะมูลฝอยประมาณ 2 เที่ยวต่อวัน เส้นทางในการเก็บขนขยะของมหาวิทยาลัยฯ จะยึดเส้นทางเป็นหลักแต่เส้นทางในการเก็บขนจะย้อนไปย้อนมา อาจทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในส่วนของการน้ำมัน ซึ่งลำดับการจัดเก็บขยะที่จัดรวบรวมขยะต่างๆ จะถูกจัดเส้นทางโดยอาศัยประสิทธิภาพของเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลการเก็บขยะ มหาวิทยาลัยฯ ควรมีการจัดระบบเส้นทางในการเก็บขนขยะที่สามารถเก็บขยะได้ทั่วถึงในมหาวิทยาลัยและให้มีขยะตกค้างน้อยที่สุด

4.3) การกำจัดขยะ

จากการประเมินปริมาณขยะของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร 20 ปี มีปริมาณขยะสะสมทั้งสิ้น 21,161.34 ตัน ต้องใช้พื้นที่ในการฝังกลบขยะอย่างถูกหลักสุขาภิบาลประมาณ 4 ไร่ แต่เนื่องจากมหาวิทยาลัยฯ อยู่ใกล้กับแหล่งชุมชน อีกทั้งยังมีพื้นที่ไม่เพียงพอจึงไม่เหมาะสมที่จะใช้ระบบฝังกลบ จึงเห็นควรที่มหาวิทยาลัยฯ ได้ให้เทศบาลนครสกลนครเข้ามามีบทบาทในการกำจัดขยะเช่นเดิม

สรุปและอภิปรายผล

1. สภาพปัจจุบันในการจัดการขยะต่อปริมาณองค์ประกอบของขยะในมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

จากการประเมินความเพียงพอของถังรองรับขยะพบว่าปัจจุบันมหาวิทยาลัยฯ ไม่จำเป็นต้องเพิ่มถังขยะแต่ควรมีการแยกประเภทถังขยะตามแหล่งอาคารเรียน/อาคารวิชาการ โรงอาหาร บ้านพัก หอพัก และหอประชุม

ระบบการเก็บขนขยะในมหาวิทยาลัยฯ สามารถจัดเก็บขยะทั้งหมด เนื่องจากพื้นที่มหาวิทยาลัยฯ ไม่เพียงพอและที่พักขยะของมหาวิทยาลัยฯ ยังไม่ถูกหลักสุขาภิบาลมาก มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครจึงได้ให้เทศบาลนครสกลนครเข้ามามีบทบาทในการกำจัดขยะโดยทางเทศบาลมีระบบกำจัดมูลฝอยทั่วไปที่ใช้เทคโนโลยีแบบฝังกลบอย่างถูกหลัก สุขาภิบาล (Sanitary Landfill)

2. ความรู้ ทักษะและพฤติกรรมที่มีส่วนร่วมในการจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ประชากรส่วนใหญ่ในทุกแหล่งกำเนิดขยะมีความรู้และทัศนคติที่ดีถึงดีมากดังนั้นไม่ต้องให้ความรู้เพิ่มเติมในการจัดการขยะ แต่ในพฤติกรรมเกี่ยวกับการจัดการขยะพบว่าทุกแหล่งกำเนิดอยู่ในเกณฑ์ที่ดีควรที่จะปรับปรุงพฤติกรรมในการจัดการขยะ เช่น มีการรณรงค์เกี่ยวกับการคัดแยกขยะตั้งแต่ต้นทาง ยกเว้นอาคารวิชาการซึ่งมีพฤติกรรมที่อยู่ในเกณฑ์ที่ดี

3. แนวทางการดำเนินการจัดการขยะที่เหมาะสมภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครควรมีการจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัยฯ ให้มีความยั่งยืนโดยเน้นการลดขยะจากต้นทางโดยนำขยะอินทรีย์และขยะรีไซเคิลไปใช้ประโยชน์ เช่น ทำปุ๋ยและทำน้ำหมักชีวภาพจากขยะอินทรีย์ ส่วนขยะรีไซเคิลควรมีการคัดแยกขยะก่อนทิ้งลงถังตามประเภทถังขยะของแต่ละแหล่งกำเนิดต่าง ๆ รวมถึงรณรงค์ให้ทิ้งขยะตามประเภทถังที่จัดเตรียมไว้และควรมีการประชาสัมพันธ์ศูนย์วัสดุรีไซเคิลอย่างทั่วถึง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการต่อยอดงานวิจัยนี้ผู้วิจัยขอเสนอแนะดังนี้

- 1) ศึกษาประสิทธิภาพการลดขยะจากต้นทางโดยการมีส่วนร่วมตามแหล่งกำเนิดต่าง ๆ
- 2) ศึกษาประสิทธิภาพการจัดการขยะโดยใช้ศูนย์รีไซเคิลเป็นฐาน
- 3) ศึกษาประสิทธิภาพการจัดการขยะอินทรีย์โดยการมีส่วนร่วม

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2559). แหล่งกำเนิดของมูลฝอย. สืบค้นเมื่อ 18 มีนาคม 2560, จาก

http://www.thaigoodview.com/library/sema/sukhothai/sureeporn_j/toxic/sec04p02.html

จอมจันทร์ นทวิวัฒนา. (2557). แนวคิดและทัศนคติการจัดการขยะของนิสิต มหาวิทยาลัยพะเยาเพื่อพัฒนา

รูปแบบการจัดการขยะแบบมีส่วนร่วม. สืบค้นเมื่อ 16 มีนาคม 2560, จาก <https://goo.gl/kWMc2y>

ประภาพร แก้วสุโกส. (2550). การศึกษาเพื่อหาแนวทางในการจัดการขยะมูลฝอยของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร

วิโรฒองค์รักษ์. สืบค้นเมื่อ 16 มีนาคม 2560, จาก <https://sites.google.com/site/binless2312/kar-wicay-bthkhadyx>

สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสกลนครและภาคีเครือข่ายสกลนครนํ้าอยู่. (2560). สถานการณ์ขยะในภาค

ตะวันออกเฉียงเหนือ. เอกสารประกอบการประชุมเครือข่ายสกลนครเมืองนํ้าอยู่; 15 ตุลาคม 2560; เทศบาลนครสกลนคร.

สุภกิตน์ สมศรี. (2555). การศึกษาแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีด้วยเทคโนโลยีระบบ

สารสนเทศภูมิศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 16 มีนาคม 2560, จาก

<http://wopac.rmuti.ac.th/BibDetail.aspx?bibno=53826>

อาณัติ ต๊ะปิ่นตา. (2554). การจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาอย่างครบวงจรและเหมาะสม. สืบค้นเมื่อ

16 มีนาคม 2560, จาก http://www.tnrr.in.th/?page=result_search&record_id=10392172

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากกิจกรรมของตลาดชุมชน

ทศพร นีละไพจิตร¹, ศศิธร พุทธวงษ์¹

¹ คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
email: todsaporn.neelapaijit@mail.kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

ปัญหาโลกร้อนเป็นปัญหาใกล้ตัวที่ส่งผลกระทบอย่างมากสำหรับทุกสิ่งบนโลก ซึ่งสาเหตุสำคัญเกิดจากก๊าซเรือนกระจกโดยส่วนใหญ่เกิดจากการทำกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ รวมทั้งการดำเนินกิจการทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ซึ่งในปัจจุบันสถานประกอบการหรือหน่วยงานต่างๆเริ่มให้ความสำคัญกับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์มากขึ้น เพื่อเป็นการประเมินการปลดปล่อย สำหรับหาแนวทางในการลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ลง ซึ่งมีอีกหนึ่งธุรกิจที่เราสามารถพบเห็นได้ทั่วไป แต่ยังไม่ค่อยพบการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในกิจการนี้นัก นั่นคือกิจการตลาดสดหรือศูนย์การค้า งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการประกอบกิจการตลาดสด โดยเลือกพื้นที่ศึกษา คือ โครงการทุ่งครุพลาซ่า การประเมินจะแบ่งการประเมินเป็น 3 ขอบเขตตามหลักการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน) โดยใช้ฐานข้อมูลปี พ.ศ. 2561 ซึ่งผลวิจัยพบว่า ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดเท่ากับ 1,852.72 tCO₂e ต่อปี ซึ่งแบ่งตามขอบเขตที่ 2 และ 3 ได้เท่ากับ 500,956.39 KgCO₂e และ 1,852,720.99 KgCO₂e ตามลำดับ ซึ่งกิจกรรมที่เป็นสาเหตุหลักของปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ คือ กากของเสียที่นำไปกำจัดแบบฝังกลบในโครงการ ซึ่งมีปริมาณถึง 1,832,105.54 KgCO₂e ซึ่งการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทำให้สามารถทราบปริมาณการปลดปล่อยและในด้านการประกอบการควรมีการหาแนวทางในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อไป เพื่อเป็นการพัฒนาทั้งธุรกิจและสิ่งแวดล้อมควบคู่กันไป

คำสำคัญ: คาร์บอนฟุตพริ้นท์, ตลาดชุมชน, ทุ่งครุพลาซ่า

Carbon Footprint Assessment from Municipal Market Activities

Todsaporn Neelapaijit^{1,a}, Sasidhorn Buddhawong^{1,b}

¹ School of Energy Environment and Materials, King Mongkut's University of Technology Thonburi
Bangkok, Thailand

E-mail: ^a todsaporn.neelapaijit@mail.kmutt.ac.th, ^b sasidhorn.bud@kmutt.ac.th

Abstract

Global warming is a problem that has a huge impact on earth. The main cause of global warming is the greenhouse gas emission which mainly comes from human activities, including both small and large business operations. At present, enterprises or agencies have begun to focus more on the evaluation of carbon footprint in order to evaluate the release of greenhouse gas and finding ways to reduce the carbon footprint. In general, there are certain businesses that the carbon footprint assessment has not been performed such as a bazaar business or a shopping center. This research studied on the assessment of carbon footprint from the operation of a bazaar business. The selected study area is the Thung Khru Plaza project. The assessment was divided into 3 scopes according to the Carbon Footprint Assessment of Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization) using the 2018 database. The result of the research showed that the total carbon footprint is 1,852.72 tCO₂e per year, divided by scope 2 and 3, 500,956.39 KgCO₂e and 1,852,720.99 KgCO₂e, respectively. The activity which is the main cause of carbon footprint is waste that is taken to eliminate in landfill in the project with an amount of 1,832,105.54 KgCO₂e. The assessment of the carbon footprint makes it possible to know the amount of greenhouse gas released and operation. Therefore, there should be a guideline for reducing greenhouse gas emissions in order to develop both the business and the environment together.

Keywords: Carbon Footprint, Municipal Market, Thung Khru Plaza

บทนำ

ในปัจจุบันปัญหาโลกร้อนเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบนโลกอย่างมาก โดยสาเหตุหลักของปัญหานี้เกิดจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมหรือการใช้ทรัพยากรของมนุษย์ โดยใน พ.ศ. 2560 ประเทศไทยมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหัวประชากรเฉลี่ยที่ระดับ 3.90 tCO₂e ต่อคน (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน ,2561) ซึ่งการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกนั้นเกิดได้จากหลายภาคส่วน จากข้อมูลปี พ.ศ. 2556 ประเทศไทยมีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงาน 236.94 MtCO₂e ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ 18.98 MtCO₂e ภาคการเกษตร 50.92 MtCO₂e และภาคของเสีย 11.83 MtCO₂e (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ,2561) โดยทั้งหมดนี้เป็นสิ่งที่เกิดจากกิจกรรมในชีวิตประจำวันและการดำเนินธุรกิจต่างๆ จึงทำให้ปัจจุบันหลายองค์กรหรือหน่วยงานต่างๆ ได้ดำเนินการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขึ้น เพื่อเป็นการประเมินผลกระทบและหาแนวทางในการลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซCO₂

อาทิ การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของหน่วยงานต่างๆภายในมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย โดยประเมินจากการเดินทางของบุคลากร ใช้ไฟฟ้าและวัสดุที่ใช้ในหน่วยงาน ซึ่งได้ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 5,553.17 tCO₂e ในปี 2559 (วิทยุกระจายเสียง, สมบัติ ทิฆัมพร, อติกร เสรีพัฒนานนท์ และบัณฑิต รัตนไตร ,2561)

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่15 จังหวัดภูเก็ต โดยประเมินระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม 2557 ถึง 30 กันยายน 2558 มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมต่างๆ ขององค์กรรวม 80.04 tCO₂e (พรศรี สุทธนารักษ์, สิริพร ต้นบุตร, ปรีเมษา เจริญนพคุณ และนายอนุชิต รัตนพันธุ์ ,2558)

รวมทั้งเทศบาลตำบลนาแก้ว ซึ่งได้ทำการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์เช่นกัน ซึ่งมีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 6,528.23 tCO₂e โดยปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่จากเทศบาลส่วนมากเกิดจากการจัดการขยะของเทศบาลโดยวิธีฝังกลบซึ่งมีค่าเท่ากับ 6,435.82 tCO₂e ซึ่งคิดเป็น 98.59 % ของปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมด (เทศบาลตำบลนาแก้ว ,2556)

ซึ่งจากงานวิจัยที่กล่าวมานั้น แสดงให้เห็นว่าการปลดปล่อยคาร์บอนไม่ได้มีเพียงแค่ภาคอุตสาหกรรมเท่านั้น แต่ยังรวมถึงหน่วยงานรัฐและภาคเอกชนต่างๆที่ดำเนินกิจกรรม ไม่ว่าจะเป็นขนาดเล็กหรือใหญ่ ซึ่งในบางกิจกรรมเกิดจากการดำเนินชีวิตของมนุษย์ เช่น จากการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของเทศบาลตำบลนาแก้วจะเห็นได้ว่าสาเหตุหลักของการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนเกิดจากการจัดการขยะของเทศบาลโดยวิธีฝังกลบ ซึ่งเป็นขยะที่เกิดจากบ้านเรือน และธุรกิจต่างๆในพื้นที่เทศบาล และในชีวิตประจำวัน จะพบอีกหนึ่งธุรกิจที่มีความเกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวัน นั่นก็คือธุรกิจการค้าหรือตลาดสด เนื่องจากต้องมีการอุปโภคบริโภคในทุกวัน ซึ่งในการดำเนินกิจการหรือกิจกรรมต่างๆในธุรกิจนี้ก็ส่งผลกระทบต่อปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเช่นกัน ทั้งการใช้น้ำ พลังงานไฟฟ้า และขยะมูลฝอยที่เกิดจากทั้งผู้ค้าและผู้มาใช้บริการ

ธุรกิจทางด้านตลาดสดหรือพื้นที่สำหรับการค้า เป็นอีกหนึ่งธุรกิจที่มีจำนวนมากในระดับหนึ่งโดยเฉพาะในพื้นที่กรุงเทพ ซึ่งจากข้อมูลของกองสุขาภิบาลอาหาร สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร ได้สำรวจจำนวนตลาดทั้งหมดจนถึงปี2558 ได้ทั้งหมด 364 แห่ง (กองนโยบายและแผนงาน สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร ,2560)ซึ่งในแต่ละพื้นที่จะมีการดำเนินกิจการและมีผู้ใช้บริการทุกวัน จึงทำให้เกิดกิจกรรมต่างๆที่ทำให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เช่นกัน ซึ่งในปัจจุบัน ยังไม่ค่อยพบการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในกิจการตลาดสดหรือพื้นที่สำหรับการค้ามากนัก ดังนั้นการศึกษาและประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ เพื่อเป็นประเมินหาปริมาณและกิจกรรมที่ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก จึงมีความสำคัญเพื่อศึกษาหาแนวทางลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆของธุรกิจด้านพื้นที่การค้าหรือกิจการตลาดสดต่อไป

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas--GHG)

ก๊าซเรือนกระจกเป็นสารประกอบในรูปของก๊าซในบรรยากาศ ทั้งที่มีอยู่ในธรรมชาติและสร้างขึ้นโดยมนุษย์ซึ่งสามารถดูดซับ และปล่อยรังสีที่ความยาวคลื่นอยู่ในช่วงความถี่ของรังสีอินฟราเรดที่ถูกปล่อยออกมาจากพื้นผิวโลกชั้นบรรยากาศ และก้อนเมฆ

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรเป็นการประเมินทางด้านสิ่งแวดล้อมที่องค์กรบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องคกรมหาชน) ได้นำมาใช้ประเมินองค์กร เพื่อหาปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากการดำเนินงานและกิจกรรมต่างๆขององค์กรต่างๆ เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การใช้น้ำประปา การใช้ไฟฟ้า การจัดการของเสีย และการขนส่งขององค์กร โดยวัดปริมาณออกมาในรูปของตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าหรือ CO₂e

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

1. การกำหนดขอบเขตขององค์กร เป็นการกำหนด ขอบเขตขององค์กรเพื่อการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ในที่นี้คือ โครงการทุ่งครุฟลาซ่า

2. การกำหนดขอบเขตของการดำเนินงานองค์กร ต้องกำหนดขอบเขตการดำเนินงานและมีการบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษร โดยการกำหนดขอบเขตการดำเนินงานนี้ ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

2.1 การระบุแหล่งการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องภายในขอบเขตของการดำเนินงานขององค์กร

2.2 การจำแนกแหล่งการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกออกเป็น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม ที่เกิดจากการใช้พลังงานจากภายนอกองค์กร และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ

2.3 การคัดเลือกกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นที่จำเป็นต้องหาปริมาณและต้องรายงานผลองค์กร ต้องอธิบายความเพิ่มเติมหากมีการเปลี่ยนแปลงขอบเขตของการดำเนินงาน จากเดิมประเทศไทยโดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกดำเนินกิจกรรมการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรโดยพิจารณาการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก 3 ขอบเขต ได้แก่

ขอบเขตที่ 1 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร ได้แก่ การเผาไหม้แบบอยู่กับที่ การเผาไหม้แบบเคลื่อนที่ การรั่วไหลของสารทำความเย็น ในระบบปรับอากาศ การใช้งานสารดับเพลิง การปล่อยก๊าซมีเทนจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่เต็มอากาศ และการปล่อยก๊าซมีเทนจากการใช้ห้องน้ำ เป็นต้น

ขอบเขตที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม จากการใช้พลังงาน ได้แก่ พลังงานไฟฟ้า พลังงานไอน้ำ

ขอบเขตที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ ได้แก่ การใช้ทรัพยากรในหน่วยงาน การใช้ปุ๋ย ปากของเสียที่นำไปกำจัดแบบฝังกลบในหน่วยงาน การเดินทางของบุคลากรในองค์กร และการใช้น้ำประปา เป็นต้น

คำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

สามารถทำได้โดยการคำนวณจากการใช้ข้อมูลกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในองค์กร มาคูณกับค่าการปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจก และแสดงผลให้อยู่ในรูปของมวล (ตันหรือกิโลกรัม) คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂e) โดยมาสมการในการคำนวณดังนี้

$$\text{ปริมาณก๊าซเรือนกระจก} = \text{ข้อมูลกิจกรรม} \times \text{ค่าการปล่อยหรือดูดกลับก๊าซเรือนกระจก}$$

ทั้งนี้ สามารถใช้วิธีการตรวจวัดร่วมกับการคำนวณ ได้ เช่น นำข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและข้อมูลปริมาณ การปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่ได้จากการตรวจวัดมา ทำการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้ โดยอาศัยค่าประสิทธิภาพการเผาไหม้ และสมการดุลมวลสาร(องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ,2562)

ศึกษาองค์ประกอบของขยะมูลฝอย

ศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของขยะมูลฝอย โดยสุ่มตัวอย่างมูลฝอย 1 ลบ.ม. กองรวม แล้วคลุกเคล้าให้เข้ากันทำเป็นรูปกรวย ใช้เชือกแบ่ง เป็น 4 ส่วน เท่าๆ กัน เลือกสองส่วนตรงข้ามกันคลุก เป็นเนื้อเดียวกัน แบ่งเป็นสี่ส่วนซ้ำและเลือกสองส่วน ตรงข้ามกันจนเหลือประมาณ 50 ลิตร ชั่งน้ำหนัก และวิเคราะห์องค์ประกอบคัดแยกเป็นประเภทต่างๆ (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11 ,2559) คำนวณหาร้อยละดังนี้

$$\text{ค่าองค์ประกอบขยะมูลฝอยแต่ละประเภท (ร้อยละ)} = (\text{น้ำหนักขยะมูลฝอย} \times 100) / \text{น้ำหนักขยะมูลฝอยรวม}$$

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการประกอบกิจการตลาด

ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อศึกษาและประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของตลาดซึ่งในงานวิจัยนี้ ใช้โครงการทุ่งครุพลาซ่าเป็นพื้นที่ตัวอย่างสำหรับการวิจัย ซึ่งดำเนินการตามขั้นตอนการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรจากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ดังนี้

1. กำหนดปีฐานข้อมูล โดยใช้ปี พ.ศ. 2561 สำหรับการเก็บข้อมูลการใช้น้ำและใช้ไฟฟ้า ส่วนข้อมูลกากของเสียที่นำไปกำจัดแบบฝังกลบในโครงการ ใช้การแยกองค์ประกอบขยะมูลฝอยและปริมาณขยะ
2. กำหนดขอบเขตของการศึกษา โดยศึกษาและประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโครงการทุ่งครุพลาซ่า โดยคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในรูปของคาร์บอนเทียบเท่า (CO₂e) ที่เกิดจากกิจกรรมภายในโครงการ
3. กำหนดขอบเขตการดำเนินงาน โดยทำการศึกษาทั้งหมด 2 ขอบเขต คือ ขอบเขตที่ 2 และขอบเขตที่ 3 เนื่องจากเป็นข้อมูลที่มีความแน่นอนและสามารถนำมาประเมินได้ โดยกิจกรรมและแหล่งข้อมูล รวมทั้งค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก จะแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การกำหนดขอบเขต แหล่งทรัพยากร แหล่งเก็บข้อมูล และแหล่งที่มาของค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ขอบเขต	ทรัพยากรที่ใช้	แหล่งเก็บข้อมูล	แหล่งที่มาของค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก
ขอบเขตที่ 2	การใช้พลังงานไฟฟ้า	ใบแจ้งหนี้ค่าไฟฟ้า	Thai National LCI Database/MTEC (with TGO Electricity 2014)
ขอบเขตที่ 3	กากของเสียที่นำไปกำจัดแบบฝังกลบในโครงการ โดยแบ่งเป็นประเภท ดังนี้ - กระดาษ / กระดาษกล่อง - ผ้า - เศษอาหาร - เศษไม้ - กิ่งไม้ต้นหญ้า จากสวน - ผ้าอ้อมเด็กทำด้วยกระดาษ - ยางและหนัง การใช้น้ำประปา	การหาปริมาณ และการแยกองค์ประกอบของขยะมูลฝอย จากบริเวณโรงพักขยะมูลฝอย ใบแจ้งหนี้ค่าน้ำประปา	2006 IPCC Volume 5: Waste Thai National LCI Database/MTEC (with TGO Electricity 2014)

ที่มา : องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ,2562

จากตารางที่ 1 ซึ่งแสดงขอบเขตของการศึกษา ระบุทรัพยากรที่ใช้ แหล่งเก็บข้อมูล และแหล่งที่มาของค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยโครงการที่เราเลือกศึกษาไม่เคยทำการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์มาก่อน จึงทำให้กิจกรรมหรือการใช้ทรัพยากรในบางรายการไม่สามารถหาข้อมูลหรือมีข้อมูลที่ไม่เพียงพอ รวมทั้งบางรายการที่ไม่ได้มีการดำเนินกิจกรรมในโครงการหรือมีปริมาณการใช้ทรัพยากรที่น้อยมาก จึงไม่นำมาประเมินในงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ข้อมูลการเดินทางของผู้ใช้บริการและผู้ค้า เนื่องจากมียานพาหนะหลายประเภท ทั้งรถยนต์และรถจักรยานยนต์ และมีการเดินทางมาที่หลากหลายสถานที่ ซึ่งในการประเมินการปลดปล่อยคาร์บอน จำเป็นต้องระบุประเภทของรถต่างๆเนื่องจากมีค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ต่างกัน ทำให้ยากต่อการประเมินได้ ส่วนปริมาณก๊าซหุงต้ม ที่มีจำนวนน้อยเนื่องจากมีเพียงไม่กี่ร้านค้าที่ใช้ก๊าซหุงต้ม นอกจากนี้ การจัดการน้ำเสียเป็นแบบบ่อเติมอากาศ และสารเคมีทำความสะอาด ผลิตจากสารที่ไม่ได้ทำให้เกิด

ก๊าซเรือนกระจก จึงไม่นำมาคำนวณหาปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ส่วนการเก็บข้อมูลปริมาณขยะใช้การเก็บข้อมูลปริมาณขยะในแต่ละวันเป็นเวลา 4 สัปดาห์ คือตั้งแต่วันที่ 13 พฤษภาคม ถึงวันที่ 9 มิถุนายน พ.ศ. 2562 เพื่อเป็นตัวแทนของวันจันทร์ถึงวันอาทิตย์ โดยการหาค่าเฉลี่ยในแต่ละวัน แล้วทำการคำนวณปริมาณขยะเป็นปริมาณต่อปีจากจำนวนสัปดาห์ใน 1 ปี และใช้การแยกองค์ประกอบขยะมูลฝอยในร้อยละของขยะแต่ละประเภทในโครงการ

ผลการวิจัย

1. ปริมาณขยะมูลฝอย และองค์ประกอบของขยะมูลฝอย

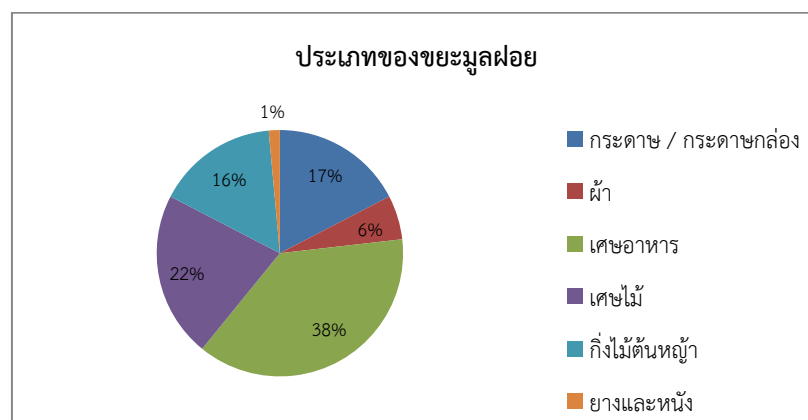
จากการศึกษาและเก็บข้อมูลตามระเบียบวิธีวิจัย สามารถทราบปริมาณขยะในแต่ละวัน และนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยในแต่ละวันของสัปดาห์ได้ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณขยะมูลฝอยในแต่ละวันและค่าเฉลี่ยของปริมาณขยะในแต่ละวันจากโครงการทุ่งครุพลาซ่า

วัน	สัปดาห์ที่ 1 (Kg)	สัปดาห์ที่ 2 (Kg)	สัปดาห์ที่ 3 (Kg)	สัปดาห์ที่ 4 (Kg)	ค่าเฉลี่ยของปริมาณขยะ ในแต่ละวัน (Kg)
จันทร์	1,502	1,615	1,653	1,578	1,587
อังคาร	1,578	1,653	1,615	1,653	1,625
พุธ	1,615	1,578	1,540	1,690	1,606
พฤหัสบดี	1,540	1,540	1,728	1,540	1,587
ศุกร์	1,878	1,953	2,066	1,991	1,972
เสาร์	1,953	1,916	2,028	1,953	1,963
อาทิตย์	1,916	1,878	1,953	1,878	1,906
รวม					12,245

ซึ่งเมื่อได้ปริมาณขยะเฉลี่ยต่อสัปดาห์จากตารางที่ 2 จึงนำมาคูณด้วยจำนวนสัปดาห์ต่อปีคือประมาณ 52 สัปดาห์ จึงได้ปริมาณขยะต่อปีเท่ากับ 638,499 Kg

เมื่อทราบปริมาณขยะมูลฝอยต่อปีแล้ว สามารถจำแนกประเภทของขยะโดยใช้วิธีการตามหัวข้อการศึกษา องค์ประกอบของขยะมูลฝอย โดยทำการเก็บข้อมูล 4 ครั้งเพื่อหาค่าร้อยละเฉลี่ยของขยะแต่ละประเภท ดังรูปที่ 1 เพื่อนำข้อมูลมาประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ เนื่องจากขยะแต่ละประเภทมีค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ต่างกัน



รูปที่ 1 ร้อยละของขยะมูลฝอยแต่ละประเภทจากโครงการทุ่งครุพลาซ่า

2. ผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูล ทำให้ทราบปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของโครงการทุ่งครุพลาซ่า โดยการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์จะแบ่งออกเป็น 2 ขอบเขต ตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร มีรายละเอียดดังตารางที่ 3

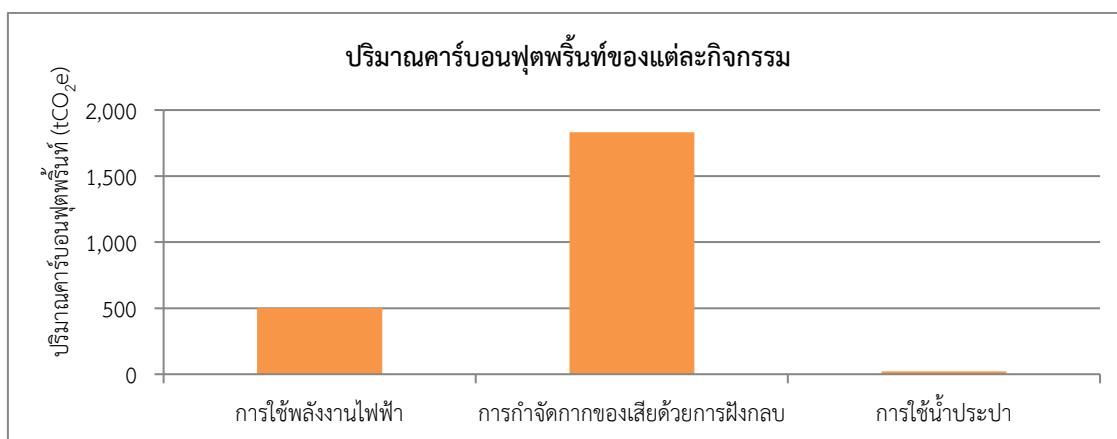
ตารางที่ 3 ผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นของโครงการทุ่งครุพลาซ่า ปี พ.ศ. 2561

ขอบเขต	ทรัพยากรที่ใช้	ปริมาณที่ใช้	ค่าแฟกเตอร์การปลดปล่อย (kgCO ₂ e/หน่วย)	ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (KgCO ₂ e)
ขอบเขตที่ 2	การใช้พลังงานไฟฟ้า	722,568 kWh	0.6933	500,956.39
	รวม			500,956.39
ขอบเขตที่ 3	กากของเสียที่นำไปกำจัด แบบฝังกลบในโครงการ			
	- กระดาษ / กระดาษกล่อง	111,034.92 Kg	2.93	325,332.31
	- ผ้า	37,032.92 Kg	2	74,065.85
	- เศษอาหาร	240,586.30 Kg	2.53	608,683.34
	- เศษไม้	138,809.61 Kg	3.33	462,236.01
	- กิ่งไม้ต้นหญ้า จากสวน	101,776.69 Kg	3.27	332,809.77
	- ยางและหนัง	9,258.23 Kg	3.13	28,978.26
	รวม			1,832,105.54
	การใช้น้ำประปา	25,750 m ³	0.8006	20,615.45
	รวม			1,852,720.99

จากตารางที่ 3 ซึ่งแบ่งการประเมินเป็น 2 ขอบเขตมีกิจกรรมหรือการใช้ทรัพยากรทั้งหมด 3 หัวข้อคือการใช้พลังงานไฟฟ้า การนำกากของเสียไปกำจัดแบบฝังกลบของโครงการ และการใช้น้ำประปา ซึ่งมีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ 500,956.39 KgCO₂e, 1,832,105.54 KgCO₂e และ 20,615.45 KgCO₂eตามลำดับ

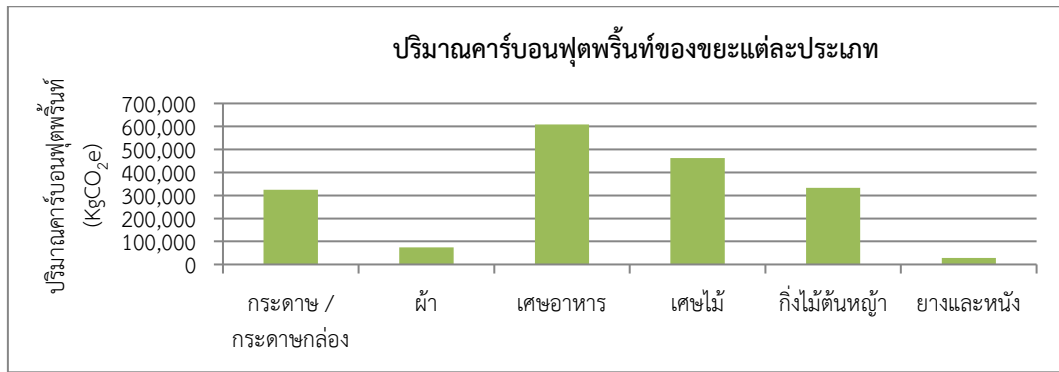
สรุปและอภิปรายผล

จากผลการวิจัยจะพบว่ามีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์รวมทั้งหมดเท่ากับ 1,852,720.99 KgCO₂e หรือ 1,852.72 tCO₂e ต่อปี ซึ่งจากรูปที่ 2 จะเป็นการเปรียบเทียบกันระหว่างแต่ละกิจกรรมจะพบว่าปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดจากของเสียหรือขยะมูลฝอยมีปริมาณมากที่สุดถึง 1,832.1 tCO₂e รองลงมาคือการใช้ไฟฟ้าและน้ำประปา ทำให้ทราบว่าสาเหตุหลักของปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดจากขยะที่เกิดจากการดำเนินธุรกิจประเภทนี้ ซึ่งถึงเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ ในแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร



รูปที่ 2 ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของแต่ละกิจกรรม

โดยขยะที่เกิดขึ้นในโครงการสามารถแบ่งได้ทั้งหมด 6 ประเภท ดังรูปที่ 3 ซึ่งแต่ละประเภทมีปริมาณและค่าแฟกเตอร์การปลดปล่อยที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งพบว่า ขยะส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นจะเป็นขยะประเภทเศษอาหาร เศษไม้ กระดาษ/กระดาษกล่อง กิ่งไม้ต้นไมหญ้า ผ้า และที่น้อยที่สุดคือยางและหนัง ตามลำดับ เนื่องจากการประกอบกิจกรรมภายในตลาดจะเกิดขยะประเภทเศษอาหารและเศษวัสดุจากการค้าขายเป็นหลัก



รูปที่ 3 ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของขยะแต่ละประเภท

จากงานวิจัยจะพบว่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกส่วนใหญ่จะเกิดจากขยะมูลฝอย ซึ่งจะเป็นเศษอาหาร เศษไม้ และกิ่งไม้ต้นไม้นี้เป็นหลัก ซึ่งควรที่จะหาแนวทางในการลดปริมาณขยะ หรือการนำมาใช้ประโยชน์เพื่อเป็นการลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในการดำเนินกิจการ และปัจจัยสำคัญคือการปลูกจิตสำนึกให้ทุกคนช่วยกันตระหนักถึงปัญหา เพื่อช่วยกันลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยนี้เป็นประโยชน์หรือเป็นแนวทางสำหรับผู้สนใจในหัวข้อที่ใกล้เคียงกับงานวิจัยนี้ โดยการเพิ่มขอบเขตของเนื้อหาในการศึกษา เช่น การเก็บข้อมูลในส่วนของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่กิจกรรมอื่นๆ หรือการเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดจากกิจการประเภทเดียวกัน เป็นต้น เพื่อเป็นการพัฒนางานวิจัยนี้ให้เกิดประโยชน์มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กองนโยบายและแผนงาน สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร. (2560). รายงานการศึกษา: ตลาดในกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2557 – 2558. สืบค้นจาก: <http://cpd.bangkok.go.th:90/web2/SAT/market%202557-2558.pdf> [10 สิงหาคม 2562]
- ฐิติกร หมายมั่น, สมบัติ ทิฆัมพรย์, อติกร เสรีพัฒน์นันท และบัณฑิต รัตนไตร. (2561). การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ **องค์กรของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย**. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ปีที่ 12 (ฉบับที่ 2), 195-209.
- เทศบาลตำบลนาแก้ว. (2556). รายงานคาร์บอนฟุตพริ้นท์ เทศบาลตำบลนาแก้ว. รายงานบัญชีคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร, สืบค้นจาก : https://carbonn.org/uploads/tx_carbonndata/Sheet%207-1_Nakaew.PDF [8 สิงหาคม 2562]
- พรศรี สุทธนารักษ์, สิริพร ต้นบุตร, ปรีเมษา เจริญพคุณ และนายอนุชิต รัตนพันธุ์. (2558). **คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่15**. สืบค้นจาก: <http://www.reo15.go.th> [8 สิงหาคม 2562]
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (ออนไลน์). (2561). สืบค้นจาก : http://www.onep.go.th/env_data/2016/01_73/ [8 สิงหาคม 2562]
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (ออนไลน์). (2561). สืบค้นจาก : http://www.onep.go.th/env_data/2016/01_75/ [8 สิงหาคม 2562]
- สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11. (2559). สืบค้นจาก : <http://buriramlocal.go.th/UserFiles/File/2559-01/4.pdf> [12 สิงหาคม 2562]
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2561). **แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร**. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: บริษัท พีทู ดีไซน์ แอนด์ พริ้นท์ จำกัด.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2562). สืบค้นจาก : http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/admin/uploadfiles/emission/ts_f2e7bb377d.pdf [10 สิงหาคม 2562]

การลดฝุ่นขนาด 2.5 ไมครอนด้วยการติดตั้งแผงบังแดดพร้อมพืชใบแคบและใบกว้าง

เอกรัตน์ ปานแร่^{1*} และ อรรถนัย เศรษฐบุตร¹

¹หลักสูตรนวัตกรรมการออกแบบนิเวศสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร
อีเมลล์: gunthunp@gmail.com

บทคัดย่อ

ฝุ่น 2.5 ไมครอนเป็นประเด็นสำคัญของการอาศัยอยู่ในเมืองเนื่องจากผลกระทบต่อสุขภาพ การลดปริมาณฝุ่นขนาด 2.5 ไมครอน ด้วยการติดตั้งแผงบังแดดที่ปลูกพืชถูกศึกษาในการทดลองนี้ แผงบังแดดเหล็กขนาด 3.70 X 2.50 ม. ถูกติดตั้งที่ด้านหน้าห้องจำลองที่อยู่ห่างจากถนน 4 เลน พืชใบกว้างและพืชใบแคบ คือ พลูด่าง (*Epipremnum aureum*) และต้นเศรษฐีเรือนนอก (*Chlorophytum comosum*) ได้ถูกนำมาติดตั้งบนแผงบังแดด 2 สัปดาห์ มีการเก็บข้อมูลคุณภาพอากาศ (ปริมาณฝุ่นขนาด 2.5 ไมครอน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์) ภายในและภายนอกห้องจำลองทุกชั่วโมง ผลการทดลองพบว่าการติดตั้งแผงบังแดดช่วยลดฝุ่นขนาด 2.5 ไมครอน และความร้อนที่เข้าสู่ตัวอาคารได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยทำหน้าที่ให้ร่มเงากับตัวอาคาร และได้ความชื้นจากการคายน้ำของพืชด้วย ทั้งพืชใบแคบ (เศรษฐีเรือนนอก) และใบกว้าง (พลูด่าง) ให้ประสิทธิภาพในการลดฝุ่นขนาด 2.5 ไมครอน ได้ดีกว่าแผงบังแดดอย่างเดียว ซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf area index, LAI) ระหว่างดำเนินการทดลอง

คำสำคัญ: แผงกันแดด; ฝุ่นขนาด 2.5 ไมครอน; พืชใบแคบ; พืชใบกว้าง; แผงบังแดดเขียว

PM 2.5 Reduction by Installation of Façade with Broad Leaf and Narrow Leaf Plant

Akarat Panrare^{1*} and Atch Sreshthaputra¹

¹Innovation Design of Ecological Architecture Program, Faculty of Architecture, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand
Email: gunthunp@gmail.com

Abstract

PM 2.5 have been the important issue for living in a city with its health impact. PM 2.5 reduction by green façade was studied in this experiment. The steel façade with 3.70 X 2.50 m was installed at the front of model room which located near the 4 lanes road. Broad leaf and narrow leaf plant as *Epipremnum aureum* and *Chlorophytum comosum* were attached on the façade for 2 weeks. The inside and outside air quality of the model room as PM 2.5, temperature, relative humidity were hourly observed. The result showed that installation of façade or green façade could significantly reduce PM 2.5 and heat through the model room via shading and plant evapotranspiration. Both *Epipremnum aureum* and *Chlorophytum comosum* gave better PM 2.5 reduction than steel façade which corresponding to Leaf area index (LAI) during conduct the experiment.

Keywords: façade; PM 2.5; Broad leaf plant; Narrow leaf plant; Green façade

บทนำ

คุณภาพอากาศภายนอกอาคารที่แย่งส่งผลกระทบต่อประชากรโลกได้รับผลกระทบต่อสุขภาพ และเป็นสาเหตุให้เสียชีวิตถึง 3.7 ล้านคนทั่วโลกในปี 2012 เนื่องจากฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน โอโซน ไนโตรเจนออกไซด์ และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (WHO, 2014) หน่วยงาน European Environment Agency (EEA, 2014) ได้ประมาณการว่าในช่วงปี 2012-2014 ประชากรในภูมิภาคยุโรปจะสัมผัสกับฝุ่นขนาด 10 ไมครอน ร้อยละ 50-63 และฝุ่นขนาด 2.5 ไมครอน ร้อยละ 85-91 ซึ่งเป็นปริมาณฝุ่นที่สูงกว่าที่องค์การอนามัยโลกกำหนดมาตรฐานไว้ คือ สำหรับฝุ่นขนาด 10 ไมครอน มีค่าไม่เกิน 20 มก./ลบ.ม. และฝุ่นขนาด 2.5 ไมครอน มีค่าไม่เกิน 10 มก./ลบ.ม. ฝุ่นขนาดเล็กเหล่านี้สามารถผ่านเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ ก่อให้เกิดการระคายเคือง สารเคมีบางชนิดอาจปนเปื้อนมากับฝุ่นและเข้าสู่ร่างกายไปพร้อมกัน เช่น Polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) และโลหะหนัก (Riddle et al., 2009) ฝุ่นเมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้ว สามารถเข้าสู่ระบบหมุนเวียนโลหิต ทำให้เกิดการอักเสบหรืออาจทำให้เกิดตตะกอนได้ (Seaton et al., 1995) ฝุ่นละอองขนาดใหญ่มีแหล่งกำเนิดมาจากธรรมชาติ และจากกิจกรรมของมนุษย์ ในขณะที่ฝุ่นละอองขนาดเล็กมีแหล่งกำเนิดมาจากควันจากไอเสียรถยนต์ (เบนซิน และ ดีเซล) การเผาไหม้ และกระบวนการผลิตจากโรงงานอุตสาหกรรม (Chow et al., 2006) อนุภาคฝุ่นขนาดเล็กมาก เกิดจากการขนส่งและปฏิกิริยาเคมีที่ถูกกระตุ้นด้วยแสง (Photochemical reaction) ที่อาจมีสารพิษ เช่น โลหะหนัก Polyaromatic Hydrocarbon (PAHs) Polychlorinated dibenzo-p-dioxine/Dibenzofuran (PCDD/Fs) และ Polychlorinated Biphenyl (PCB) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง (Dzierzanowski et al., 2011) มีงานวิจัยที่ศึกษาการนำพืชไม้เลื้อยมาปลูกติดผนัง เพื่อทำเป็น Green wall พบว่าช่วยลดพื้นที่ที่ใช้ในการปลูกพืชได้ดี ช่วยเป็นฉนวนกันความร้อนเข้าสู่อาคาร ลดเสียงรบกวน และช่วยเพิ่มพื้นที่สีเขียว ความหลากหลายทางชีวภาพในเขตเมือง การปลูกพืชไว้บริเวณด้านข้างทางเท้าช่วยลดปริมาณได้ดี (Alexandri and Jones, 2007, Chiquet et al., 2013, Dover, 2015, Jepson, 2016, Johnston and Newton, 2004) วิธีการวัดปริมาณฝุ่นได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยคำนึงถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของฝุ่น คือ อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณฝน ความเร็วลม พืชแต่ละชนิดมีศักยภาพในการลดฝุ่นได้แตกต่างกัน ทั้งลักษณะผิวใบ รูปร่างใบ ขนาดใบ โดยเฉพาะพืชที่ไม่ผลัดใบมีความเหมาะสมที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการลดฝุ่นเนื่องจากมีใบพืชตลอดทั้งปี (Dochinger, 1980, Bache, 1979, Beckett et al., 2000, Feer-Smith et al., 2005, Ram et al., 2012) แต่อาจมีฝุ่นปนเปื้อนกลับสู่บรรยากาศเนื่องจาก ลม น้ำฝนที่ตกชะใบพืช ซึ่งปริมาณฝนที่ตกหนักจะส่งผลให้ฝุ่นหลุดออกจากใบพืชได้มาก (Udeshika et al., 2018) โดยฝุ่นขนาดใหญ่จะหลุดออกจากใบพืชได้ง่ายที่สุด และพืชที่มีใบปกคลุมผิวใบหนาจะดักจับฝุ่นได้ดีกว่าพืชที่มีผิวใบเรียบลื่น

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลของการติดตั้งแผงกันแดดที่มีต้นพลูด่าง (*Epipremnum aureum*) เป็นตัวแทนพืชใบกว้าง และต้นเศรษฐีเรือนนอก (*Chlorophytum comosum*) ปลูกพืชใบแคบและพืชใบกว้าง เพื่อลดฝุ่นขนาด 2.5 ไมครอนเข้าสู่ตัวอาคาร และผลพลอยได้จากการเป็นฉนวนลดความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร โดยใช้ห้องจำลองขนาด 8 ตร.ม. ที่ตั้งอยู่ริมถนน เก็บข้อมูลปริมาณฝุ่น อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์

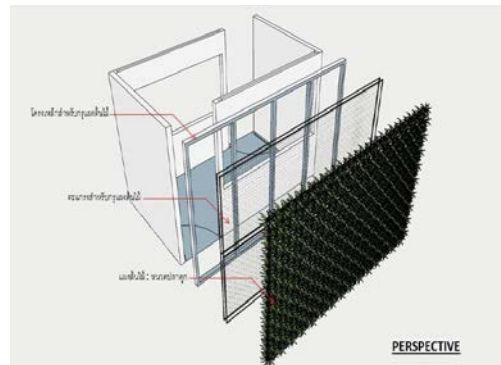
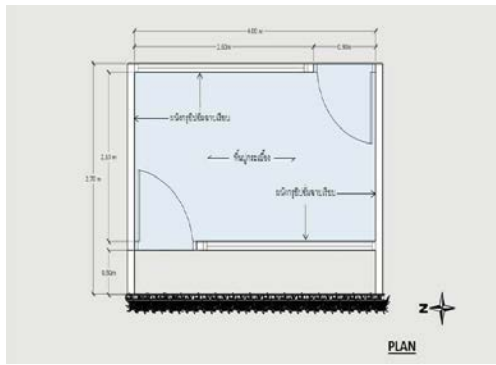
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการติดตั้งแผงกันแดดที่มีต้นพลูด่าง (*Epipremnum aureum*) เป็นตัวแทนพืชใบกว้าง และต้นเศรษฐีเรือนนอก (*Chlorophytum comosum*) ปลูกพืชใบแคบและพืชใบกว้าง เพื่อลดฝุ่นขนาด 2.5 ไมครอนเข้าสู่ตัวอาคาร และผลพลอยได้จากการเป็นฉนวนลดความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การเตรียมห้องพักอาศัยจำลอง

กันห้องขนาด 2.15 x 3.70 ม. พื้นที่ 8 ตร.ม. ด้วยแผ่นยิปซัมบอร์ดหนา 12 มม. 2 ชั้น โดยใช้โครงคร่าวสังกะสี มีช่องเปิดเป็นประตูขนาด 0.90 x 2.00 ม. และหน้าต่างขนาด 1.10 x 1.50 ม. ระยะความสูงจากพื้นถึงฝ้าเท่ากับ 2.50 ม. อยู่ห่างจากถนน 2.00 ม. ซึ่งเป็นถนน 4 เลน ไกลกับ 4 แยกไฟแดง



ก

ข

ภาพที่ 1 แสดงภาพ 3 มิติ (ก) และภาพจากมุมมองด้านบน (ข) ของห้องจำลอง

2. การติดตั้งแผงบังแดด

ทำโครงแผงบังแดดด้วยเหล็กกล่องขนาด มม. ขนาด 3.70 X 2.5 ม. มีขนาดช่องว่างของโครงคร่าวเท่ากับ 6 x 6 ซม. เป็นเหล็กกล่องทึบดำยัด ติดตั้งแผงบังแดดให้แผงบังแดดอยู่ห่างจากผนังห้องจำลอง 0.50 ม. ดังรูปที่ 1 (ข)

3. การติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และฝุ่นขนาด 2 ไมครอน

ติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ยี่ห้อ IBUTTON DATA LOGGER รุ่น DS-1921G ภายในห้องจำลอง ให้อยู่ห่างจากผนังด้านติดกับถนน 0.30 ม. และอยู่สูงจากพื้น 1.50 ม. ด้านภายนอกห้องจำลองติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ให้ห่างจากผนัง 0.30 ม. และอยู่สูงจากพื้นทางเท้า 1.50 ม. เครื่องวัดฝุ่น ยี่ห้อ SNDWAY รุ่น SW-625B ติดตั้งภายในห้องจำลองให้อยู่ห่างจากผนังด้านติดกับถนน 0.30 ม. และอยู่สูงจากพื้น 1.50 ม. ด้านภายนอกห้องจำลอง ติดตั้งเครื่องวัดฝุ่นให้ห่างจากผนัง 0.30 ม. และอยู่สูงจากพื้นทางเท้า 1.50 ม.

4. การติดตั้งต้นพลูด่าง และเศรษฐีเรือนนอกกับแผงบังแดด

เลือกใช้ต้นพลูด่าง (*Epipremnum aureum*) เป็นตัวแทนพืชใบกว้าง ที่มีจำนวนใบประมาณ 10-15 ใบ/กระถาง และต้นเศรษฐีเรือนนอก (*Chlorophytum comosum*) เป็นตัวแทนพืชใบแคบ ที่มีจำนวนใบประมาณ 25-30 ใบ/กระถาง ใช้เปลือกมะพร้าวสับและดินผสมใบก้ามปูเป็นวัสดุปลูก ในกระถางสี่เหลี่ยม ขนาด 8 x 11 x 8 ซม. ผูกยึดกระถางกับโครงคร่าวแผงบังแดดด้วยลวดเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มม. ใช้ต้นพลูด่างหรือต้นเศรษฐีเรือนนอกจำนวน 240 ต้น ต่อชุดการทดลอง

5. การวัดปริมาณฝุ่นขนาด 2.5 ไมครอน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์

เก็บข้อมูลปริมาณฝุ่นขนาด 2.5 ไมครอน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ รายชั่วโมง โดยเปรียบเทียบ 4 ชุดการทดลอง 1) สภาวะห้องจำลองที่ไม่มีแผงบังแดด 2) ห้องจำลองที่ติดตั้งแผงบังแดด 3) ห้องจำลองที่ติดตั้งแผงบังแดดและปลูกต้นพลูด่าง และ 4) ห้องจำลองที่ติดตั้งแผงบังแดดและปลูกต้นเศรษฐีเรือนนอก โดยใช้เวลาในการเก็บข้อมูลปริมาณฝุ่นขนาด 2.5 ไมครอน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ในแต่ละชุดการทดลองเป็นเวลาต่อเนื่องกัน 3 วัน

6. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติ

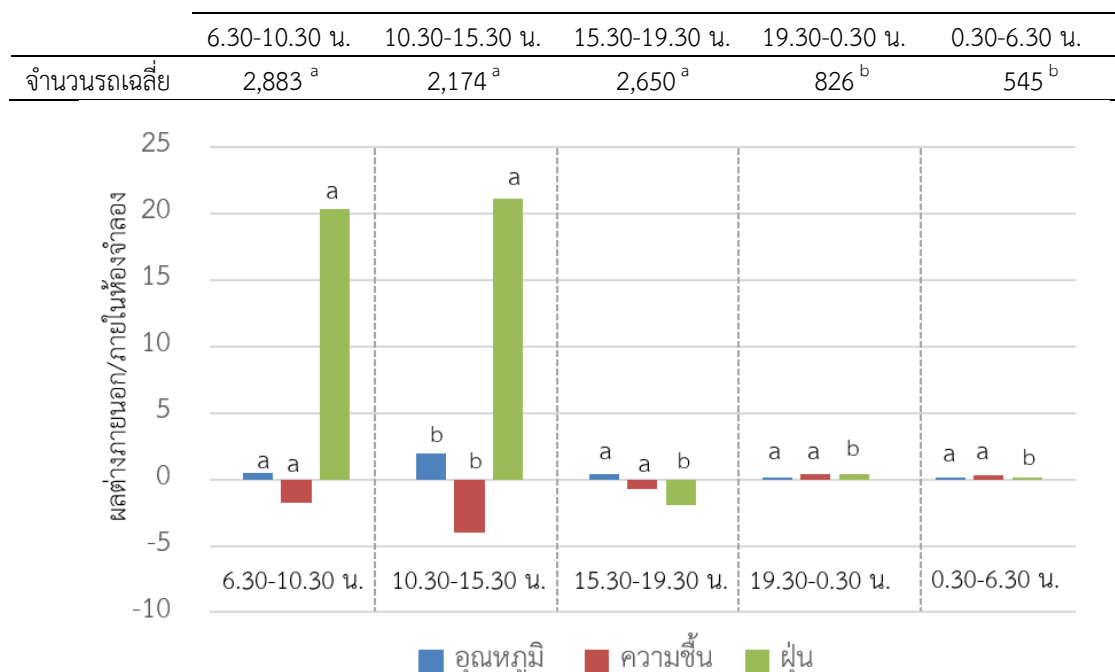
เปรียบเทียบปริมาณฝุ่นขนาด 2 ไมครอน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ในแต่ละสภาวะด้วย One-way ANOVA และ Least Square Difference ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรม SPSS รุ่น 17

ผลการวิจัย

1. เปรียบเทียบคุณภาพอากาศในแต่ละช่วงเวลา

จากการทดลองเก็บข้อมูลปริมาณฝุ่นขนาด 2.5 ไมครอน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ รายชั่วโมง โดยเปรียบเทียบคุณภาพอากาศภายนอกและภายในอาคาร พบว่าสามารถแบ่งช่วงเวลาที่มียุทธภาพอากาศแตกต่างกันออกเป็น 5 ช่วงเวลา คือ (1) 6.30-10.30 น. (2) 10.30-15.30 น. (3) 15.30-19.30 น. (4) 19.30-0.30 น. และ (5) 0.30-6.30 น. และมีผลต่างภายนอกและภายในอาคารของปริมาณฝุ่นขนาด 2.5 ไมครอน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ แต่ละช่วงเวลาข้างต้น ดังรูปที่ 2

จะเห็นว่าผลต่างของอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงเวลา 10.30-15.30 น. มีค่าสูงกว่าช่วงเวลาอื่น แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ส่วนผลต่างของปริมาณฝนภายนอกและภายในห้องจำลองมีค่าแตกต่างกันมากที่สุดในช่วงเวลา 6.30-10.30 น. และ 10.30-15.30 น. และแตกต่างจากช่วงเวลาอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ในช่วงเวลา 6.30-10.30 น. เป็นช่วงเวลาที่ มีฝน 2.5 ไมครอนมากที่สุด ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณรถยนต์ที่วิ่งผ่านพื้นที่ทดลอง แต่ในช่วงเวลา 15.30-19.30 น. ถึงแม้จะมีปริมาณรถยนต์ที่วิ่งผ่านมากพอๆกัน แต่กลับมีฝนน้อยกว่า ซึ่งน่าจะมีความสัมพันธ์กับความแตกต่างของอุณหภูมิ



ภาพที่ 2 ผลต่างภายนอกและภายในห้องจำลองของปริมาณฝนขนาด 2.5 ไมครอน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ และจำนวนรถยนต์เฉลี่ย 5 วัน (จันทร์-ศุกร์) ในแต่ละช่วงเวลา

2. ผลการติดตั้งแผงบังแดดและแผงบังแดดที่ปลูกต้นไม้

การติดตั้งแผงบังแดดเพื่อลดปริมาณฝนเข้าสู่ห้องจำลอง ได้เปรียบเทียบกับปริมาณฝนขนาด 2.5 ไมครอน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงเวลา 6.30-10.30 น. และ 10.30-15.30 น. ได้ผลต่างภายนอกและภายในอาคารของปริมาณฝนขนาด 2.5 ไมครอน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ของทั้ง 2 ช่วงเวลา ดังรูปที่ 3 และ 4 เมื่อเปรียบเทียบผลการติดตั้งแผงบังแดดที่ปลูกพืชเพื่อลดฝนขนาด 2.5 ไมครอน ในช่วงเวลา 6.30-10.30 น. และ 10.30-15.30 น.

ตารางที่ 1 ผลต่างภายนอกและภายในห้องจำลองของปริมาณฝนขนาด 2.5 ไมครอน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงเวลา 6.30-10.30 น. และ 10.30-15.30 น.

ชุดการทดลอง	6.30-10.30 น.			10.30-15.30 น.		
	อุณหภูมิ	ความชื้น	ฝน 2.5	อุณหภูมิ	ความชื้น	ฝน 2.5
ไม่มีแผงบังแดด	0.49 ^a	-1.80 ^a	17.30 ^a	1.99 ^a	-4.04 ^a	11.09 ^a
มีแผงบังแดดอย่างเดียว	1.24 ^b	-1.22 ^a	28.30 ^b	2.14 ^b	-4.22 ^a	14.09 ^a
แผงบังแดดปลูกพลูด่าง	1.49 ^c	-2.13 ^b	35.63 ^c	3.09 ^c	-8.00 ^b	18.38 ^b
แผงบังแดดปลูกเศรษฐีเรือนนอก	1.66 ^c	-2.71 ^b	32.40 ^c	3.66 ^c	-6.11 ^c	17.06 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรยกที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชุดการทดลอง

เมื่อติดตั้งแผงบังแดดอย่างเดียวจะเห็นว่าอุณหภูมิภายในอาคารลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากตัวแผงบังแดดทำหน้าที่ให้ร่มเงากับตัวอาคาร และเมื่อปลูกพืชร่วมด้วยส่งผลให้อุณหภูมิภายในอาคารลดลงเพิ่มขึ้นอีกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ชนิดของพืชไม่ส่งผลให้การลดลงของอุณหภูมิแตกต่างกัน ช่วงเวลา 6.30-10.30 น. มีการลดลงของอุณหภูมิน้อยกว่าช่วงเวลา 10.30-15.30 น. เพราะในช่วงเช้า พื้นผิวที่มีความหนาแน่นสูงภายนอกอาคาร (ทางเท้าและถนน) ยังสะสมความร้อนไว้มาก จึงเกิดการแผ่รังสีความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารน้อยกว่าในช่วงสายถึงบ่าย (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2545) ผลต่างความชื้นภายนอกและภายในอาคารมีค่าติดลบ เพราะภายในอาคารมีการสะสมความชื้นไว้เพราะมีการถ่ายเทอากาศในอาคารค่อนข้างต่ำ และเมื่อเพิ่มพืชเข้าไปที่แผงบังแดดส่งผลให้ความชื้นภายในอาคารเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ความชื้นที่เพิ่มขึ้นเกิดจากการสังเคราะห์แสงของพืชและการคายน้ำที่ปากใบในเวลากลางวัน และปริมาณการสังเคราะห์แสงแปรผันตรงกับปริมาณรังสีอาทิตย์ (ปรารภนา, 2558) สังเกตได้จากช่วงเวลา 10.30-15.30 น. มีความชื้นสูงกว่าช่วงเวลา 6.30-10.30 น. พืชใบกว้างจะมีการคายน้ำมากกว่าพืชใบแคบ แต่การผลการทดลองมีผลต่างของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก/ภายในอาคาร ระหว่างพุ่มต่างและเศรษฐกิจเรือนนอกใกล้เคียงกัน อาจเป็นเพราะความหนาแน่นของใบพุ่มต่างที่ใช้แค่ 10-15 ใบ/กระถาง ในขณะที่ความหนาแน่นของใบเศรษฐกิจเรือนนอก 25-30 ใบ/กระถาง (รูปที่ 3)



ก



ข

รูปที่ 3 ลักษณะใบของพืชใบแคบ (เศรษฐกิจเรือนนอก, ก) และพืชใบกว้าง (พุ่มต่าง, ข) ที่ใช้ในการทดลอง

สรุปและอภิปรายผล

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการฟุ้งกระจายของฝุ่น คือ อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณฝน ความเร็วลม และพืชแต่ละชนิดมีศักยภาพในการลดฝุ่นได้แตกต่างกัน โดยเฉพาะพืชที่ไม่ผลัดใบมี (Dochinger, 1980, Bache, 1979, Wiman, 1985, Beckett et al, 2000, Feer-Smith et al., 2005, Ram et al., 2012) ในพื้นที่ทดลองเป็นบริเวณสี่แยกไฟแดงที่มีการจราจรคับคั่ง และมีฝุ่นฟุ้งกระจาย และเก็บข้อมูลเป็นช่วงเวลาพบว่า ช่วงเวลา เนื่องจากช่วงเช้าเป็นเวลาที่อุณหภูมิบรรยากาศค่อนข้างต่ำและฝุ่นจะจมตัวลงสู่ด้านล่างซึ่งเป็นบริเวณที่จะสัมผัสกับมนุษย์ได้ ประกอบกับเกิดกิจกรรมที่สร้างฝุ่นละอองจากการจราจรที่เริ่มคับคั่ง แต่ช่วงเวลา 15.30-19.30 น. เป็นช่วงเวลาที่อุณหภูมิสูงสุดของวัน (Panrare, 2015) มีผลต่างของปริมาณฝุ่นน้อยลงเพราะอากาศร้อนพวยฝุ่นละอองให้ลอยตัวขึ้นไปในบรรยากาศชั้นสูง (Beckett et al, 2000, Feer-Smith et al., 2005) แต่หลังจาก 19.30 น. จนถึงรุ่งเช้า การจราจรจะเบาบางลง ส่งผลให้ปริมาณฝุ่นในบรรยากาศลดลงด้วย (Chow et al., 2006) ดังนั้นจึงเลือกเปรียบเทียบผลการติดตั้งแผงบังแดดที่ปลูกพืชเพื่อลดฝุ่นขนาด 2.5 ไมครอน ในช่วงเวลา 6.30-10.30 น. และ 10.30-15.30 น. ต่อไป

การติดตั้งแผงบังแดดและแผงบังแดดที่ปลูกพืช เป็นการกรองฝุ่นเข้าสู่ตัวอาคารด้วยวิธีการทางกายภาพ สำหรับการติดตั้งแผงบังแดดอย่างเดียว และเป็น Biofilter เมื่อปลูกพืชร่วมด้วย ผลการทดลองพบว่าการติดตั้งแผงบังแดดอย่างเดียวช่วยลดฝุ่นละอองได้บ้าง แต่การปลูกพืชร่วมด้วย สามารถช่วยลดปริมาณฝุ่นได้อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เพราะพืชช่วยลดความแรงของลม และใบพืชช่วยดักจับและกรองฝุ่นก่อนเข้าสู่ตัวอาคาร (Currie et al., 2008) พืชที่มีขนาดเล็กๆ ที่ผิวใบ หรือมีผิวใบมีไขมันเคลือบหนา จะมีประสิทธิภาพในการลดฝุ่นมากขึ้น (Beckett et al, 2000, Feer-Smith et al., 2005)

ข้อเสนอแนะ

การติดตั้งแผงบังแดดช่วยลดความร้อนที่เข้าสู่ตัวอาคารได้ โดยที่แผงบังแดดทำหน้าที่ให้ร่มเงากับตัวอาคาร และเมื่อปลูกพืชร่วมด้วยจะทำให้ลดความร้อนที่เข้าสู่ตัวอาคารได้ เนื่องจากได้รับเงาจากใบพืชเพิ่มเติมและได้ความชื้นจากการคายน้ำของพืชด้วย ทั้งพืชใบแคบ (เศรษฐีเรือนนอก) และใบกว้าง (พลูด่าง) มีประสิทธิภาพในการลดฝุ่นขนาด 2.5 ไมครอน ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้หากเพิ่มระยะเวลาในการเก็บข้อมูลให้นานขึ้นจนพืชแตกใบใหม่หรือแตกกอเพิ่มขึ้น ศักยภาพในการคายน้ำและลดฝุ่นละอองเข้าสู่ตัวอาคารน่าจะเพิ่มขึ้นได้ ถ้าศึกษาดัชนีพื้นที่ใบ (Leave Area Index, LAI) เพิ่มเติมอาจช่วยให้วิจารณ์กลไกการลดฝุ่น 2.5 ไมครอน ได้ชัดเจนมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2545). **บทที่ 2 การเลือกใช้วัสดุ**

อุปกรณ์ก่อสร้างที่มีคุณสมบัติความเป็นฉนวน 10 ชนิด. เอกสารเผยแพร่ แนวทางการเลือกใช้วัสดุ

ก่อสร้าง และฉนวนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน.

Alexandri, E., Jones, P., 2007. **Developing a one-dimensional heat and mass transfer algorithm for describing the effect of green roofs on the built environment: comparison with experimental results.** Build. Environ. 42, 2835–2849.

Bache, D.H., 1979. **Particle transport within plant canopies-I. A framework for analysis.** Atmos. Environ. 13, 1257–1262.

Beckett, K.P., Freer-Smith, P.H., Taylor, G., 2000. **Particulate pollution capture by urban trees: effect of species and wind speed.** Global Change Biol. 6, 995–1003.

Chiquet, C., Dover, J.W., Mitchell, P., 2013. **Birds and the urban environment: the value of green walls.** Urban Ecosyst. 16, 453–462.

Chow, J.C., Watson, J.G., Mauderly, J.L., Costa, D.L., Wyzga, R.E., Vedral, S., Hidy, G.M., Altshuler, S.L., Marrack, D., Heuss, J.M., Wolff, G.T., Arden Pope III, C., Dockery, D.W., 2006. **Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect.** J. Air Waste Manage. Assoc. 56, 1368–1380.

Currie, B.A., Bass, B., 2008. **Estimates of air pollution mitigation with green plants and green roofs using the UFORE. Model.** Urban Ecosyst. 11, 409–422.

Dochinger, L.S., 1980. **Interception of airborne particles by tree plantings.** J. Environ. Qual. 9, 265–268.

Dover, J.W., 2015. **Green Infrastructure: Incorporating Plants and Enhancing Biodiversity in Buildings and Urban Environments.** Routledge, Stoke-on-Trent, 120–282.

Dzierzanowski, K., Popek, R., Gawrońska, H., Saebø, A., Gawroński, S.W., 2011. **Deposition of particulate matter of different size fractions on leaf surfaces and in waxes of urban forest species.** Int. J. Phytoremediation 13, 1037–1346.

EEA, 2016. **Air Quality in Europe—2016.** <https://www.eea.europa.eu/publications/airquality-in-europe-2016>.

Freer-Smith, P.H., Beckett, K.P., Taylor, G., 2005. **Deposition velocities to Sorbus aria, Acer campestre, Populus deltoides x trichocarpa Beaupre, Pinus nigra and x Cupressocyparis leylandii for coarse, fine and ultra-fine particles in the urban environment.** Environ. Pollut. 133, 157–167.

Jepson, P., 2016. **A rewilding agenda for Europe: creating a network of experimental reserves.** Ecography 39, 117–124.

Johnston, J., Newton, J., 2004. **Building Green A Guide to Using Plants on Roofs, Walls and Pavements.** Greater London Authoritypp. 121.

Panrare, A., Sohsalam, P., Tondee, T., 2015. **Constructed wetland for sewage treatment and thermal transfer reduction,** Energyprocedia 79(2015), 567–575.

- Ram, S.S., Majumder, S., Chaudhuri, P., Chanda, S., Santra, S.C., Maiti, P.K., Sudarshan, M., Chakraborty, A., 2012. **Plant canopies: bio-monitor and trap for re-suspended dust particulates contaminated with heavy metals.** Mitig. Adapt. Strateg. Global Change 19, 499–508.
- Riddle, S.G., Robert, M.A., Jakober, C.A., Fine, P.M., Hays, M.D., Schauer, J.J., Hannigan, M.P., 2009. **Source apportionment of fine airborne particulate matter during a severe winter pollution episode.** Environ. Sci. Technol. 43, 272–279.
- Seaton, A., Godden, D., MacNee, W., Donaldson, K., 1995. **Particulate air pollution and acute health effects.** Lancet 345, 176–178.
- Udeshika, W., John, W. D., Paul, M., Kevin, R. 2018. **Quantification of the traffic-generated particulate matter capture by plant species in a living wall and evaluation of the important leaf characteristics.** Science of the Total Environment. 635. 1012–1024.
- WHO, 2014. **WHO' s Ambient Air Pollution database - Update 2014** : Data summary of the AAP database. http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/cities/en/.

การวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ด้วย GIS เพื่อเลือกที่ตั้งโรงงานแปรรูปผลผลิตเป็นพลังงานในจังหวัดปทุมธานี

วิเวียน จุลมนต์, วันวิสาข์ สกลภาพ*

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ศูนย์รังสิต) จังหวัดปทุมธานี 12120

email: vivianteve@gmail.com

บทคัดย่อ

ปัญหาขยะตกค้างเป็นปัญหาที่จำเป็นต้องจัดการ โรงงานแปรรูปผลผลิตเป็นพลังงานเป็นทางเลือกหนึ่งในการจัดการสำหรับจังหวัดปทุมธานี งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับโรงไฟฟ้าขยะในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี โดยใช้ระบบภูมิสารสนเทศ GIS เป็นเครื่องมือ โดยมีการรวบรวมข้อมูลด้านปัจจัยเพื่อพิจารณาเป็นเกณฑ์ในการเลือกที่ตั้ง ปัจจัยที่เป็นเกณฑ์พิจารณาในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย 12 ปัจจัยคือระยะห่างจากชุมชน ระยะห่างจากพื้นที่อุตสาหกรรม สายส่งไฟฟ้า สถานีไฟฟ้า สถานีประปา ระยะห่างจากสถานพยาบาล ระยะห่างจากสถานศึกษา ระยะห่างจากแม่น้ำลำคลอง การเข้าถึงถนน พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม ทางรถไฟและสนามบิน วิธีการศึกษางานวิจัยนี้ใช้การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัย และลำดับค่าคะแนนของปัจจัย (Ordered Weighted Averaging) ในระบบภูมิสารสนเทศ โดยให้สัญลักษณ์เพื่อบ่งชี้ความแตกต่างระหว่างพื้นที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม ผลของการศึกษาทั้งหมด 7 อำเภอในจังหวัดปทุมธานีโดยใช้สัดส่วนพื้นที่เหมาะสมแต่ละอำเภอเทียบกับพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดเป็นเกณฑ์พบว่า อำเภอลองหลวง มีความเหมาะสมสูงสุด รองลงมา คือ อำเภอหนองเสือ อำเภอลำลูกกา อำเภอลาดหลุมแก้ว อำเภอเมืองปทุมธานี อำเภอธัญบุรี และ อำเภอสามโคก ตามลำดับ แนวทางการวิเคราะห์นี้ควรได้พัฒนานำไปใช้กับพื้นที่อื่น ๆ ต่อไป

คำสำคัญ: โรงไฟฟ้าขยะ, การวิเคราะห์ตำแหน่งที่ตั้ง, จังหวัดปทุมธานี, ระบบภูมิสารสนเทศ

GIS-based Site Analysis for Selecting Suitable Sites of Waste-to-Energy Plants in Pathumthani

Vivian Chullamon, Wanwisa Skolpap*

Department of Chemical Engineering, School of Engineering, Thammasat University (Rangsit campus),
Pathumthani, Thailand 12120
E-mail; vivianteve@gmail.com

Abstract

In response to cumulative municipal waste problem in Pathumthani, a waste-to-energy electric power plant is selected as waste management approach. This study aims at assessing waste-to-energy power plant potential zones in Pathumthani using Geographic Information System (GIS). GIS data collection depends on all 12 factors considered in this study as follows: the distances from power plant site to communities, to industrial areas, to power lines, to power stations, to waterworks stations, to hospitals, to education institutes, to main water resources, to accessible roads, to railways, to airports and the risk of flooding. After multiple layers of information have been generated as a single map using GIS, the suitable power plant locations are defined on the basis of the ordered weighted averaging (OWA) technique. Color-coded symbology is applied to the maps to differentiate suitable/unsuitable areas for power plant establishment. Considering proportions of suitable areas of each of the seven districts to the total area of the province, the most suitable district is Klong Luang, followed by Nongsua, Lamlukka, Ladlumkaew, Muang Pathumthani, Thanyaburi, and Samkok districts, respectively. This analysis approach should be further developed and applied to other areas.

Keywords: Waste-to-energy power plant; Location suitability analysis; Pathumthani; GIS

บทนำ

ขยะมูลฝอยในเมืองใหญ่หลายเมืองในประเทศไทยมีปริมาณมากและจึงต้องมีวิธีการจัดการขยะอย่างมีประสิทธิภาพ ปัจจุบันมีเทคโนโลยีการผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ขยะเป็นเชื้อเพลิงอันเป็นหนทางกำจัดขยะที่ทำให้ได้พลังงานไฟฟ้าทดแทนด้วย จังหวัดปทุมธานีมีปริมาณขยะจำนวน 1,829 ตัน/วัน โดยร้อยละ 70 นำไปกำจัดในพื้นที่ใกล้เคียง และร้อยละ 30 เป็นปริมาณขยะตกค้างสะสมภายในจังหวัด ปริมาณขยะที่สะสมมากควรได้พิจารณาใช้เทคโนโลยีนี้ในการกำจัดขยะและนโยบายรัฐบาลต้องการให้มีการสร้างโรงไฟฟ้าขยะในหลายพื้นที่ทั่วประเทศ รวมถึงในจังหวัดปทุมธานี การหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการเป็นที่ตั้งโรงงานถือเป็นเรื่องสำคัญ โรงงานที่อยู่ในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมอาจทำให้เกิดการต่อต้านของคนในพื้นที่ จึงควรได้มีการคำนึงถึงปัจจัยที่ใช้ในการเลือกที่ตั้งตำแหน่งที่เหมาะสมเป็นที่ตั้งโรงไฟฟ้า เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่เป็นที่ยอมรับของทุกฝ่าย

งานวิจัยนี้พิจารณาความเหมาะสมของที่ตั้งโรงไฟฟ้าขยะเฉพาะในจังหวัดปทุมธานีเท่านั้น โรงไฟฟ้าขยะที่ทำการวิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้ง เป็นโรงไฟฟ้าขยะที่ใช้เทคโนโลยีเตาเผาแบบ Moving grate เท่านั้น โดยมีแนวคิดที่สำคัญเรื่องการกำจัดขยะมูลฝอยโดยใช้เตาเผา เป็นเทคโนโลยีที่ใช้แก้ปัญหาขยะชุมชนเนื่องจากการเผาเป็นการกำจัดขยะชุมชนโดยการลดปริมาณที่มีประสิทธิภาพสูงในขณะเดียวกันยังให้พลังงานอีกด้วย ทั้งนี้ การหาตำแหน่งที่เหมาะสมเป็นที่ตั้งโรงไฟฟ้าขยะ จำเป็นต้องพิจารณาหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น แหล่งน้ำ, ระบบไฟฟ้า, ระบบประปา, ถนน, อาคารสิ่งปลูกสร้างและการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น (Misra & Sharma, 2015) เครื่องมือที่นำมาใช้วิเคราะห์หาตำแหน่งที่เหมาะสมคือระบบภูมิสารสนเทศ (GIS) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูงในการรวบรวมและแสดงผลชั้นข้อมูลต่างๆ อันประกอบด้วย ข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (attribute data) ที่มีความสัมพันธ์กัน (Goyal, Sharma, & Joshi, 2017)) ยิ่งไปกว่านั้น ยังสามารถวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างชั้นข้อมูลต่างๆ ได้ (Rikalovic, Cosic, & Lazarevic, 2014) จึงสามารถนำมาใช้วิเคราะห์หาตำแหน่งพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการสร้างโรงไฟฟ้าขยะจากการพิจารณาปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องได้เป็นอย่างดี เมื่อใช้ร่วมกับเทคนิคในการวิเคราะห์ที่เรียกว่า Ordered Weighted Averaging (OWA) ซึ่งคำนึงถึงความสำคัญของทุกปัจจัยร่วมกับคะแนนความเหมาะสมของข้อมูลในแต่ละปัจจัย (Zahibi, et al., 2019)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อกำหนดปัจจัยและเกณฑ์ในการเลือกที่ตั้งโรงไฟฟ้าขยะ ในจังหวัดปทุมธานี โดยอาศัยข้อมูลทางระบบภูมิสารสนเทศ
2. เพื่อหาที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับโรงไฟฟ้าขยะในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี ด้วยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัยและลำดับค่าคะแนนของปัจจัย (Ordered Weighted Averaging)

ระเบียบวิธีวิจัย

ขั้นตอนการวิจัยแบ่งได้เป็นสองส่วน คือส่วนของการรวบรวมข้อมูลและส่วนของขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. รวบรวมชั้นข้อมูลสำหรับแต่ละปัจจัย

งานวิจัยนี้ได้รวบรวมข้อมูลด้านปัจจัยที่มีผลต่อการหาพื้นที่เหมาะสมต่อการก่อสร้างโรงไฟฟ้าขยะจากหน่วยงานรัฐ 3 หน่วยงานคือ กรมโยธาธิการและผังเมือง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และการประปาส่วนภูมิภาค และพบว่าปัจจัยที่ควรนำมาวิเคราะห์ทั้งสิ้น 12 ปัจจัย กำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญทางสิ่งแวดล้อมโดยให้ค่าน้ำหนักของปัจจัยต่าง ๆ และให้คะแนนตามเงื่อนไขภายในแต่ละปัจจัย ดังมีรายละเอียดในตารางด้านล่างนี้

ตารางที่ 1 รายการปัจจัย เงื่อนไข ค่าถ่วงน้ำหนัก และคะแนน สำหรับการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมต่อโรงไฟฟ้าขยะ

ลำดับที่	ปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์ (ตัวแปร)	เงื่อนไข	ค่าถ่วง น้ำหนัก (WEIGHT)	ค่าคะแนน (SCORE)	หมายเหตุ ที่มา ของ ข้อมูล
1	ระยะห่างจากพื้นที่ ชุมชนเมืองและ ศูนย์ชุมชน	ระยะห่างจากชุมชน 5 กม. ขึ้นไป	15	3	ชั้นข้อมูล munisan_a ของ กรมผังเมือง
		ระยะห่างจากชุมชน 3-5 กม.		2	
		ระยะห่างจากชุมชน น้อยกว่า 3 กม.		1	
2	ระยะห่างจากพื้นที่ อุตสาหกรรม	ระยะห่างจากโรงงานอุตสาหกรรม 0-1 กม.	10	3	สกัดจาก Landsum_a ของ กรมผังเมือง (code 3000-3800)
		ระยะห่างจากโรงงานอุตสาหกรรม 1-3 กม.		2	
		ระยะห่างจากโรงงานอุตสาหกรรม 3 กม. ขึ้นไป		1	
3	สายส่งไฟฟ้า	ระยะห่างจากสายส่งไฟ น้อยกว่า 50เมตร	10	3	ชั้นข้อมูล LB_Centertline จากการไฟฟ้า
		ระยะห่างจากสายส่งไฟ 50-100 เมตร		2	
		ระยะห่างจากสายส่งไฟ 100 เมตรขึ้นไป		1	
4	สถานีไฟฟ้า	ระยะห่างจากสถานีไฟฟ้า น้อยกว่า 50เมตร	12	3	ชั้นข้อมูล DS_T_Station จากการไฟฟ้า
		ระยะห่างจากสถานีไฟฟ้า 50-100 เมตร		2	
		ระยะห่างจากสถานีไฟฟ้า 100 เมตรขึ้นไป		1	
5	สถานีประปา	ระยะห่างจากสถานีประปา 100 เมตรขึ้นไป	12	3	ชั้นข้อมูล PWA_merged (รวมข้อมูลระดับ อำเภอเข้าด้วยกัน) จากการประปา
		ระยะห่างจากสถานีประปา 50-100 เมตร		2	
		ระยะห่างจากสถานีประปาน้อยกว่า 50เมตร		1	
6	ระยะห่างจาก สถานพยาบาล	ระยะห่างจากสถานพยาบาล 5กม. ขึ้นไป	7	3	สกัดจาก Landsum_a ของ กรมผังเมือง (code 6500-6580)
		ระยะห่างจากสถานพยาบาล 2-5กม.		2	
		ระยะห่างจากสถานพยาบาล 0-2 กม.		1	
		ซ้อนทับสถานพยาบาล		0	
7	ระยะห่างจาก สถานศึกษา	ระยะห่างจากสถานศึกษา 3กม. ขึ้นไป	6	3	สกัดจาก Landsum_a ของ กรมผังเมือง (code 6100-6180)
		ระยะห่างจากสถานศึกษา 1-3กม.		2	
		ระยะห่างจากสถานศึกษา 0-1กม.		1	
		ซ้อนทับสถานศึกษา		0	
8	ระยะห่างแม่น้ำลำ คลอง	ระยะห่างจากฝั่ง 1 กม.ขึ้นไป	12	3	Landsum_a ของ กรมผังเมือง (code 9511 สำหรับ แม่น้ำ และ 9512 สำหรับคลอง)
		ระยะห่างจากฝั่ง 0.5-1 กม.		2	
		ระยะห่างจากฝั่ง 0-0.5 กม.		1	
		ซ้อนทับแม่น้ำหรือคลอง และระยะ 10 เมตร จากฝั่งแม่น้ำ หรือ 3 เมตรจากฝั่งคลอง		0	
9	การเข้าถึงถนน	ระยะเข้าถึงจากถนน 0-300เมตร	7	3	ชั้นข้อมูล roadedge_a ของ กรมผังเมือง
		ระยะเข้าถึงจากถนน 300-800เมตร		2	
		ระยะเข้าถึงจากถนน 800เมตร ขึ้นไป		1	
		ซ้อนทับถนนและระยะ 3 เมตรจากถนน		0	

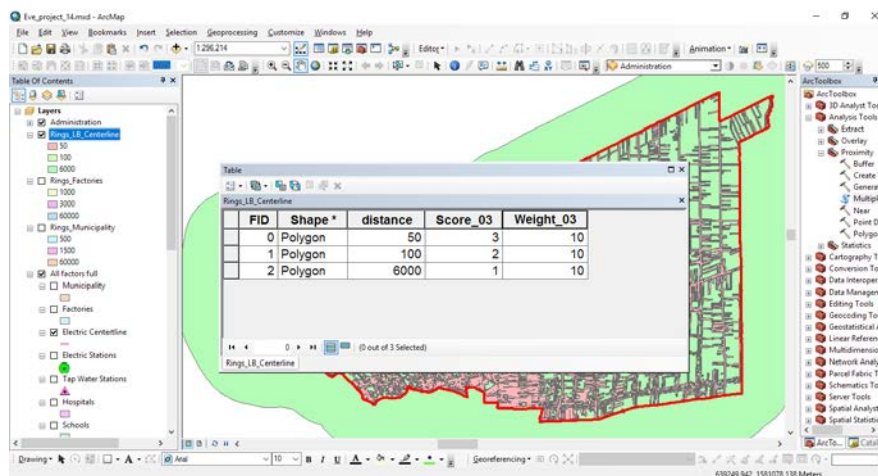
ลำดับที่	ปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์ (ตัวแปร)	เงื่อนไข	ค่าถ่วง น้ำหนัก (WEIGHT)	ค่าคะแนน (SCORE)	หมายเหตุ ที่มา ของ ข้อมูล
10	พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม	เสี่ยงภัยต่ำ	9	3	กรมทรัพยากรน้ำ (F-DWR2)
		เสี่ยงภัยปานกลาง		2	
		เสี่ยงภัยสูง		1	
11	ทางรถไฟ	ซ้อนทับทางรถไฟ และระยะ 20 เมตรจาก ทางรถไฟ	0	0	railedge_a.shp ของกรมผังเมือง
12	สนามบิน	ซ้อนทับพื้นที่สนามบิน	0	0	airport_a.shp ของกรมผังเมือง
รวมค่าน้ำหนัก			100		

ทั้งนี้ การกำหนดปัจจัยและค่าคะแนนต่าง ๆ ได้มาจากการศึกษาค้นคว้าและการปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญ

2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

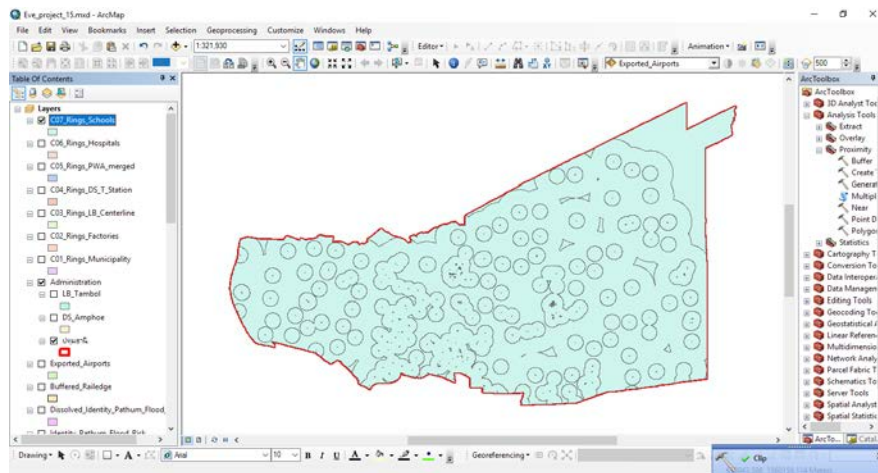
ในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูล มีขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้

- เตรียมชั้นข้อมูลสำหรับแต่ละปัจจัยให้มีการแบ่งพื้นที่ตามระยะห่าง (แบ่งด้วยคำสั่ง Multiple Ring Buffer) และแก้ไข Attribute table ให้มีฟิลด์ที่ระบุค่าคะแนนและค่าน้ำหนัก ทั้งนี้ ปัจจัยเหล่านี้ได้รับการให้ค่าคะแนน ตั้งแต่ 1 ถึง 3 (1 หมายถึง เหมาะสมน้อย, 2 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง และ 3 หมายถึง เหมาะสมมาก) และค่าน้ำหนักความสำคัญ (รวมเท่ากับ 100) นอกจากนี้ได้ผนวกรวมสถานที่ที่ห้ามซ้อนทับเข้ากับปัจจัยที่มีการให้ค่าคะแนน (โดยให้ค่าคะแนนของสถานที่ที่ห้ามซ้อนทับเป็น 0)



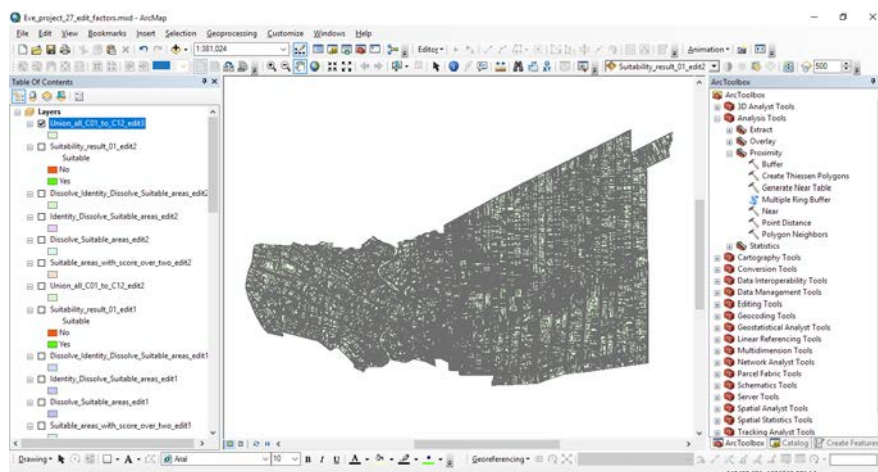
ภาพที่ 1 ตัวอย่างผลที่ได้จากการใช้คำสั่ง Multiple Ring Buffer และการระบุค่าคะแนนและน้ำหนัก

- Clip ชั้นข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการใช้คำสั่ง Multiple Ring Buffer ให้มีขนาดเท่ากับพื้นที่จังหวัดปทุมธานี



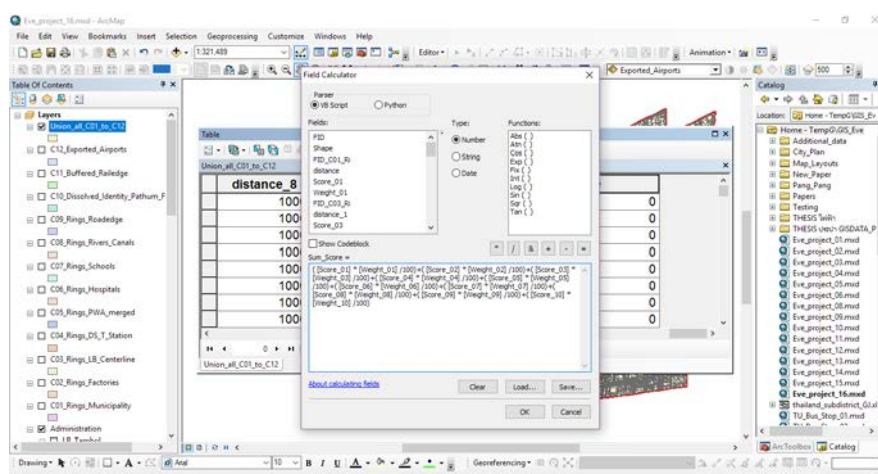
ภาพที่ 2 ตัวอย่างผลที่ได้จากการใช้คำสั่ง Clip เพื่อให้ได้ชั้นข้อมูลที่มีขนาดเท่ากับพื้นที่จังหวัดปทุมธานี

c. นำชั้นข้อมูลปัจจัยทั้งหมดมารวมกัน (ด้วยคำสั่ง Union)



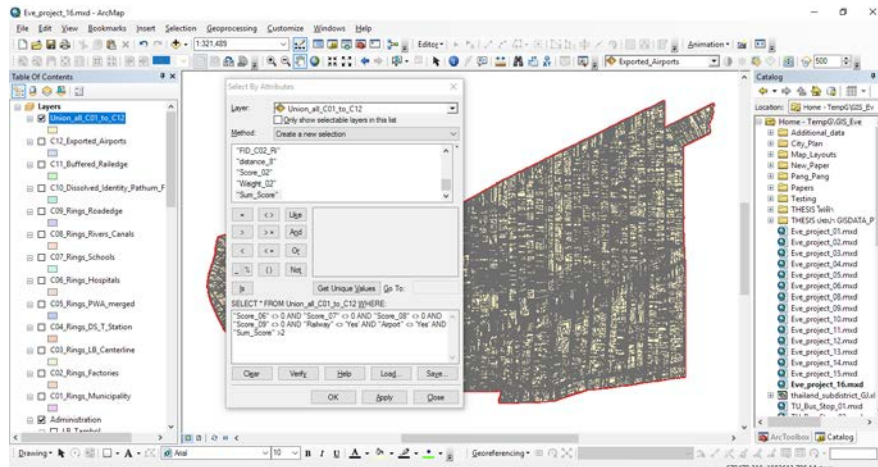
ภาพที่ 3 ผลที่ได้จากการใช้คำสั่ง Union เพื่อรวมชั้นข้อมูลพร้อมทั้งค่าคะแนนและน้ำหนักของทุกปัจจัยเข้าด้วยกัน

d. คำนวณความเหมาะสมของพื้นที่จากผลรวมของคะแนนปัจจัยต่างๆ และค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย

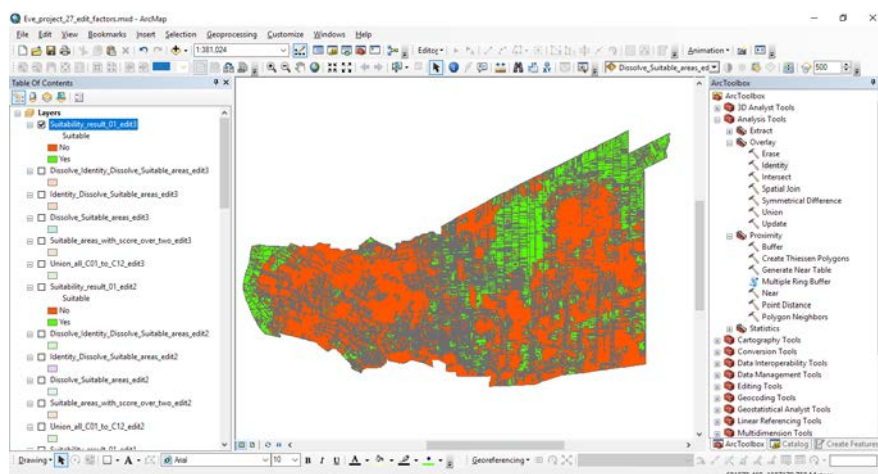


ภาพที่ 4 คำสั่งที่ใช้ในการคำนวณความเหมาะสมของพื้นที่จากผลรวมของคะแนนปัจจัยต่างๆ และค่าน้ำหนักที่ให้

- e. คัดเลือกพื้นที่เหมาะสมต่อการสร้างโรงงานไฟฟ้าขยะ ซึ่งในที่นี้ใช้เกณฑ์ว่า ต้องไม่ซ้อนทับกับปัจจัยที่ห้ามมิให้มีการซ้อนทับ และต้องเป็นพื้นที่ที่มีคะแนนรวมมากกว่า 2.00 (ซึ่งเหมาะสมระดับปานกลาง) แล้วให้สัญลักษณ์เพื่อบ่งชี้ความแตกต่างระหว่างพื้นที่ที่เหมาะสม กับพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม



ภาพที่ 5 การเลือกพื้นที่เหมาะสมต่อการสร้างโรงไฟฟ้าขยะตามเกณฑ์คะแนนและเงื่อนไขที่กำหนด

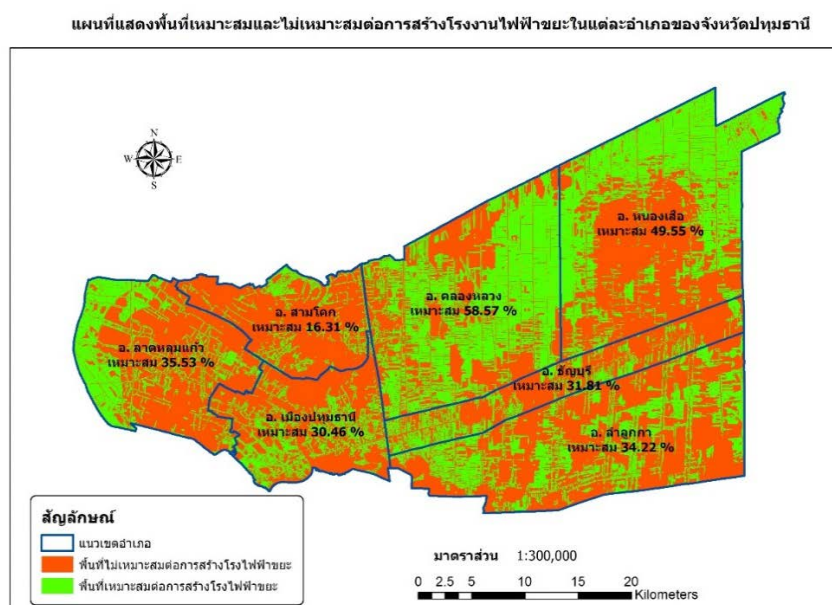


ภาพที่ 6 ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ (สีเขียวหมายถึงพื้นที่เหมาะสมต่อการสร้างโรงไฟฟ้าขยะ สีแดงหมายถึงไม่เหมาะสม)

- f. นำผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปวิเคราะห์ร่วมกับชั้นข้อมูลแนวเขตอำเภอในจังหวัดปทุมธานี เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นที่เหมาะสมและไม่เหมาะสมต่อการสร้างโรงไฟฟ้าขยะในแต่ละอำเภอ (โดยใช้คำสั่ง identity)

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาได้แผนที่แสดงพื้นที่ที่เหมาะสมและไม่เหมาะสมต่อการสร้างโรงไฟฟ้าขยะในเขตจังหวัดปทุมธานีพร้อมทั้งข้อมูลเนื้อที่และเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ที่เหมาะสมและไม่เหมาะสมในแต่ละอำเภอของจังหวัดปทุมธานี ดังปรากฏในภาพที่ 6 และตารางที่ 2 และ 3 ด้านล่างนี้



ภาพที่ 6 แผนที่แสดงพื้นที่ที่เหมาะสม/ไม่เหมาะสมต่อการสร้างโรงไฟฟ้าขยะในแต่ละอำเภอของจังหวัดปทุมธานี

ตารางที่ 2 ข้อมูลสรุปเนื้อที่พื้นที่ที่เหมาะสม/ไม่เหมาะสมต่อการก่อสร้างโรงไฟฟ้าขยะในจังหวัดปทุมธานี

จังหวัด/ประเภท	เนื้อที่ (ไร่)	เปอร์เซ็นต์
ปทุมธานี	950036.74	100.00
ไม่เหมาะสม	562966.31	59.26
เหมาะสม	387070.43	40.74

ผลการวิเคราะห์ในระดับจังหวัด พบว่า จังหวัดปทุมธานีมีพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมต่อการตั้งโรงไฟฟ้าขยะมากกว่าพื้นที่ที่เหมาะสม โดยมีสัดส่วนประมาณ 60% ต่อ 40% ดังรายละเอียดในตารางข้างต้น

ตารางที่ 3 ข้อมูลสรุปเนื้อที่พื้นที่ที่เหมาะสม/ไม่เหมาะสมต่อการก่อสร้างโรงไฟฟ้าขยะในแต่ละอำเภอของจังหวัดปทุมธานี

จังหวัด/ประเภท	เนื้อที่ (ไร่)	เปอร์เซ็นต์พื้นที่ที่เหมาะสม ในอำเภอ	เปอร์เซ็นต์ต่อเนื้อที่ทั้ง จังหวัด (950,036.74 ไร่)
ปทุมธานี	950036.74		100.00
เมืองปทุมธานี	89287.55	100.00	9.40
No	62093.81	69.54	6.54
Yes	27193.74	30.46	2.86
คลองหลวง	189759.28	100.00	19.97
No	78619.27	41.43	8.28

จังหวัด/ประเภท	เนื้อที่ (ไร่)	เปอร์เซ็นต์พื้นที่เหมาะสม ในอำเภอ	เปอร์เซ็นต์ต่อเนื้อที่ทั้ง จังหวัด (950,036.74 ไร่)
Yes	111140.00	58.57	11.70
ธัญบุรี	71788.83	100.00	7.56
No	48953.83	68.19	5.15
Yes	22835.00	31.81	2.40
ลาดหลุมแก้ว	122316.25	100.00	12.87
No	78859.89	64.47	8.30
Yes	43456.36	35.53	4.57
ลำลูกกา	190125.99	100.00	20.01
No	125059.40	65.78	13.16
Yes	65066.59	34.22	6.85
สามโคก	74327.07	100.00	7.82
No	62202.87	83.69	6.55
Yes	12124.19	16.31	1.28
หนองเสือ	212431.77	100.00	22.36
No	107177.23	50.45	11.28
Yes	105254.54	49.55	11.08

จากตารางที่ 3 พบว่าแต่ละอำเภอในจังหวัดปทุมธานีมีสัดส่วนพื้นที่เหมาะสมสำหรับการก่อตั้งโรงไฟฟ้าขยะ (เทียบกับพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัด) โดยเรียงลำดับจากอำเภอที่มีสัดส่วนพื้นที่เหมาะสมมากไปน้อย คือ อำเภอคลองหลวง (11.7%) รองลงมา คือ อำเภอหนองเสือ (11.08%) อำเภอลำลูกกา (6.85%) อำเภอลาดหลุมแก้ว (4.57%) อำเภอเมืองปทุมธานี (2.86%) อำเภอธัญบุรี (2.4%) และ อำเภอสามโคก (1.28%) ตามลำดับ

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการวิเคราะห์โดยการกำหนดปัจจัยและเกณฑ์ในการเลือกที่ตั้งโรงงานไฟฟ้าขยะ ในจังหวัดปทุมธานี โดยอาศัยข้อมูลทางระบบภูมิสารสนเทศ พบว่าจังหวัดปทุมธานีมีพื้นที่ไม่เหมาะสมคิดเป็นร้อยละ 60 พื้นที่ที่เหมาะสมคิดเป็นร้อยละ 40 การหาที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับโรงไฟฟ้าขยะในพื้นที่จังหวัดปทุมธานีด้วยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัยและลำดับค่าคะแนนของปัจจัย (Ordered Weighted Averaging) พบว่าเมื่อใช้เกณฑ์พื้นที่เหมาะสมในแต่ละอำเภอเทียบกับพื้นที่ทั้งจังหวัด อำเภอคลองหลวงมีความเหมาะสมสูงสุดสำหรับการก่อตั้งโรงไฟฟ้าขยะ รองลงมา คือ อำเภอหนองเสือ ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่

ข้อเสนอแนะ

การเลือกปัจจัยและเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้สามารถนำไปปรับเพิ่มเติมเพื่อนำไปใช้กับพื้นที่อื่น ๆ ซึ่งอาจมีลักษณะทางกายภาพที่ต่างไปจากนี้และต้องพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ เพิ่มเติม ทั้งนี้งานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการจัดการขยะในพื้นที่ศึกษาอื่นได้

เอกสารอ้างอิง

- Goyal, H., Sharma, C., & Joshi, N. (2017). An Integrated Approach of GIS and Spatial Data Mining in Big Data. *International Journal of Computer Applications*, 169(11), 1-6.
- Misra, S., & Sharma, S. (2015). Site Suitability Analysis for Urban Development: A Review. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, 3(6), 3647-3651.
- Rikalovic, A., Cosic, I., & Lazarevic, D. (2014). GIS Based Multi-Criteria Analysis for Industrial Site Selection. *Procedia Engineering*, 69(2014), 1054–1063. doi: 10.1016/j.proeng.2014.03.090
- Thapa, K., & Bossler, J. (1992). Accuracy of Spatial Data Used in Geographic Information Systems. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 58(6), 835-841.
- Zabihi, H., Alizadeh, M., Langat, P., Karami, M., Shahabi, H., Ahmad, A., Said, M., & Lee, S. (2019). GIS Multi-Criteria Analysis by Ordered Weighted Averaging (OWA): Toward an Integrated Citrus Management Strategy. *Sustainability*, 11(1009), 1-17. doi:10.3390/su11041009

ความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในน้ำและคุณภาพน้ำผิวดิน ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว)

ศิริรัตน์ จิตบรรเทา^a ณัฐวรรณ สุขจะ^b อรชร ฉิมจารย^c สุพัตรา เอี่ยมนาค^d และสุขสมาน สักโยคะ^e

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก

E-mail ^asilorat.j@psru.ac.th ^bnatthawan.s@psru.ac.th ^corachorn@psru.ac.th ^dsupatra.psu@gmail.com

^esuksaman@psru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิต และคุณภาพน้ำผิวดินภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) สำหรับใช้เป็นแนวทางในการรักษาคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยให้คงสภาพที่เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ และฟื้นฟูคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำที่เสื่อมโทรมหรือมีแนวโน้มของการเสื่อมโทรมให้มีสภาพที่ดีขึ้น โดยการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในน้ำ และคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) ทั้งสิ้นจำนวน 10 จุด ในช่วงระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 ผลจากการศึกษาพบสิ่งมีชีวิตในน้ำจำนวน 4,717 ตัว จำแนกได้เป็น 11 อันดับ 21 วงศ์ วงศ์ที่มีจำนวนสมาชิกมากที่สุดคือ วงศ์ Bulinidae อยู่ในอันดับ Hyarophila ค่าพารามิเตอร์คุณภาพน้ำผิวดินจากการตรวจวิเคราะห์พบว่า อุณหภูมิมีค่าอยู่ระหว่าง 28.33-31.67 องศาเซลเซียส ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.37- 4.46 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีค่าระหว่าง 6.96-7.61 ไนโตรเจนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.42-2.61 มิลลิกรัม/ลิตร การปนเปื้อนโลหะหนัก ตะกั่ว ทองแดง แคดเมียม เหล็ก และสังกะสีในน้ำพบการปนเปื้อนของตะกั่วที่มีค่าเกินมาตรฐานทั้ง 10 แหล่ง และในตะกอนดินพบการปนเปื้อนของเหล็กมีค่าอยู่ระหว่าง 0.41 – 0.97 มิลลิกรัม /ลิตร แสดงให้เห็นว่าแหล่งน้ำผิวดินภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทั้งจากกิจกรรมภายในมหาวิทยาลัย สามารถใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคได้ แต่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไป ก่อน จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์พบว่า อุณหภูมิ ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง ค่าไนโตรเจน ค่าโลหะหนักในน้ำและตะกอนดิน มีความสัมพันธ์กับดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ ($P < 0.01$) ดังนั้นสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำสามารถประเมินคุณภาพของแหล่งน้ำนั้นได้โดยพิจารณาจากความหลากหลายของชนิด ซึ่งบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามว่ามีคุณภาพน้ำในระดับปานกลาง

คำสำคัญ : ความหลากหลายทางชีวภาพ คุณภาพน้ำ แหล่งน้ำผิวดิน

Biodiversity of aquatic organisms and water resources quality in Pibulsongkram Rajabhat University (Talay Kaew Campus)

Silorat Jitbanthao^a, Natthawan Sukja^b, Orachorn Chimjan^c, Supattra Iamnak^d, Suksaman Sangyoka^e

Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok, Thailand

E-mail ^asilorat.j@psru.ac.th ^bnatthawan.s@psru.ac.th ^corachorn@psru.ac.th ^dsupattra.psu@gmail.com

^esuksaman@psru.ac.th

Abstract

The research was carried out to study biodiversity and surface water quality in Pibulsongkram Rajabhat University (Thale Kaew) for use as a guideline to maintain water quality in water sources, maintain good conditions suitable for various uses and to restore water quality in degraded water sources or have a tendency of degradation to have the better condition by studying the biological diversity of aquatic organisms, physical and chemical water quality with a total of 10 points sampling between June to August 2019. The results of the study found 4,717 aquatic organisms, classified into 11 Orders, 21 families with the highest number of members, namely Bulinidae belong to Hyarophila, the surface water quality parameters are; temperature is between 28.33-31.67 °C, dissolved oxygen (DO) is between 0.37 - 4.46 mg/L, the pH is between 6.96-7.61, nitrite is between 0.42-2.61 mg/L, contamination of heavy metals including lead, copper, cadmium, iron and zinc in surface water by lead which exceeded the standards in 10 sampling point. The sediment, iron contamination was found between 0.41 - 0.97 mg/L shows that the surface water resource in Pibulsongkram Rajabhat University receives wastewater from activities of the university can be utilized for consumption and consumption but must go through normal disinfection and improvement the quality processes before used. The analysis of the relationship data, it was found that the dissolved oxygen, temperature, pH, nitrite and heavy metals in sediment and water are related to the biodiversity index ($P < 0.01$). therefore, organisms in the water source can evaluate the quality of that water source.

Keywords: Biodiversity water quality Surface water resource

บทนำ

สัตว์หน้าดินมีความสำคัญต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำหลายประการ หลายชนิดเป็นอาหารของสัตว์น้ำ มีบทบาทสำคัญต่อการหมุนเวียนของสารอาหารที่สะสมอยู่ในตะกอนดินกลับสู่ผิวน้ำ สัตว์หน้าดินที่ดำรงชีพด้วยการฝังตัวอยู่ในตะกอนดินจะช่วยให้ออกซิเจนสามารถแพร่ลงสู่ตะกอนดินได้ลึก ลดการเน่าเสียของตะกอนดินได้ ความขรุขระและมวลชีวภาพของสัตว์หน้าดินจึงเป็นดัชนีบอกความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำได้ (ฉวีวรรณ, 2559) สัตว์หน้าดินแต่ละชนิดจะมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมได้แตกต่างกัน บางชนิดต้องอาศัยอยู่ในน้ำสะอาด ขณะที่บางชนิดสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในน้ำที่เน่าเสีย ซึ่งความหลากหลายหลายของชนิดและปริมาณของสัตว์หน้าดินที่อาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันนี้สามารถเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำและคุณภาพน้ำได้ (อิสสระ, 2557)

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามจัดได้ว่าเป็นสถาบันอุดมศึกษาที่มีความเข้มแข็งทางวิชาการและได้รับการจัดอันดับว่าเป็นมหาวิทยาลัยอันดับต้นๆ ในกลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏด้วยกัน ในพื้นที่ทะเลแก้วซึ่งเป็นแคมป์หลักของมหาวิทยาลัยแต่เดิมเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำซึ่งเป็นที่มาของชื่อทะเลแก้ว มีโครงการก่อสร้างอาคารเรียน หอพักนักศึกษาหญิง ศูนย์อาหารทะเลแก้ว สระว่ายน้ำ และการพัฒนาสิ่งก่อสร้าง เพื่อรองรับบุคลากรและนักศึกษาที่เพิ่มอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมต่างๆ ในมหาวิทยาลัยตามไปด้วย ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ได้มีการปล่อยน้ำเสียจากการใช้ประโยชน์ต่างๆ เพิ่มขึ้น บางส่วนถูกปล่อยทิ้งลงสู่แหล่งน้ำผิวดินบริเวณใกล้เคียงซึ่งหากไม่มีกระบวนการจัดการที่มีประสิทธิภาพย่อมส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศของแหล่งน้ำในบริเวณนั้น

การตรวจวิเคราะห์คุณภาพแหล่งน้ำผิวดินมีความสำคัญอย่างยิ่งในการประเมินมลพิษทางน้ำในแหล่งน้ำในมหาวิทยาลัย เนื่องจากการตรวจสอบและเฝ้าระวังคุณภาพแหล่งน้ำ ซึ่งหากพบว่าการเปลี่ยนแปลงจะได้ทำการแก้ไขและปรับปรุงได้อย่างทันท่วงที ทั้งยังเป็นการสร้างความตระหนักถึงสถานการณ์หรือสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนของเจ้าหน้าที่และบุคลากรที่เกี่ยวข้อง ดังนั้นงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงจะได้ทำการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในน้ำและคุณภาพน้ำผิวดินภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แสดงถึงสถานภาพของแหล่งน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ของแหล่งน้ำผิวดินภายในมหาวิทยาลัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในน้ำ
- 2) เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำผิวดินและการสะสมของโลหะหนักในตะกอนดินภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัด พิษณุโลก
- 3) เพื่อทำการประเมินคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี ร่วมกับการศึกษาความหลากหลาย การกระจายและความมากชนิดของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. จุดเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างจากแหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการปล่อยน้ำทิ้งจากการทำกิจกรรมภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จำนวน 10 จุด ดังนี้ บริเวณตึกวิทยาศาสตร์ (1) บริเวณอาคารสารภี (2) บริเวณอาคารการศึกษาพิเศษ (3) บริเวณอาคารวิทยาการ (4) บริเวณอาคารเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏ (5) บริเวณหอประชุมศรีวชิราวุธ (6) บริเวณโรงผลิตนม (7) บริเวณอาคารเลี้ยงสัตว์คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร (8) บริเวณหอพักหญิง (9) และบริเวณอาคารปฏิบัติการสาธารณสุข (10)

2. การเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างสิ่งมีชีวิตในน้ำ

เก็บตัวอย่างเดือนละ 2 ครั้ง ในช่วงเวลา 9.00 – 12.00 น. ตั้งแต่เดือน มิถุนายน – สิงหาคม 2562 โดยแต่ละจุดทำการเก็บตัวอย่าง 4 จุดย่อย แต่ละจุดย่อยห่างกัน 10 เมตร (Eco Spark) ด้วยการซ่อนสวิงปกติ โดยใช้สวิงตาข่ายขนาด 120 mesh เส้นผ่าศูนย์กลางของสวิง ประมาณ 20 เซนติเมตรให้ได้พื้นที่ 0.5x1 เมตร เพลิงที่ตกมาได้ลงในถาดพลาสติกแยกชนิดดิน หิน ใบไม้หรือวัสดุอื่นๆ ออก เก็บตัวอย่างสิ่งมีชีวิตในน้ำที่สำรวจได้ลงในขวดเก็บตัวอย่างที่บรรจุด้วยแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ เพื่อนำไปนับจำนวน จำแนกชนิด จัดบันทึกยังห้องปฏิบัติการ สุ่มเก็บตัวอย่างสัตว์ในพื้นที่ ศึกษาจุดละประมาณ 10-15 นาที ทุกจุด

การเก็บตัวอย่างน้ำ

เก็บตัวอย่างน้ำ ทำการเก็บตัวอย่างแบบจ้วง (grab sampling) ด้วย water sample ใส่ขวดโพลีเอทิลีน สำหรับตัวอย่างน้ำที่จะนำไปวิเคราะห์หาคุณภาพน้ำทางเคมี จะต้องทำการรักษาตัวอย่างน้ำ โดยการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C



รูปที่ 1 แสดงแหล่งน้ำที่ใช้เป็นพื้นที่เก็บตัวอย่างภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ (ส่วนทะเลแก้ว)

3. การจำแนกชนิดสิ่งมีชีวิตในน้ำ

นำสิ่งมีชีวิตที่ได้มาจำแนกชนิด ในห้องปฏิบัติการส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ โดยใช้คู่มือ Aquatic Entomology (W. Patrick McCafferty, 2524)

4. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีของแหล่งน้ำโดยใช้พารามิเตอร์ อุณหภูมิ ออกซิเจนละลายในน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง ไนโตรเจน และโลหะหนัก โดยวิธีการตรวจวิเคราะห์เป็นไปตามคู่มือการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม (กรมควบคุมมลพิษ, 2547)

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลของสัตว์หน้าดินที่ได้มาคำนวณค่าดัชนีชี้วัดความหลากหลายทางชีวภาพ ได้แก่ ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิด ค่าดัชนีการกระจาย และค่าดัชนีความยากชนิดโดยใช้วิธีการของ Shannon- Wiener's Diversity Index, Shannon- Wiener's Evenness Index และ Margalef's Diversity Index ตามลำดับ

5.1 วิธีการวิเคราะห์ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิด (Diversity Index) Shannon- Wiener's Diversity Index

$$H = -\sum (P_i) (\ln P_i)$$

เมื่อ H = ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิด P_i = สัดส่วนของจำนวนสัตว์หน้าดินแต่ละชนิด ต่อสัตว์หน้าดินทั้งหมดที่ เก็บตัวอย่างได้ โดยที่ H มีค่าต่ำสุดได้ที่ 0

5.2 วิธีการวิเคราะห์ค่าดัชนีการกระจาย (Evenness) ตามวิธีของ Shannon- Wiener's Evenness Index

$$E = H / \ln(S)$$

เมื่อ E = ค่าดัชนีการกระจาย H = ค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon- Wiener's Evenness Index

S = จำนวนชนิดของสัตว์หน้าดินในจุดเก็บตัวอย่างนั้น โดยที่ E มีค่าอยู่ระหว่าง 0-1

5.3 วิธีวิเคราะห์ค่าดัชนีความหลากหลาย (Species richness) ตามวิธีของ Margalef's Diversity Index

$$D = (S-1) / \ln(N)$$

เมื่อ D = ค่าดัชนีความหลากหลาย S = จำนวนชนิดของสัตว์หน้าดินในจุดเก็บตัวอย่าง N = จำนวนสัตว์หน้าดิน

ทั้งหมดที่จับได้ในจุดเก็บตัวอย่างนั้นโดยที่ D หมายถึง จำนวนชนิดของสิ่งมีชีวิตต่อหน่วยพื้นที่

จากนั้นนำค่าดัชนีต่างๆ ที่คำนวณได้ในแต่ละแหล่งนำมาเปรียบเทียบกันเพื่อประเมินความหลากหลายและวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีชี้วัดความหลากหลายทางชีวภาพกับพารามิเตอร์ของน้ำด้วยวิธีการของ Spearman's Correlation และใช้วิธีการของ One-Way ANOVA เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าพารามิเตอร์ของแต่ละแหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) โดยใช้โปรแกรม ทางสถิติ

ผลการวิจัยและอภิปราย

คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมี (ตารางที่ 1) พบว่าอุณหภูมิของน้ำในแหล่งน้ำภายใน มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อยู่ในช่วง 28 – 31 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำอยู่ในช่วง 23-32 องศาเซลเซียส (กรมควบคุมมลพิษ, 2558) สำหรับอุณหภูมิของน้ำที่อยู่ในระหว่างอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ในการศึกษานี้อาจเนื่องมาจากการที่อุณหภูมิของอากาศไม่สูงมาก โดยเฉพาะช่วงที่ศึกษาเป็นช่วงฤดูฝน นอกจากนี้ในแหล่งน้ำบางแห่งมีร่มเงาของต้นไม้ ปกคลุมพื้นที่แหล่งน้ำ

ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ในแหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามทั้ง 10 จุด ได้แก่ บริเวณตึกวิทยาศาสตร์ อาคารสารภี อาคารการศึกษาพิเศษ อาคารวิทยาการ อาคารเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏฯ หอประชุมศรีวชิราวุธ โรงเรียนตม อาคารเลี้ยงสัตว์คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร หอพักหญิง และอาคารปฏิบัติการสาธารณสุข มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.48, 2.09, 1.06, 2.69, 4.86, 2.46, 3.17, 0.50, 0.37 และ 0.41 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำต้องไม่ต่ำกว่า 3 มิลลิกรัม/ลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2558) สำหรับแหล่งน้ำบริเวณอาคารเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏฯ มีค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำสูงสุด เนื่องจากการติดตั้งบำบัดน้ำเพื่อเพิ่มออกซิเจนให้กับน้ำ

ความเป็นกรด-ด่าง ของแหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามทั้ง 10 จุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.17, 7.21, 6.70, 7.38, 7.61, 7.30, 7.03, 7.03, 6.96 และ 7.04 ตามลำดับจัดอยู่ในช่วงค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำคือ 6-9 (กรมควบคุมมลพิษ, 2558)

ไนโตรเจนในแหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามทั้ง 10 จุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.45, 0.63, 0.67, 2.62, 0.94, 0.70, 0.68, 0.66, 0.41 และ 0.55 ตามลำดับ ซึ่งแหล่งน้ำบริเวณตึกวิทยาศาสตร์ และแหล่งน้ำบริเวณอาคารวิทยาการซึ่งมีค่าสูงเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินสำหรับอนุรักษ์สัตว์น้ำที่ควรมีค่าสูงสุด ไม่เกิน 1 มิลลิกรัม/ลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2558) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากแหล่งน้ำบริเวณ 2 แหล่งนี้มีการปล่อยน้ำเสียจากส่วนงานต่างๆ ลงสู่แหล่งน้ำ

ปริมาณโลหะหนักในน้ำ และตะกอนดิน ของแหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จำนวน 10 จุดเก็บตัวอย่าง โดยใช้การตรวจวัดโลหะหนัก 5 ธาตุ ได้แก่ ตะกั่ว (Pb) แคดเมียม (Cd), ทองแดง (Cu), เหล็ก (Fe) และ สังกะสี (Zn) ตั้งแต่เดือนมิถุนายน – สิงหาคม พบปริมาณโลหะหนักในน้ำ ทั้งหมด 5 ธาตุ ปริมาณโลหะหนักอยู่ระหว่าง 0.01 -1 มิลลิกรัม /ลิตร มาตรฐานโลหะหนักที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ตะกั่ว ต้องไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัม /ลิตร แคดเมียม ต้องไม่เกิน 0.005, 0.05 มิลลิกรัม /ลิตร ทองแดง ต้องไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัม /ลิตร และ สังกะสีต้องไม่เกิน 1 มิลลิกรัม /ลิตร ซึ่งปริมาณ ตะกั่ว ในแหล่งน้ำมีค่าเกินที่มาตรฐานกำหนด ส่วน แคดเมียม, ทองแดง, เหล็ก และ สังกะสี มีค่าไม่เกินที่มาตรฐานกำหนด ปริมาณโลหะหนักในตะกอนดินที่พบมีปริมาณโลหะหนักอยู่ระหว่าง 0.29-0.96 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เกณฑ์คุณภาพตะกอนดินในแหล่งน้ำผิวดินเพื่อคุ้มครองสัตว์หน้าดิน ตะกั่ว ต้องไม่เกิน 36 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แคดเมียม ต้องไม่เกิน 0.16 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ทองแดง ต้องไม่เกิน 21.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สังกะสี ต้องไม่เกิน 80 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งปริมาณโลหะหนัก ตะกั่ว, แคดเมียม, ทองแดง และ สังกะสี ไม่พบปริมาณโลหะหนัก แต่ เหล็ก พบว่ามีปริมาณที่เกินมาตรฐานกำหนด ความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ

ความหลากหลายของชนิด การกระจาย และความมากชนิดของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) พบสิ่งมีชีวิต 11 อันดับ ประกอบด้วย 21 วงศ์ จำนวนรวมทั้งสิ้น 4,717 ตัว อันดับ Hemiptera พบจำนวนวงศ์มากที่สุด คือ 5 วงศ์ และวงศ์ที่มีจำนวนมากที่สุด ได้แก่ วงศ์ Bulinidae อยู่ในอันดับ Hyarophila (ตารางที่ 2)

สิ่งมีชีวิตในอันดับ Hemipter พบกระจายอยู่ทุกแหล่งน้ำ พบทั้งหมด 5 วงศ์ ได้แก่ วงศ์ Corixidea, Gerridae, Nepidae, Belostomatidae และ Naucoridae สิ่งมีชีวิตเหล่านี้สามารถรับออกซิเจนจากอากาศได้โดยตรง จึงสามารถอาศัยอยู่ได้ในหลายสภาพแวดล้อมที่ต่างกันจึงพบกระจายอยู่ได้ทั่วไป (นฤมล, 2552) อันดับ Coleoptera พบกระจายอยู่ทั่วไปตามพืชใต้น้ำ บางชนิดชอบเกาะตามหิน (กรมควบคุมมลพิษ, 2548) สำหรับสัตว์หน้าดินในอันดับ Ephemeoptera พบเฉพาะบริเวณอาคารวิทยาศาสตร์ อาคารสารณี อาคารมหาวิทยาลัยราชภัฏ โรงผลิตนม และอาคารเลี้ยงสัตว์คณะเทคโนโลยีการเกษตร และอาหารโดยพบบริเวณ อาคารมหาวิทยาลัยราชภัฏ มากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากแหล่งน้ำมีค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูงอยู่ที่ 4.86 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่สัตว์สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ (สรณรัชฎ์, 2542) ส่วนในอันดับ Odonata พบกระจายอยู่ทุกแหล่งน้ำ เพราะสิ่งมีชีวิตในอันดับ Odonata มักอาศัยอยู่ตามตมพืชใต้น้ำ (สรณรัชฎ์, 2542) ซึ่งทั้ง 10 แหล่ง น้ำที่เก็บตัวอย่าง มีพืชน้ำขึ้นปกคลุมตามริมน้ำ และ สิ่งมีชีวิตอันดับ Odonata สามารถอาศัยในบริเวณที่มีค่าออกซิเจนในน้ำไม่สูงได้ (นฤมล, 2552) ในส่วนของอันดับ Diptera พบได้ทุกแหล่งน้ำ ยกเว้นบริเวณคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหารที่ไม่พบสิ่งมีชีวิตชนิดในอันดับ Diptera เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีน้ำลึก และ น้ำไหล จากการสูบน้ำในแหล่งน้ำไปใช้ในการอุปโภคจึงไม่พบสิ่งมีชีวิตอยู่ในแหล่งน้ำ ตัวอ่อนของสิ่งมีชีวิตในอันดับ Ephemeoptera มักพบในน้ำสะอาดที่มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงสามารถใช้เป็นตัวบ่งบอกถึงคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดีมาก (กรมควบคุมมลพิษ, 2548) ในบริเวณ อาคารมหาวิทยาลัยราชภัฏ พบสิ่งมีชีวิตอันดับ Ephemeoptera มากที่สุดและในอันดับ Diptera วงศ์ Chironomidae มักอาศัยอยู่ตามโคนตม กินเศษซากพืชเป็นอาหาร (สรณรัชฎ์, 2542) ในบริเวณ อาคารปฏิบัติการสาธารณสุขพบมากที่สุด เนื่องจากมีพืชปกคลุมตามริมน้ำ สิ่งมีชีวิตใน อันดับ Basommatophora วงศ์ Lymnaeidae อันดับ Hyarophila วงศ์ Bulinidae และ อันดับ Architaenioglossa วงศ์ Viviparidae สามารถพบได้ทั่วไปทุกแหล่งน้ำ มักพบได้ในบริเวณที่น้ำนิ่ง สภาพพื้นดินไม่แข็งมาก ไกลริมฝั่งหรือใต้หิน กินซากสัตว์และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กมักอาศัยบริเวณผิวน้ำและเกาะกับพืชน้ำ (กุสุมา และคณะ, 2548)

ตารางที่ 1 คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของแหล่งน้ำต่างๆภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว)
(จำแนกพารามิเตอร์, Mean $\pm$ SD)

พารามิเตอร์	จุดสำรวจ (1-5)					P-value
	1	2	3	4	5	
Water temperature (°C)	28.33 $\pm$ 0.58	29.67 $\pm$ 0.20	30.00 $\pm$ 1.00	30.33 $\pm$ 0.58	31.67 $\pm$ 1.15	0.067
Dissolved Oxygen (mg/l)	0.48 $\pm$ 0.20	2.09 $\pm$ 1.60	1.06 $\pm$ 1.07	2.69 $\pm$ 2.81	4.86 $\pm$ 5.92	0.423
pH	7.17 $\pm$ 0.18	7.21 $\pm$ 0.22	6.70 $\pm$ 0.28	7.38 $\pm$ 0.25	7.61 $\pm$ 0.25	0.009
NH ₃	2.45 $\pm$ 2.52	0.63 $\pm$ 0.28	0.67 $\pm$ 0.27	2.62 $\pm$ 1.82	0.94 $\pm$ 0.70	0.133
โลหะหนักในน้ำ (mg/l)						
Pb	0.06 $\pm$ 0.09	0.08 $\pm$ 0.10	0.07 $\pm$ 0.10	0.09 $\pm$ 0.10	0.12 $\pm$ 0.09	0.983
Cd	ND	ND	0.01 $\pm$ 0.005	0.01 $\pm$ 0.002	0.01 $\pm$ 0.002	0.415
Cu	ND	ND	0.01 $\pm$ 0.005	0.01 $\pm$ 0.002	0.01 $\pm$ 0.002	0.415
Fe	0.41 ND 0.05	0.35 $\pm$ 0.07	0.65 $\pm$ 0.08	0.39 $\pm$ 0.12	0.41 $\pm$ 0.05	0.055
Zn	0.02 $\pm$ 0.009	0.02 $\pm$ 0.006	0.02 $\pm$ 0.01	0.02 $\pm$ 0.01	0.02 $\pm$ 0.01	0.958
โลหะหนักในตะกอนดิน (mg/kg)						
Pb	ND	ND	ND	ND	ND	0.513
Cd	ND	ND	ND	ND	ND	0.840
Cu	ND	ND	ND	ND	ND	0.840
Fe	0.41 $\pm$ 0.43	0.88 $\pm$ 0.05	0.84 $\pm$ 0.03	0.95 $\pm$ 0.07	0.71 $\pm$ 0.10	0.10
Zn	ND	ND	ND	ND	ND	0.016

พารามิเตอร์	จุดสำรวจ (PS6-PS10)					P-value
	6	7	8	9	10	
Water temperature (°C)	31±1.00	30.33±1.53	29±1.00	29.33±0.58	28.67±0.58	0.067
Dissolved Oxygen (mg/l)	2.46±1.45	3.17±3.85	0.50±0.21	0.37±0.12	0.41±0.16	0.423
pH	7.30±0.20	7.03±0.09	7.03±0.06	6.96±0.56	7.04±0.30	0.009
NH ₃	0.70±0.45	0.68±0.34	0.66±0.28	0.41±0.19	0.55±0.18	0.133
โลหะหนักในน้ำ (mg/l)						
Pb	0.13±0.10	0.14±0.10	0.14±0.12	0.13±0.11	0.13±0.12	0.983
Cd	0.01±0.04	0.01±0.04	0.01±0.04	0.01±0.04	0.01±0.05	0.415
Cu	0.02±0.04	0.02±0.04	0.02±0.04	0.02±0.04	0.02±0.05	0.415
Fe	0.46±0.13	0.46±0.61	0.50±0.35	0.56±0.28	1.00±0.65	0.055
Zn	0.01±0.03	0.02±0.09	0.02±0.11	0.02±0.11	0.02±0.05	0.958
โลหะหนักในตะกอนดิน (mg/kg)						
Pb	ND	ND	ND	ND	ND	0.513
Cd	ND	ND	ND	ND	ND	0.840
Cu	ND	ND	ND	ND	ND	0.840
Fe	0.96±0.04	0.94±0.02	0.74±0.39	0.97±0.92	0.59±0.29	0.10
Zn	ND	ND	ND	ND	ND	0.016

ค่า P-value < 0.05 แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ND (Not Detected) = พารามิเตอร์ดังกล่าวตรวจไม่พบ

ตารางที่ 2 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในน้ำที่พบภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว)

Taxa	จำนวน										ผลรวม
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Phylum Arthropoda											
Class Hexapoda											
Order Hemiptera (Bugs)											
Family Corixidae, Micronecta sp.	21	12	20	3	10	15	11	22	8	2	124
Family Gerridae	-	-	-	3	12	15	13	-	10	-	53
Family Nepidae		3		2	2	3	4	1	-	-	15
Family Belostomatidae	11	9	27	-	2	12	12	21	4	-	98
Family Naucoridae	13	34	13	23	2	14	13	7	-	-	119
Order Coleoptera											
Family Elmidae	12	4	7	11	9	2	3	-	5	1	54
Family Gyrinidae	33	33	22	21	7	7	1	-	20	3	147
Order Ephemeroptera											
Family Polymitarcyidae	5	20	-	-	125	-	69	110	-	-	329
Order Odonata											
Family Coenagrionidae	17	20	5	57	21	20	55	-	9	-	204
Family Protoneuridae	16	14	6	22	27	17	43	1	1	6	153
Family Libellulidae	-	8	3	9	9	12	10	2	-	-	53
Family Corduliidae	-	5	5	4	3	3	9	1	-	-	30
Order Diptera											
Family Chironomidae	-	-	-	2	8	1	2	-	23	57	93
Family Stratiomyidae	30	21	25	13	-	5	9	-	5	7	115
Order Decapoda											
Family Palaemonidae, Macrobrachium sp.	-	14	-	4	6	19	24	-	-	-	67
Phylum Annelida											
Order Phrynosomatidae											
Family glossiphoniidae	8	24	-	13	7	1	12	16	52	71	204
Phylum Mollusca											
Order Sorbeoconcha											
Family Thiaridae, Melanoides tuberculata sp.	-	2	-	-	8	8	4	-	-	-	22

Order Basommatophora											
Family Lymnaeidae, Radix auricularia	18	54	3	80	36	58	42	41	34	21	387
auricularia sp.											
Order Hyarophila											
Family Bulinidae, Indoplanorbis exustus sp.	150	106	85	139	38	89	40	108	112	49	916
Order Architaenioglossa											
Family Viviparidae, Filopaludina sumatrensis	30	62	50	27	130	58	289	4	4	-	654
polygramma sp.											
Family Viviparidae, Filopaludina martensi	22	110	21	37	25	167	288	10	3	-	683
martensi sp.											
Family Ampullariidae, Pomacea canaliculata	-	2	-	-	3	7	92	93	-	-	197
sp.											
Total Number of Families	14	19	14	18	21	21	21	14	14	9	
Total Number of Individual	386	557	292	470	490	533	1045	437	290	217	4,717

ความหลากหลาย การกระจายและความมากชนิดของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ

ความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จากการสำรวจพบว่า ในแหล่งน้ำบริเวณตึกวิทยาศาสตร์ อาคารสารภี อาคารการศึกษาพิเศษ อาคารวิทยาการ อาคารเรียนมหาวิทยาลัยรังสิต หอประชุมศรีวิจิตร ไร่ผลิตนม อาคารเลี้ยงสัตว์คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร หอพักหญิง และอาคารปฏิบัติการสาธารณสุข มีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 1.65, 2.09, 1.67, 2.06, 2.16, 1.85, 1.75, 1.53, 1.52 และ 1.27 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) สามารถกล่าวได้ว่าแหล่งน้ำบริเวณอาคารเรียนมหาวิทยาลัยรังสิต และบริเวณอาคารปฏิบัติการสาธารณสุขมีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตน้อยที่สุด เนื่องจากพื้นที่มีค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดมาก ย่อมมีความหลากหลายทางชีวภาพมากกว่าพื้นที่ที่มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิดน้อยกว่า (กัญญาณัฐ และคณะ, 2556) จากผลการวิเคราะห์ความหลากหลายของชนิด Wilhm (1970) ได้กำหนดค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดที่มีค่าระหว่าง 3-4 แสดงว่า แหล่งน้ำไม่มีการปนเปื้อน ค่าดัชนีความหลากหลายชนิดที่มีค่าระหว่าง 1.5-3 แสดงว่า แหล่งน้ำมีการปนเปื้อนปานกลาง และค่าดัชนีความหลากหลายต่ำกว่า 1.5 แสดงว่าแหล่งน้ำนั้นมีการปนเปื้อนสูง ดังนั้นแหล่งน้ำภายใน มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เป็นแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนปานกลาง ค่าดัชนีความมากชนิดของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำบริเวณตึกวิทยาศาสตร์ อาคารสารภี อาคารการศึกษาพิเศษ อาคารวิทยาการ อาคารเรียนมหาวิทยาลัยรังสิต หอประชุมศรีวิจิตร ไร่ผลิตนม อาคารเลี้ยงสัตว์คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร หอพักหญิง และอาคารปฏิบัติการสาธารณสุขมีค่าเท่ากับ 1.95, 2.91, 1.96, 2.60, 2.58, 2.67, 2.40, 1.36, 1.74 และ 1.50 ตามลำดับ ค่าดัชนีการกระจายของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำบริเวณตึกวิทยาศาสตร์ อาคารสารภี อาคารการศึกษาพิเศษ อาคารวิทยาการ อาคารเรียนมหาวิทยาลัยรังสิต หอประชุมศรีวิจิตร ไร่ผลิตนม อาคารเลี้ยงสัตว์คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร หอพักหญิง และอาคารปฏิบัติการสาธารณสุข มีค่าเท่ากับ 0.37, 0.40, 0.35, 0.44, 0.44, 0.36, 0.30, 0.33, 0.34 และ 0.33 ตามลำดับ แสดงว่าบริเวณด้านหน้าไร่ผลิตนมมีการกระจายของสิ่งมีชีวิตค่อนข้างสม่ำเสมอ

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์ของน้ำและค่าดัชนีความหลากหลายของชนิด ค่าดัชนีการกระจาย และค่าดัชนีความมากชนิด (ตารางที่ 4) พบว่า ค่าอุณหภูมิของน้ำที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าดัชนีความมากชนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.479 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีความสัมพันธ์กันโดยตรงกับค่าดัชนีความหลากหลายของชนิด ค่าดัชนีการกระจาย และค่าดัชนีความมากชนิด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.144, 0.167 และ 0.277 ตามลำดับ ค่าความเป็นกรด-ด่าง มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดดัชนีการกระจายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.407 และ 0.383 ตามลำดับ ส่วนค่าดัชนีความมากชนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.564 ค่าไนโตรเจนที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดค่าดัชนีการกระจายและค่าดัชนีความมากชนิด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.160, 0.276 และ 0.249 ตามลำดับ ค่าโลหะหนักในน้ำ มีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่าดัชนีความหลากหลายชนิดของโลหะหนักแคดเมียม และโลหะหนักเหล็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.482 และ 0.482 ตามลำดับ ค่าโลหะหนักในดินมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าดัชนีความหลากหลายของชนิด และความมากชนิดของโลหะหนักตะกั่ว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.408 และ 0.370 ตามลำดับ ซึ่งหมายถึงค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพกับค่าพารามิเตอร์ของน้ำที่ทำการศึกษามีความ

เกี่ยวข้องกัน ดังนั้นจากความสัมพันธ์ดังกล่าว บ่งบอกว่าแหล่งน้ำที่มีคุณภาพดี จะทำให้ค่าความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์หน้าดินมีค่าสูงขึ้นด้วย (Mustaqim-Alias and Ahamad 2013)

ตารางที่ 3 ค่าดัชนีวัดความหลากหลายทางชีวภาพของแหล่งน้ำต่างๆ ในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว)

ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ	จุดสำรวจ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ดัชนีความหลากหลายของชนิด	1.65	2.09	1.67	2.06	2.16	1.85	1.75	1.53	1.52	1.27
ดัชนีการกระจาย	0.37	0.40	0.35	0.44	0.44	0.36	0.30	0.33	0.34	0.33
ดัชนีความมากชนิด	1.95	2.91	1.96	2.60	2.58	2.67	2.40	1.36	1.74	1.50

ตารางที่ 4 ค่าความสัมพันธ์ของดัชนีชี้วัดความหลากหลายทางชีวภาพกับค่าพารามิเตอร์ของน้ำและตะกอนดิน

พารามิเตอร์	ดัชนี ความหลากหลายของชนิด	ดัชนี การกระจาย	ดัชนี ความมากชนิด
Water temperature (°C)	0.230	0.068	0.479*
Dissolved Oxygen (mg/l)	0.144	0.167	0.277
pH	0.407*	0.383*	0.564**
NH ₃	0.160	0.276	0.249
โลหะหนักในน้ำ (mg/l)			
Pb	0.318	0.036	0.001
Cd	-0.482**	-0.414	-0.247
Cu	0.173	0.040	-0.069
Fe	-0.482**	-0.141	-0.247
Zn	-0.110	-0.116	-0.291
โลหะหนักในตะกอนดิน (mg/kg)			
Pb	0.408*	0.260	0.370*
Cd	-0.152	0.133	-0.020
Cu	-0.085	-0.242	0.103
Fe	-0.152	0.133	0.020
Zn	-0.026	-0.195	0.310

*ความสัมพันธ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (2-tailed)

**ความสัมพันธ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (2-tailed)

สรุป

การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในน้ำ คุณภาพน้ำผิวดิน และตะกอนดินภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1) คุณสมบัติของน้ำ ที่ทำการศึกษา ได้แก่ อุณหภูมิ ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ ไนโตรที่พบแหล่งน้ำบริเวณวิทยาศาสตร์ แหล่งน้ำบริเวณอาคารวิทยากร มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ค่าโลหะหนักในน้ำที่พบว่ามีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานในการตรวจพบ คือปริมาณ ตะกั่ว ส่วนปริมาณ แคดเมียม, ทองแดง, เหล็ก และ สังกะสี มีค่าไม่เกินที่มาตรฐานกำหนด และค่าโลหะหนักในตะกอนดิน ที่ทำการศึกษา ซึ่งปริมาณโลหะหนัก ตะกั่ว, แคดเมียม, ทองแดง และ สังกะสี ไม่พบปริมาณโลหะหนัก แต่ Fe พบว่ามีปริมาณที่เกินมาตรฐานกำหนด

2) จากการศึกษาความหลากหลาย ความมากชนิด และการกระจายของสิ่งมีชีวิตในน้ำ พบว่ามีองค์ประกอบ ของสิ่งมีชีวิตจำนวนทั้งหมด 4,717 ตัว จำนวน 11 อันดับ ประกอบด้วย 21 วงศ์ โดยแหล่งน้ำบริเวณอาคารเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามมีค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดสูงสุดเท่ากับ 2.16 บริเวณอาคารปฏิบัติการสาธารณสุข ความหลากหลายทางชีวภาพที่ต่ำสุดเท่ากับ 1.27 ค่าดัชนีการกระจายของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำบริเวณตึกวิทยาการจัดการ และบริเวณอาคารเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

กรณีมีค่าดัชนีการกระจายสูงสุดเท่ากับ 0.44 บริเวณโรงผลิตนมมีค่าดัชนีการกระจายต่ำสุด เท่ากับ 0.30 และค่าดัชนีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำบริเวณอาคารสารภี มีดัชนีความหลากหลายสูงสุดเท่ากับ 2.91 บริเวณอาคารเลี้ยงสัตว์คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มีดัชนีความหลากหลายต่ำสุด เท่ากับ 1.36

3) พารามิเตอร์ของน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิ ออกซิเจนที่ละลายน้ำ ความเป็นกรด – ด่าง ไนโตรท์ โลหะหนักในน้ำและตะกอนดิน มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาต่อไปควรมีช่วงระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำให้ครอบคลุม ทุกฤดูกาลและมีช่วงระยะเวลาเก็บให้เหมาะสม เนื่องจากเวลาในการเก็บตัวอย่างมีผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ นอกจากนี้ควรมีการศึกษาพารามิเตอร์อื่นๆ ของน้ำเพิ่มเติม เช่น ค่า BOD ความขุ่น ความกระด้าง ความเค็ม เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2548). คู่มือการตรวจสอบคุณภาพน้ำด้วยสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังน้ำดิน. กรมควบคุมมลพิษ. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมควบคุมมลพิษ. มาตรฐานคุณภาพน้ำ : เกณฑ์คุณภาพที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ (ออนไลน์). (2558 ก) สืบค้นจาก www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water06.html (เข้าถึงเมื่อ 6 พฤษภาคม 2562).
- กรมควบคุมมลพิษ.(2547). คู่มือการตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมอย่างง่าย (คุณภาพน้ำ). กรมควบคุมมลพิษ, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
- กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์. ศิริลักษณ์ วลัยธิ์เพียร, สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล. (2556). ความหลากหลายของแมลงน้ำในแม่น้ำอิง. วารสารแก่นเกษตร.
- กฤษมา เนื่องจากนิล, สมพร ศรีคำภา, สมศักดิ์ กองท่า, ธนศพล วงศ์นรา. (2548). คู่มือตรวจสอบคุณภาพน้ำด้วยสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังน้ำดิน.ส่วนแหล่งน้ำจืด สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
- ฉวีวรรณ หนูนน.(ออนไลน์) (2559). โครงการฟื้นฟูทรัพยากรประมงในทะเลสาบ สงขลา สืบค้นจาก <http://www.skonline.com/web/index.php/2016-09-29-02-53-57/2016-09-29-02-55-36> (เข้าถึงเมื่อ 6 พฤษภาคม 2562).
- นฤมล แสงประดับ. (2552). คู่มือนาฬิกาสัตว์น้ำดิน การเฝ้าระวัง คุณภาพแหล่งน้ำจืดโดยวิธีทางชีวภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 8. ขอนแก่น: แอนนาออฟเซฟ
- สรณรัชฎ์ กาญจนะวณิช. (2542). คู่มือหาซื้อสัตว์เล็กน้ำจืด. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : แพลน พรินติ้ง จำกัด.
- อิสระ ธาณี. (2557). การใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังน้ำดินขนาดใหญ่เพื่อการติดตามตรวจสอบทางชีวภาพ. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- W.Patrick McCaffert. Aquatic Entomology The Fisherman's And Ecologist's Illustrated Guide To Insects And Their Relatives. 1981.
- Wilhm JL. Range of diversity index in benthic macroinvertebrate communities. J Wat Pollut Cont Fed 1970; 42: 221-4.

การคัดแยกแบคทีเรียต้านทานแคดเมียมที่สร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพและสภาวะที่เหมาะสมในการสร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ

กิตติมา เกตุสอาด¹, เบญจกรณ์ ประภักดี¹, วิชญา รงค์สยามานนท์¹ และจารุวรรณ วงศ์ทะเนตร¹

¹คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล นครปฐม 73170 ประเทศไทย

E-mail: kittima.ketsard@gmail.com

บทคัดย่อ

การปนเปื้อนของแคดเมียมในดินเป็นหนึ่งในปัญหามลพิษที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต ซึ่งวิธีการบำบัดทางชีวภาพสามารถนำมาใช้ในการบำบัดโลหะหนักได้ โดยเฉพาะการใช้จุลินทรีย์และพืชมากำจัดแคดเมียมที่ปนเปื้อนในดิน ซึ่งจุลินทรีย์บางชนิดมีกลไกในการต้านทานความเป็นพิษของแคดเมียมได้ หนึ่งในนั้นคือการสร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพออกมาเพื่อป้องกันความเป็นพิษจากโลหะหนักต่อเซลล์จุลินทรีย์ สารลดแรงตึงผิวชีวภาพสามารถจับกับแคดเมียมได้ เพื่อป้องกันไม่ให้แคดเมียมเข้าสู่เซลล์ นอกจากนี้ สารลดแรงตึงผิวชีวภาพยังสามารถช่วยเพิ่มในการละลาย หรือการเคลื่อนที่ของโลหะหนักในดินได้อีกด้วย ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแยกและคัดเลือกแบคทีเรียต้านทานแคดเมียมที่สามารถสร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพจากดินที่มีการปนเปื้อนของโลหะหนักและน้ำมัน และนำไปศึกษาการเจริญ และสภาวะที่เหมาะสมของแหล่งคาร์บอน แหล่งไนโตรเจน และค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่เหมาะสมในการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพของแบคทีเรียที่คัดเลือกได้ จากผลการศึกษาพบว่าสามารถคัดแยกแบคทีเรียต้านทานแคดเมียมจากดินจำนวน 16 ตัวอย่าง ได้จำนวน 47 ไอโซเลต ซึ่งไอโซเลต CBI11 เป็นแบคทีเรียต้านทานแคดเมียมที่สามารถสร้างสารลดแรงตึงผิวได้สูงสุด และจากผลการจำแนกชนิดโดยใช้วิธีการหาลำดับเบสของยีน 16S rDNA พบว่า CBI11 มีความใกล้เคียงกับ *Brevibacterium casei* ส่วนผลของสภาวะที่เหมาะสมในการสร้างสารลดแรงตึงผิวของ *B. casei* CBI11 ในอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อ Modified Minimal medium คือการใช้แหล่งคาร์บอนเป็นน้ำมันปาล์ม 2 % แหล่งไนโตรเจนเป็น Yeast extract 2% และค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 6.5 จึงสรุปได้ว่า *B. casei* CBI11 จัดเป็นแบคทีเรียต้านทานแคดเมียมที่สร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพได้ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการบำบัดดินปนเปื้อนแคดเมียมได้

คำสำคัญ: แคดเมียม, แบคทีเรียต้านทานแคดเมียม, สารลดแรงตึงผิวชีวภาพ

Isolate of biosurfactant-producing cadmium resistant bacteria and the optimal condition for biosurfactant

**Kittima Ketsard¹, Benjaphorn Prapagdee¹, Witchaya Rongsayamanont¹
and Jaruwan Wongthanate¹**

¹ Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University, Nakhon Pathom 73170, Thailand

E-mail: kittima.ketsard@gmail.com

Abstract

Cadmium contaminated in soil is one of the environmental problems which cause effect on the living organisms. Biological remediation can be used to treatment heavy metals, in particular, the use of microorganisms and plants for remediating cadmium contaminated soil. Some microorganisms have cadmium resistant mechanisms. One of the cadmium resistant mechanisms is the production of biosurfactant for protecting microbial cells from heavy metal toxicity. Biosurfactant is capable to bind to cadmium in order to prevent cadmium entering into cells. In addition, biosurfactant can increase solubility or mobility of cadmium in contaminated soil. Increase cadmium bioavailability provides the plant ability to uptake cadmium from soil and promotes cadmium phytoremediation efficiency. Therefore, the objectives of this study are to isolate and screen cadmium resistant bacteria that are able to produce biosurfactant from heavy metals and oil contaminated soils. The growth of biosurfactant-producing cadmium resistant bacteria and the optimum conditions, including carbon source, nitrogen source and pH for biosurfactant production were investigated. The results found that a total of 47 isolates were isolated from 16 soil sample. Isolate CBI11 is a cadmium resistant bacterium which produces the highest level of biosurfactant. It was identified using 16S rDNA gene sequencing as *Brevibacterium casei*. In addition, the results of the optimum conditions for biosurfactant production from *B. casei* CBI11 cultured in Modified Minimal medium were 2% palm oil as carbon source, 2% yeast extract as nitrogen source and pH 6.5. It can be concluded that *B. casei* CBI11 is a biosurfactant-producing cadmium resistant bacterium and it could be applied for bioremediation of cadmium contaminated soil.

Keywords: cadmium, cadmium resistant bacteria, biosurfactant

บทนำ

การเติบโตทางเศรษฐกิจและการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรม ทำให้มีการปลดปล่อยของเสียและมลพิษรั่วไหลออกสู่สิ่งแวดล้อม ส่งผลให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมทั้งในแหล่งน้ำและดินแหล่งน้ำ รวมทั้งปัญหาการสะสมโลหะหนัก ซึ่งโลหะหนักสามารถปนเปื้อนจากกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ได้หลายอย่าง อาทิเช่น การทำเหมืองและถลุงแร่ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ การผลิตและใช้ปุ๋ยเคมีกำจัดพืชรากพืช การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล การเผาขยะ เป็นต้น เมื่อมีการปนเปื้อนโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมทำให้เกิดปัญหาต่อสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะปัญหาจากพิษของโลหะหนักต่อสุขภาพของมนุษย์ (ATSDR, 2012; Drack et al., 2016; Sharma and Archana, 2017) สำหรับในประเทศไทย พบปัญหาการปนเปื้อนแคดเมียมในดินที่อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ซึ่งเกิดจากการถลุงแร่สังกะสีตั้งแต่ปีพ.ศ. 2525 โดยในปี 2546 คณะกรรมการพัฒนาระบบราชการ ได้รับข้อมูลจากสถาบันการจัดการทรัพยากรน้ำนานาชาติ (International Water Management Institute: IWMI) ร่วมกับกรมวิชาการเกษตร เกี่ยวกับปัญหาการปนเปื้อนของสารแคดเมียมในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ตาบ อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ซึ่งจากการลงพื้นที่เก็บตัวอย่างดิน น้ำและตะกอนดิน พบว่ามีการปนเปื้อนแคดเมียมอย่างรุนแรงในดินพื้นที่มากกว่า 5,000 ไร่ และยังส่งผลให้ข้าวและพืชผลทางการเกษตรอีกหลายชนิดปนเปื้อนแคดเมียมในปริมาณที่มากกว่าค่ามาตรฐาน (Khaokaew and Landrot, 2015) แคดเมียมเป็นโลหะหนักที่เป็นสารคงตัวและไม่สามารถสลายตัวได้ในกระบวนการธรรมชาติ อีกทั้งยังสะสมกับดินและตะกอนดินในแหล่งน้ำ แคดเมียมไม่เพียงส่งผลกระทบต่อกระบวนการของจุลินทรีย์ในดินและน้ำ แต่ยังสะสมผ่านห่วงโซ่อาหาร ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสัตว์และมนุษย์ในลำดับต่อไป (Floreana and Büsselberg, 2006) การบำบัดโลหะหนักทางชีวภาพโดยอาศัยศักยภาพของจุลินทรีย์ เป็นกระบวนการที่มีความเสี่ยงหรือส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าวิธีการทางกายภาพและเคมี การบำบัดโลหะหนักด้วยกระบวนการชีวภาพนั้นจะอาศัยสิ่งมีชีวิต จุลินทรีย์และพืช

สารลดแรงตึงผิวมีความศักยภาพในการช่วยละลายโลหะหนักออกจากดิน อย่างไรก็ตาม สารลดแรงตึงผิวสังเคราะห์ที่มีความเข้มข้นสูงก็มีความเสี่ยงที่จะเกิดความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Phoochinda, 2011) แต่การใช้สารลดแรงตึงผิวที่สร้างโดยจุลินทรีย์ไม่สร้างความเสี่ยงต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมและยังคงมีคุณสมบัติในการช่วยละลายโลหะหนักออกจากดิน (Ghribi and Ellouze-Chaabouni, 2011) การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดแยกแบคทีเรียดักจับแคดเมียมที่มีความสามารถในการสร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ เพื่อใช้แบคทีเรียดักจับแคดเมียมนี้ไปใช้ส่งเสริมในการชะล้างแคดเมียมออกจากดิน ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับการใช้พืชบำบัด (Phytoremediation) เพื่อให้พืชสามารถดูดซับแคดเมียมออกจากดินได้ดีขึ้น (Sheng et al., 2008) นอกจากนี้ ยังทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการสร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพของแบคทีเรียดักจับแคดเมียมทั้งแหล่งคาร์บอน แหล่งไนโตรเจน และค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารเลี้ยงเชื้อ เพื่อนำแบคทีเรียดักจับแคดเมียมไปใช้ช่วยในการละลายแคดเมียมออกจากดินปนเปื้อน ซึ่งผลจากการวิจัยนี้สามารถนำแบคทีเรียดักจับแคดเมียมที่สารลดแรงตึงผิวชีวภาพนี้ไปประยุกต์ใช้ร่วมกับพืชในการบำบัดแคดเมียมในดินปนเปื้อนต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อคัดแยกแบคทีเรียดักจับแคดเมียมที่มีความสามารถสร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพจากตัวอย่างดินที่ปนเปื้อนโลหะหนักหรือน้ำมัน
2. เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของแหล่งคาร์บอน แหล่งไนโตรเจน และค่าความเป็นกรด-ด่างต่อการสร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพของแบคทีเรียดักจับแคดเมียม

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การคัดแยกแบคทีเรียดักจับแคดเมียมที่สามารถสร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ

เก็บตัวอย่างดินที่ปนเปื้อนโลหะหนักหรือปนเปื้อนน้ำมันมาคัดแยกแบคทีเรียดักจับแคดเมียม โดยทำการเจือจางตัวอย่างดินและนำมาเกลี่ยบนอาหารเลี้ยงเชื้อ LB agar ที่เติมแคดเมียมไนเตรทความเข้มข้น 3 มิลลิโมลาร์ และคีโตโคนาโซล 50 มิลลิกรัมต่อลิตร นำไปบ่มเป็นเวลา 72 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง นำโคโลนีที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อมาขีด (Streak) บนอาหารเลี้ยงเชื้อ LB agar ที่เติมแคดเมียมไนเตรท เพื่อแยกเชื้อบริสุทธิ์ จากนั้นนำเชื้อบริสุทธิ์ของแบคทีเรียดักจับแคดเมียมแต่ละไอโซเลตที่คัดแยกได้มาทำการทดสอบการสร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ โดยทำการเพาะเลี้ยงเชื้อแต่ละไอโซเลต ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ BSM ชนิดเหลว ที่มีน้ำมันปาล์ม 1% (v/v) บ่มที่อุณหภูมิห้อง ด้วยเครื่องเขย่าความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 72 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำน้ำเลี้ยงเซลล์มาแยกตะกอนเซลล์โดยการปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 8000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15

นาที และนำส่วนใสที่ได้มาทำการทดสอบวงกระจายของน้ำมันด้วยวิธี Drop collapse (Jain et al., 1991) โดยปิเปตส่วนใส ปริมาตร 2 ไมโครลิตร ใส่ในหลุมของ 96- well microplate ที่มีน้ำมันปาล์มเคลือบอยู่ 5 ไมโครลิตร วัดวงกระจายเทียบกับ ชุดควบคุมที่ใช้น้ำกลั่น

2. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและจำแนกชนิดของแบคทีเรียด้านทานแคดเมียมที่สร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพที่คัดเลือกได้

นำไอโซเลตของแบคทีเรียด้านทานแคดเมียมที่สามารถสร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพได้ดีที่สุดมาทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาด้วยการย้อมสีแกรม และนำไปส่องกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง และทำการจำแนกชนิดของแบคทีเรียด้านทานแคดเมียมโดยการหาลำดับเบสของยีน 16S rDNA โดยส่งทดสอบที่ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

3. การศึกษาการเจริญและการสร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพที่ระยะเวลาต่างๆ ของการเจริญ

นำแบคทีเรียด้านทานแคดเมียมที่สร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพที่คัดเลือกได้มาเพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว BSM และนำไปบ่มแบบเขย่าที่อุณหภูมิห้องและเก็บตัวอย่างมาทำการวัดการเจริญด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ OD₆₀₀ ที่เวลา 0, 2, 4, 8, 12, 24, 36, 48, 72, 96, 120, 144 และ 168 ชั่วโมง ตามลำดับ และนำเซลล์ที่เพาะเลี้ยงไปปั่นเหวี่ยง เพื่อเก็บส่วนน้ำใสไปทดสอบค่าแรงตึงผิว (Surface tension) โดยใช้เครื่อง Tensiometer รุ่น DCAT11 ยี่ห้อ Data Physics

4. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพจากแบคทีเรียด้านทานแคดเมียมที่สร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ

1) การศึกษาแหล่งคาร์บอน

เพาะเลี้ยงแบคทีเรียด้านทานแคดเมียมที่สร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพในอาหารเลี้ยงเชื้อ Modified Minimal Medium (Yeast Extract 0.5 กรัม; NaCl 0.025 กรัม; MgSO₄·7H₂O 0.2 กรัม; MnSO₄·H₂O 0.02 กรัม; Glycerol 0.5 กรัม) ที่เติมน้ำมันปาล์ม (1%, 2% และ 3%) และน้ำมันดีเซล (0.5%, 1% และ 1.5%) นำไป บ่มแบบเขย่าที่อุณหภูมิห้อง และนำไปปั่นเหวี่ยง เพื่อเก็บส่วนน้ำใสไปทำการวัดค่าแรงตึงผิว

2) การศึกษาแหล่งไนโตรเจน

ทำเช่นเดียวกับการศึกษาแหล่งคาร์บอน โดยเฉพาะเลี้ยงแบคทีเรียด้านทานแคดเมียมที่สร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพในอาหารเลี้ยงเชื้อ Modified Minimal Medium ที่เติมแหล่งคาร์บอนที่ให้ผลดีที่สุดจากขั้นตอนที่ 1) และเติมแหล่งไนโตรเจนเป็น Yeast extract (1%, 2% และ 3 %) และโซเดียมไนเตรท (Sodium nitrate) (0.05%, 0.1% และ 0.15 %) นำไปบ่มแบบเขย่าที่อุณหภูมิห้อง และนำไปปั่นเหวี่ยง เพื่อเก็บส่วนน้ำใสไปทำการวัดค่าแรงตึงผิว

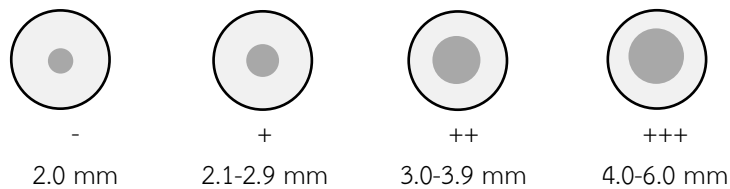
3) การศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง

ทำเช่นเดียวกับการศึกษาแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจน โดยเฉพาะเลี้ยงแบคทีเรียด้านทานแคดเมียมที่สร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพในอาหารเลี้ยงเชื้อ Modified Minimal Medium ที่เติมแหล่งคาร์บอนและแหล่งไนโตรเจนที่ให้ผลดีที่สุดจากขั้นตอนที่ 1) และ 2) แล้วทำการปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารเลี้ยงเชื้อเป็น 5.0, 5.5, 6.0, 6.5, 7.0, 7.5 และ 8.0 นำไปบ่มแบบเขย่าที่อุณหภูมิห้อง และนำไปปั่นเหวี่ยง เพื่อเก็บส่วนน้ำใสไปทำการวัดค่าแรงตึงผิว

ผลการวิจัย

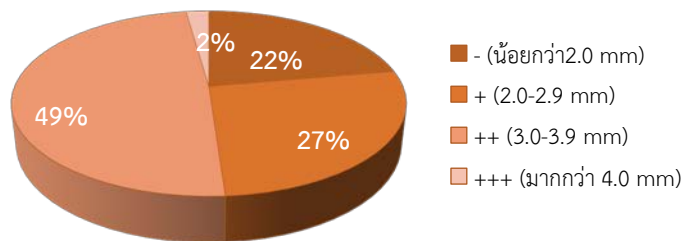
1. คัดแยกแบคทีเรียด้านทานแคดเมียมที่สามารถสร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ

จากการคัดแยกแบคทีเรียด้านทานแคดเมียมจากตัวอย่างดินจำนวน 16 ตัวอย่าง พบว่าสามารถคัดแยกแบคทีเรียด้านทานแคดเมียมได้ในดินจำนวน 13 ตัวอย่าง และไม่พบแบคทีเรียด้านทานแคดเมียมจากดินจำนวน 3 ตัวอย่าง โดยสามารถคัดแยกแบคทีเรียด้านทานแคดเมียมได้ทั้งหมด 47 ไอโซเลต จากนั้นจึงทำการเพาะเลี้ยงแบคทีเรีย BPCR โดยการนำแบคทีเรียที่คัดแยกได้ทุกไอโซเลตมาเลี้ยงในอาหาร LB broth ที่มีน้ำมันปาล์ม 1 % ทำการบ่มเป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นทำการปิเปตน้ำเลี้ยงเซลล์ 2 ไมโครลิตร แต่ละตัวอย่างมาหยดลงหลุม 96-well-microtiter plate ที่เคลือบน้ำมันปาล์มมาแล้ว 24 ชั่วโมง ดูลักษณะการกระจายตัวของวงใสแล้วทำการวัดขนาดเปรียบเทียบกับรูปที่ 1



รูปที่ 1 ขนาดของวงใสในการทดสอบ Drop collapse

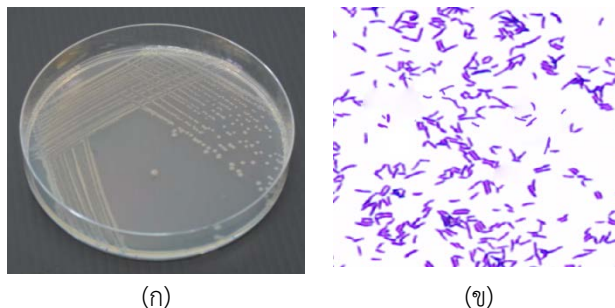
จากแบคทีเรียด้านทานแคดเมียมที่คัดแยกได้ทั้งหมด 47 ไอโซเลต พบว่ามีแบคทีเรียด้านทานแคดเมียมจำนวน 10 ไอโซเลต (22%) ไม่สามารถสร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพได้ และแบคทีเรียด้านทานแคดเมียมจำนวน 36 ไอโซเลต (78%) สามารถสร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพได้ และมีเพียง 1 ไอโซเลต (2%) คือ CBI11 ที่สามารถสร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพได้ดี (รูปที่ 2) ซึ่งวัดวงใสได้ขนาดกว้างถึง 4.0 มิลลิเมตร



รูปที่ 2 ร้อยละของไอโซเลตที่สร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ

2. ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและชนิดของแบคทีเรียด้านทานแคดเมียมที่สร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ

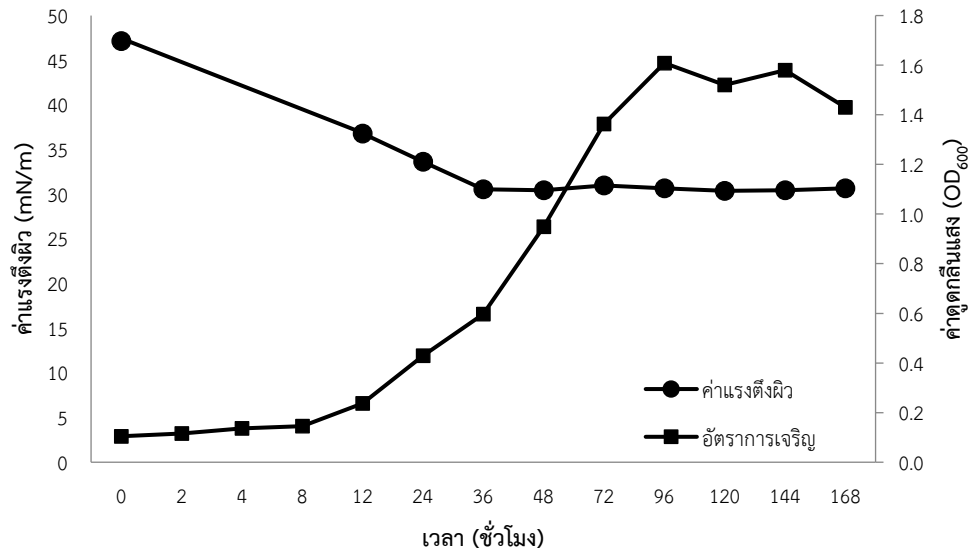
นำไอโซเลต CBI11 มาเพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง LB agar และนำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 48 ชั่วโมง พบว่าลักษณะโคโลนีของเชื้อ CBI11 มีสีขาวนวล รูปร่างกลม ผิวมัน (รูปที่ 3 (ก)) และจากการศึกษาลักษณะเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าไอโซเลต CBI11 เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างท่อนตรงรูปที่ 3B (ข) ส่วนผลการตรวจวิเคราะห์ลำดับเบสของยีน 16S rDNA พบว่าไอโซเลต CBI11 มีความเหมือน *Brevibacterium casei* ร้อยละ 99.71



รูปที่ 3 ลักษณะโคโลนีและเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 1000 เท่าของไอโซเลต CBI11

3. การเจริญของแบคทีเรียด้านทานแคดเมียมที่สามารถสร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ

จากการเพาะเลี้ยง *B. casei* CBI11 ในอาหารเลี้ยงเชื้อ Modified Minimal Medium แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงและค่าแรงตึงผิวที่เวลาต่างๆ เป็นเวลา 168 ชั่วโมง พบว่า *B. casei* CBI11 มีการเจริญสูงสุดที่ 96 ชั่วโมงก่อนที่ค่าการดูดกลืนแสงจะมีการลดลงในช่วงเวลาถัดไป ดังรูปที่ 4 ส่วนผลการวัดค่าแรงตึงผิว พบว่า *B. casei* CBI11 เริ่มต้นชั่วโมงที่ 0 มีค่าแรงตึงผิวที่ 45.19 ก่อนจะค่อยๆ ลดลง และเริ่มคงที่เมื่อเพาะเลี้ยงเชื้อไปเป็นเวลา 36 ชั่วโมง ซึ่งมีค่าแรงตึงผิวเท่ากับ 30.27 mN/m (ดังรูปที่ 4) แสดงให้เห็นว่า *B. casei* CBI11 มีการสร้างสารลดแรงตึงผิวได้สูงสุด (ให้ค่าแรงตึงผิวต่ำสุด) เมื่อเพาะเลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 36 ชั่วโมง โดยจำนำระยะเวลาการเพาะเลี้ยงที่เหมาะสมนี้ไปใช้ในการเก็บตัวอย่างในการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการสร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพในขั้นตอนต่อไป

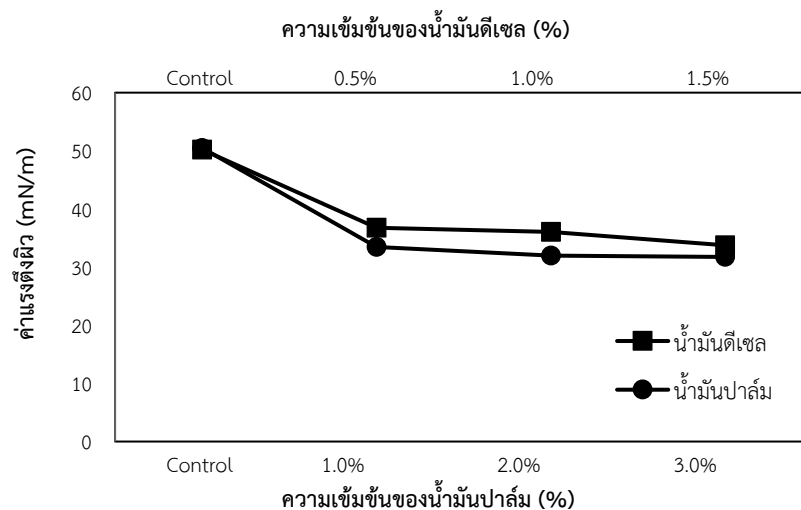


รูปที่ 4 การเจริญและค่าแรงตึงผิวของแบคทีเรียด้านทานแคดเมียมที่สร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ *B. casei* CBI11

4. สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพจากแบคทีเรียด้านทานแคดเมียมที่สร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ

1) แหล่งคาร์บอนที่เหมาะสม

จากผลการศึกษาแหล่งคาร์บอนที่เหมาะสมในรูปที่ 5 พบว่าน้ำเลี้ยงเซลล์ *B. casei* CBI11 ที่ไม่มีแหล่งคาร์บอนมีค่าแรงตึงผิวที่ 50.482 mN/m และเมื่อเติมแหล่งคาร์บอนในแต่ละการทดลอง พบว่าค่าแรงตึงผิวมีการลดลงอย่างมีนัยยะสำคัญ โดยชนิดและความเข้มข้นของแหล่งคาร์บอนที่ดีที่สุดคือ 2 % และ 3% น้ำมันปาล์ม ที่มีค่าแรงตึงผิวใกล้เคียงกันที่ 31.961 mN/m และ 31.745 mN/m ตามลำดับ รองลงมาเป็น 1% น้ำมันปาล์ม และ 1.5% น้ำมันดีเซล ที่มีค่าแรงตึงผิวที่ 33.434 mN/m และ 33.749 mN/m ตามลำดับ และลดแรงตึงผิวได้น้อยที่สุดคือ 0.5% น้ำมันดีเซลซึ่งมีค่าแรงตึงผิวที่ 36.766 mN/m ดังนั้น จึงเลือกแหล่งคาร์บอนที่ดีที่สุดคือ 2% น้ำมันปาล์ม

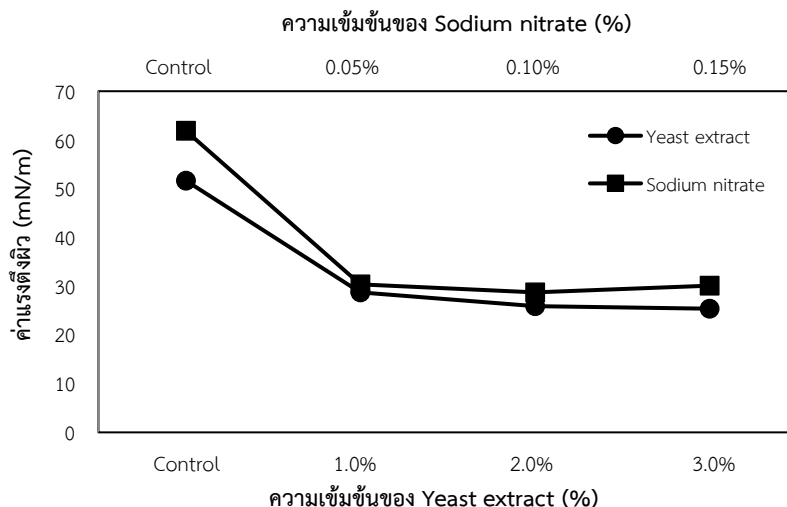


รูปที่ 5 ค่าแรงตึงผิวของน้ำเลี้ยงเชื้อ CBI11 ที่มีน้ำมันปาล์มและน้ำมันดีเซลเป็นแหล่งคาร์บอน

2) แหล่งไนโตรเจนที่เหมาะสม

ส่วนผลการทดสอบแหล่งไนโตรเจนที่ความเข้มข้นต่างๆ พบว่าน้ำเลี้ยงเซลล์ *B. casei* CBI11 ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มี Yeast extract ที่ความเข้มข้น 2% และ 3% มีการลดแรงตึงผิวดีที่สุดที่ 25.867 mN/m และ 25.373 mN/m

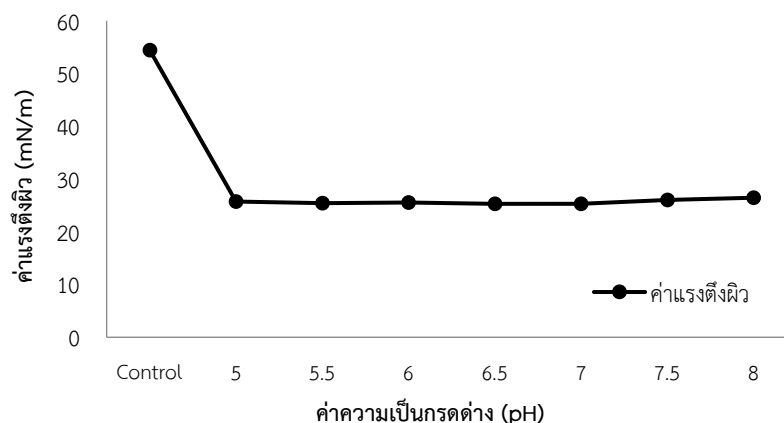
ตามลำดับ รองมาเป็น 1% Yeast extract และ 2% Sodium nitrate ซึ่งมีค่าแรงตึงผิวที่ 28.703 mN/m และ 28.725 mN/m ตามลำดับ ดังแสดงผลการศึกษารูปที่ 6 ดังนั้น จึงเลือกแหล่งไนโตรเจนที่ดีที่สุดคือ 2% Yeast extract



รูปที่ 6 ค่าแรงตึงผิวของน้ำเลี้ยงเชื้อ CBI11 ที่มี Yeast extract และ Sodium nitrate เป็นแหล่งไนโตรเจน

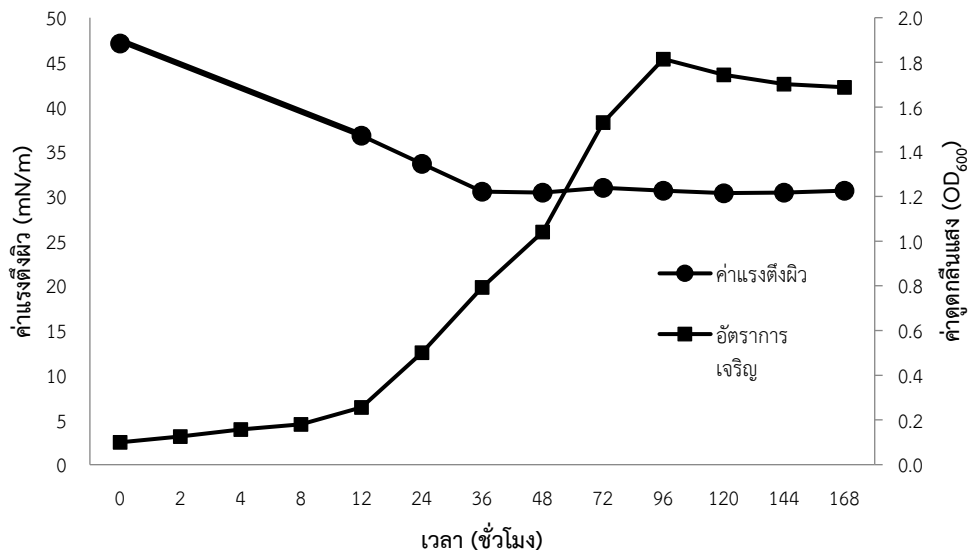
3) ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสม

เมื่อใช้แหล่งคาร์บอนและแหล่งไนโตรเจนที่ดีที่สุดคือ 2% น้ำมันปาล์ม และ 2% Yeast extract มาเติมในอาหารเลี้ยงเชื้อและปรับค่าความเป็นกรด-ด่างต่างๆ เพื่อหาค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสม พบว่าน้ำเลี้ยงเซลล์ *B. casei* CBI11 ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีการปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่ 5.0, 5.5, 6.0, 6.5, 7.0, 7.5 และ 8.0 มีค่าแรงตึงผิวที่ 25.701, 25.559, 25.135, 25.289, 25.319, 26.014 และ 26.456 mN/m ตามลำดับ (รูปที่ 7) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน ดังนั้น จึงเลือกค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่ 6.5 เนื่องจากเป็นค่าความเป็นกรด-ด่างที่ใกล้เคียงกับค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของอาหารเลี้ยงเชื้อ Modified Minimal Medium



รูปที่ 7 ค่าแรงตึงผิวของน้ำเลี้ยงเชื้อ CBI11 ในสภาวะค่าความเป็นกรด-ด่างที่แตกต่างกัน

เมื่อเพาะเลี้ยง *B. casei* CBI11 ในอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อ Modified Minimal Medium ที่มี 2% น้ำมันปาล์ม 2% Yeast extract และค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 6.5 และนำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง และเก็บเซลล์ที่เพาะเลี้ยงมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร และนำส่วนน้ำเลี้ยงเซลล์มาวัดค่าแรงตึงผิว ดังแสดงในรูปที่ 8 ตามลำดับ ผลการทดลองในรูปที่ 8 พบว่า *B. casei* CBI11 มีการเจริญสูงสุดที่ 96 ชั่วโมง โดยมีค่าความขุ่นเซลล์เท่ากับ 1.53 OD₆₀₀ ก่อนจะค่อยๆ ลดลงในเวลาถัดไป และเมื่อนำตัวอย่างน้ำเลี้ยงเซลล์ในแต่ละช่วงเวลาไปวัดค่าแรงตึงผิว พบว่าที่เวลา 36 ชั่วโมง เป็นช่วงเวลาที่ดีที่สุดที่ *B. casei* CBI11 สร้างสารลดแรงตึงผิวได้ดี โดยมีค่าแรงตึงผิวที่ 30.543 mN/m



รูปที่ 8 อัตราการเจริญและค่าแรงตึงผิวของ *B. casei* CBI11 เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว Modified Minimal Medium ที่มี 2% น้ำมันปาล์ม 2% Yeast extract และค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 6.5

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการศึกษาสามารถคัดแยกแบคทีเรียต้านทานแคดเมียมได้จากดินปนเปื้อนโลหะหนักและน้ำมัน ซึ่งแบคทีเรียในดินบางชนิดมีกลไกในการต้านทานโลหะหนัก โดยแบคทีเรียอาศัยกลไกหลัก 5 รูปแบบ ได้แก่ 1) กลไกขนส่งโลหะหนักออกจากเซลล์ 2) กลไกการสร้างเอนไซม์เพื่อลดความเป็นพิษ 3) กลไกการสะสมโลหะหนักไว้ภายในเซลล์ 4) กลไกการป้องกันไม่ให้โลหะหนักเข้าสู่เซลล์ด้วย และ 5) กลไกการสะสมโลหะหนักไว้นอกเซลล์ โดยแบคทีเรียต้านทานโลหะหนักบางชนิดสามารถมีกลไกร่วมกันมากกว่าหนึ่งกลไก พบว่าไอโซเลต CBI11 เป็นแบคทีเรียต้านทานแคดเมียมที่สร้างสารลดแรงตึงผิวได้สูงสุด โดยผลการจำแนกชนิดพบว่า CBI11 จัดเป็น *Brevibacterium casei* ซึ่งจากการศึกษาของ Kiran และคณะ (2010) พบว่า *Brevibacterium casei* MSA19 ให้ผลบวกในการทดสอบการกระจายของวงน้ำมัน สามารถเคลื่อนที่ได้ ให้ผลบวกในการทดสอบ MR-VP และ Hydrolyzed starch และสร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพกลุ่ม Glycolipids ซึ่งพบว่าการใช้น้ำมันปาล์ม 2% เป็นแหล่งคาร์บอนส่งผลให้ *B. casei* CBI11 สร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพได้ดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Mohd Syahriansyah และ Hamzah (2016) ที่พบว่า *Bacillus subtilis* UKMP-4M5 มีความสามารถในการลดแรงตึงผิวได้ดีที่สุดเมื่อมีน้ำมันปาล์ม 2% เป็นแหล่งคาร์บอน โดยมีค่าแรงตึงผิวที่ 32.7 mN/m เช่นเดียวกับแหล่งไนโตรเจนที่สอดคล้องกับงานวิจัยของ Qazi และคณะ (2013) ที่พบว่า *Pseudomonas putida* SOL-10 มีประสิทธิภาพในการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพได้สูงที่สุดเมื่อมี Yeast extract 1.5 ถึง 2% จากผลการศึกษานี้ สรุปได้ว่า *B. casei* CBI11 ที่คัดแยกได้จากตัวอย่างดินปนเปื้อน มีศักยภาพในการต้านทานโลหะหนักและสามารถสร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพได้ดีที่สุดที่เวลา 36 ชั่วโมง (30.543 mN/m) โดยมีการเติมน้ำมันปาล์ม 2% และ Yeast extract 2% รวมทั้งมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 6.5 เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการสร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพของ *B. casei* CBI11

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาความสามารถของแบคทีเรียต้านทานโลหะหนักที่มีความสามารถในการสร้างสารลดแรงตึงผิวชีวภาพไปใช้ในการบำบัดดินปนเปื้อนโลหะหนักหรือนำไปใช้ร่วมกับพืชในกระบวนการบำบัดโลหะหนักที่ปนเปื้อนในดินโดยอาศัยกลไก Phytoextraction

เอกสารอ้างอิง

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological Profile for Cadmium. Atlanta, Georgia, U.S. Department of Health and Human Services. 2012.
- Drack M., Graz I., Sekitani T., Someya T., Kaltenbrunner M. and Bauer S. An Imperceptible Plastic Electronic Wrap. *Advanced Materials*. 2016;27(1):34-40.
- Florea A. and Büsselberg D. Occurrence, use and potential toxic effects of metals and metal compounds. *Biometals*. 2006;19(4):419-427.
- Ghribi D. and Ellouze-Chaabouni S. Enhancement of *Bacillus subtilis* lipopeptide biosurfactants production through optimization of medium composition and adequate control of aeration. *Biotechnology Research International*. 2011; Article ID 653654.
- Khaokaew S. and Landrot G. A field-scale study of cadmium phytoremediation in a contaminated agricultural soil at Mae Sot District, Tak Province, Thailand: Determination of Cd-hyperaccumulating plants. *Chemosphere*. 2015;138:883-887.
- Mohd Syahriansyah U.K. and Hamxah A. Determination of optimum conditions and stability study of biosurfactant produced by *Bacillus subtilis* UKMP-4M5. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 2016;20(5):986-1000.
- Phoochinda W. Development of indicators of community energy management based on the sufficiency economy philosophy. *Journal of Environmental Research and Development*. 2011;6(1):155-164.
- Qazi M.A., Malik Z.A., Qureshi G.D., Hameed A, Ahmed S. Yeast extract as the most preferable substrate for optimized biosurfactant production by rhLB gene positive pseudomonas putida SOL-10 Isolate. *Bioremediation & Biodegradation*. 2013;4(7):1-10.
- Qazi MA, Malik ZA, Qureshi GD, Hameed A, Ahmed S (2013) Yeast Extract as the Most Preferable Substrate for Optimized Biosurfactant
- Sharma K. R. and Archana G. Cadmium minimization in food crops by cadmium resistant plant growth promoting rhizobacteria. *Applied Soil Ecology*. 2016;107:66-78.
- Sheng X., He L., Wang Q., Ye H. and Jiang C. Effects of inoculation of biosurfactant-producing *Bacillus* sp. J119 on plant growth and cadmium uptake in a cadmium-amended soil. *Journal of Hazardous Materials*. 2008;155(1):17-22.

การศึกษาคุณภาพน้ำจากตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญบริเวณรอบ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

กิติญา จำรูญทิพวรรณ¹ วนิดา ชูอักษร²

^{1,2}คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

¹E-mail : troykitiya@hotmail.com; ²Email : chooaksorn@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณภาพน้ำจากตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญบริเวณรอบมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพน้ำดื่มของตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ โดยทำการสุ่มตัวอย่างน้ำจากตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญที่ติดตั้งในหอพักบริเวณรอบมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เก็บตัวอย่างและวิเคราะห์คุณภาพช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2562 นำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานคู่มือปฏิบัติตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ และมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท พบว่าคุณภาพน้ำจากตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญที่เป็นไปตามเกณฑ์ทั้ง 2 มาตรฐาน มีเพียงร้อยละ 10 และตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญร้อยละ 90 ไม่ผ่านเกณฑ์คู่มือปฏิบัติตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ เนื่องจากร้อยละ 80 ของตู้มีที่ตั้งไม่เหมาะสม และร้อยละ 60 ไม่มีการควบคุมคุณภาพน้ำให้เป็นไปตามมาตรฐานน้ำบริโภค และไม่มีการรายงานผลการตรวจวิเคราะห์ การดูแลรักษาตู้ น้ำ นอกจากนี้จากการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ พบว่า ร้อยละ 40 ของตัวอย่างมีค่ากรด-ด่าง และค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งอาจเกิดจากขาดการดูแลรักษา การทำความสะอาดตู้ หรือการไม่เปลี่ยนไส้กรองตามระยะเวลาที่กำหนด หน่วยงานที่เกี่ยวข้องหรือผู้ที่ดูแลควรทำการแก้ไขและปรับปรุงให้คุณภาพน้ำจากตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน

คำสำคัญ: ตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ, คุณภาพน้ำดื่ม, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

Study on the quality of drinking water vending machine around Thammasat University, Rangsit Campus

Kitiya Jumroontippawan¹ Wanida Chooaksorn²

^{1,2} Faculty of Science and Technology, Thammasat University, Klong Luang, Pathumthani, Thailand

E-mail: troykitiya@hotmail.com; ²Email : chooaksorn@hotmail.com

Abstract

The objective of this work is to study and evaluate quality of the drinking water from vending machines around Thammasat University (Rangsit Campus). The drinking water is randomly sampled from vending machines installed in 10 dormitories around the campus during the period of January-March, 2019. The quality of the water samples was analyzed and compared with the Standards for Drinking Water Vending Machine Practice, and also the standard for drinking water in a sealed container set by The Ministry of Public Health of Thailand. It was found that only 10% of the water samples pass both Standards, while the rest did not pass the Standards for Drinking Water Vending Machine Practice. For instance, 80% of the water samples did not have proper location to install the machine, or 60% of the water samples did not meet the potable water standard, and no report on the water quality analysis nor maintenance report. In addition, pH and Coliform bacteria parameters of 40% of the water samples did not pass the standard. This may be due to the lack of the machine maintenance such as cleaning, or changing of filters. It is suggested that the relevant, or regulate departments should inspect these vending machines and pose some measures to improve quality of water from the vending machine to be in accordance with the standards.

Keywords: Drinking water vending machine; Drinking water quality; Thammasat University, Rangsit Campus

บทนำ

น้ำมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ โดยต้องดื่มน้ำในปริมาณที่เพียงพอ เฉลี่ยอย่างน้อย 2 ลิตรต่อวัน (คว้นชาวหนู, 2561) ซึ่งน้ำที่ใช้สำหรับการบริโภคนั้นต้องเป็นน้ำที่สะอาด ไม่มีสิ่งเจือปน (สมศักดิ์ วรคามิน, 2547) เนื่องจากการบริโภคน้ำที่ไม่สะอาดอาจทำให้เกิดโรคต่างๆ เช่น โรคอุจจาระร่วง โรคระบบทางเดินอาหาร โรคบิด และอาจร้ายแรงถึงขั้นเสียชีวิตได้ (กรมอนามัย, 2560) ในปัจจุบันการบริโภคน้ำมีทางเลือกที่หลากหลาย ได้แก่ น้ำดื่มบรรจุขวด น้ำจากเครื่องกรองน้ำ น้ำจากตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ และน้ำประปา โดยผู้บริโภคสามารถเลือกตามความเหมาะสมกับวิถีชีวิตของตนเอง น้ำจากตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญเป็นทางเลือกที่ผู้บริโภคนิยม เนื่องจากมีราคาจำหน่ายต่ำ เพียงประมาณลิตรละ 1-2 บาท และสามารถเข้าถึงได้ง่าย เนื่องจากการติดตั้งตู้ทั้งในเขตชุมชนหนาแน่น เขตที่พักอาศัย โดยน้ำที่กักจากตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญจะผ่านการกรองด้วยระบบออสโมซิสย้อนกลับ (RO) ซึ่งทำให้ได้น้ำคุณภาพเหมาะสมสำหรับการบริโภค ทั้งนี้ตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญได้จัดเป็นกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ตามมาตรา 31 แห่งพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 จึงมีการควบคุมคุณภาพให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภค (สำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ, 2556) และพบว่าปัจจุบันมีการติดตั้งตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญเป็นจำนวนมากที่ไม่ได้มาตรฐาน (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ, 2556) จึงดำเนินการศึกษาคุณภาพน้ำดื่มจากตู้หยอดเหรียญซึ่งติดตั้งบริเวณหอพักรอบมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของนักศึกษาและผู้บริโภคน้ำจากตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญให้ดีขึ้น และเป็นการป้องกันโรคต่างๆ ที่เกิดจากการดื่มน้ำที่มีการปนเปื้อนหรือโรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อ โดยมีสมมติฐาน คือ คุณภาพน้ำจากตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญบางแห่งที่ติดตั้งในหอพักบริเวณมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์มีคุณภาพที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาคุณภาพน้ำของตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญบริเวณหอพักรอบมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
2. ศึกษาความเหมาะสมของการติดตั้งตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญบริเวณหอพักรอบมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ระเบียบวิธีวิจัย

1. พื้นที่การศึกษาและการสุ่มตัวอย่าง

พื้นที่การศึกษา คือ หอพักที่มีการติดตั้งตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญในบริเวณรอบมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ทั้งหมด ซึ่งจากการสำรวจพบว่า หอพักที่ติดตั้งตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญมีทั้งหมด 26 แห่ง เป็นจำนวนรวม 40 ตู้ และในการศึกษาครั้งนี้ทำการสุ่มตัวอย่างจำนวน 10 แห่ง โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple random sampling) เพื่อให้ตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญที่ติดตั้งในแต่ละหอพักมีโอกาสที่จะถูกเลือกเท่าเทียมกัน

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 ข้อมูลปฐมภูมิ

- การศึกษาคุณลักษณะของตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ ได้แก่ ความเหมาะสมของจุดที่ตั้ง ความสะอาดของตู้ทั้งด้านในและด้านนอก ความคงทนของตู้ รวมถึงข้อมูลรายละเอียดของเครื่องที่แสดงไว้ที่เครื่องผลิตน้ำดื่มหยอดเหรียญตามมาตรฐานคู่มือปฏิบัติตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ

- การศึกษาข้อมูลระบบการปรับปรุงคุณภาพน้ำ ข้อมูลการเปลี่ยนไส้กรอง แหล่งน้ำดิบที่ใช้ การตรวจวัดคุณภาพน้ำและการบำรุงรักษาตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ

2.2 ข้อมูลทุติยภูมิ

การรวบรวมข้อมูลเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท เป็นต้น

3. การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างน้ำจากตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญอัตโนมัติซึ่งติดตั้งบริเวณพื้นที่หอพักรอบมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์จำนวน 10 แห่ง นำมาวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน โดยมีพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ ความขุ่น (Turbidity) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณสารทั้งหมด (Total Solids) ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total Dissolved Solids) ความกระด้าง (Hardness) การนำไฟฟ้า (Conductivity) คลอรีนอิสระ (Free Chlorine) คลอไรด์ (Chloride) โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform Bacteria) และอี.โคไล (E.coli) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 วิธีการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างตามพารามิเตอร์

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์/เครื่องมือ
ความขุ่น (Turbidity)	Turbidity Meter
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	pH Meter
ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solids)	Gravimetric Method
ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids)	Gravimetric Method
ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total Dissolved Solids)	TDS Meter
ความกระด้าง (Hardness)	EDTA Titrimetric Method
การนำไฟฟ้า (Conductivity)	Conductivity Meter
คลอรีนอิสระ (Free Chlorine)	Chlorine Meter
คลอไรด์ (Chloride)	Argentometric Method
โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (Total Coliform Bacteria)	MPN Method
เอเชอริเชีย โคไล (Escherichia coli; E.Coli)	MPN Method

ที่มา : Standard Method for Examination of Water and Waste Water ซึ่ง APHA; American Public Health Association, AWWA; American Water Work Association และ WPCF; Water Pollution Control Federation (2005)

4. การวิเคราะห์ผลข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณจากแบบสำรวจ ใช้สถิติพรรณนา ร้อยละ ค่าเฉลี่ย เปรียบเทียบค่ามาตรฐาน

ผลการวิจัย

1. ลักษณะของน้ำดื่มหยอดเหรียญตามเกณฑ์มาตรฐานคู่มือปฏิบัติตู้จำหน่ายน้ำดื่มหยอดเหรียญ

จากการศึกษาลักษณะของตู้จำหน่ายน้ำดื่มหยอดเหรียญ ตามเกณฑ์มาตรฐานคู่มือปฏิบัติตู้จำหน่ายน้ำดื่มหยอดเหรียญของกระทรวงสาธารณสุขซึ่งกำหนดให้ผู้ประกอบการจะต้องดำเนินการป้องกันการปนเปื้อน และอันตรายจากการประกอบกิจการตู้จำหน่ายน้ำดื่มหยอดเหรียญ ซึ่งมีทั้งหมด 6 ประเด็น (สำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ, 2556) มีผลการศึกษาดังนี้ (ตารางที่ 2)

1.1 สถานที่ ควรตั้งตู้จำหน่ายน้ำดื่มหยอดเหรียญในบริเวณที่เหมาะสม ห่างจากเหตุรำคาญ และสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ซึ่งหอพักที่มีการติดตั้งที่เหมาะสม พบว่ามีเพียงร้อยละ 20 และร้อยละ 80 ติดตั้งในสถานที่ที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากติดตั้งในบริเวณที่จอดรถ ถนนสายหลัก ซึ่งถือเป็นบริเวณที่มีควัน ฝุ่นละอองจำนวนมากเป็นมลพิษ และติดตั้งในบริเวณพื้นที่แฉะแฉะ มีน้ำขัง ใกล้กับจุดทิ้งขยะ ซึ่งการติดตั้งตู้ในสถานที่ที่ไม่เหมาะสม อาจทำให้คุณภาพน้ำมีโอกาสที่จะปนเปื้อนได้ง่าย

1.2 คุณลักษณะของตู้จำหน่ายน้ำดื่มหยอดเหรียญ ควรมีความคงทน แข็งแรง ไม่เป็นสนิม ไม่มีคราบสกปรกหรือตะไคร่น้ำ โดยหอพักที่มีตู้จำหน่ายน้ำดื่มหยอดเหรียญในลักษณะที่ดี พบร้อยละ 70 และหอพักที่ตู้จำหน่ายน้ำดื่มหยอดเหรียญมีลักษณะที่ไม่ดี พบร้อยละ 30 เนื่องจากไม่มีประตูเปิด-ปิดบริเวณช่องรับน้ำ ภายในตู้ไม่มีคราบสกปรก เป็นต้น

1.3 แหล่งน้ำและการปรับปรุงคุณภาพน้ำ แหล่งน้ำดิบที่นำมาใช้กับตู้หยอดเหรียญทั้ง 10 แห่ง คือ น้ำประปา ซึ่งมีการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เหมาะสมเป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค

1.4 การควบคุมคุณภาพน้ำตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำบริโภค โดยมีการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ ซึ่งน้ำจากตู้หยอดน้ำดื่มหยอดเหรียญอัตโนมัติร้อยละ 60 มีการตรวจวิเคราะห์ เพื่อให้คุณภาพน้ำบริโภคเป็นไปตามค่ามาตรฐาน และไม่มีผลการรายงานข้อมูลในการตรวจวิเคราะห์ ร้อยละ 40

1.5 การบำรุงรักษาให้ตู้จำหน่ายน้ำดื่มอยู่ในสภาพดี สามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัย และหากส่วนใดที่เกิดชำรุด ควรต้องซ่อมแซมแก้ไขให้ดังเดิม รวมถึงดูแลรักษาความสะอาดทั้งภายในภายนอกของตู้ โดยตู้จำหน่ายน้ำดื่มหยอดเหรียญที่มีการดูแลรักษาและทำความสะอาด จากการศึกษพบว่า ร้อยละ 40 มีการดำเนินการบำรุงรักษาตามมาตรฐาน ส่วนตู้จำหน่ายน้ำดื่มหยอดเหรียญที่ไม่มีการรายงานข้อมูลการบำรุงรักษาและทำความสะอาด ร้อยละ 60 เนื่องจากอุปกรณ์บางอย่างของตู้มีการชำรุด และคราบสกปรกที่ติดตามตู้ รวมถึงน้ำที่รั่วซึมออกมาภายนอกตู้จำหน่ายน้ำดื่มหยอดเหรียญ

1.6 การบันทึกและรายงานของผู้ประกอบการถึงการตรวจสอบคุณภาพน้ำ รวมถึงการดูแลบำรุงรักษาตามกำหนด โดยระบุ เวลา ผู้ปฏิบัติ หรือหน่วยงานที่ชัดเจนเป็นข้อมูล เอกสาร ซึ่งสอดคล้องกับกำกับฉลากที่ต้องแสดง วัน เดือน ปี ที่มีการเปลี่ยนไส้กรองติดที่ตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ โดยหอพักที่ติดตั้งตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญที่มีการแสดงผลการบันทึก พบร้อยละ 40 และตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญที่ไม่มีการแสดงผลการบันทึก พบร้อยละ 60 การไม่แสดงถึงข้อมูลในการตรวจวัดคุณภาพน้ำ หรือรอบในการเปลี่ยนไส้กรองของตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ ทำให้ผู้บริโภคที่ใช้บริการตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญไม่ทราบถึงความสะดวก หรือได้รับความเสี่ยงของโรคต่างๆ ที่มีน้ำเป็นสื่อ

ตารางที่ 2 คุณภาพตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญของหอพักที่ศึกษาเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคู่มือปฏิบัติตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ

หอพัก	สถานที่ตั้ง		ลักษณะของตู้		แหล่งน้ำดิบ		การควบคุมคุณภาพ		การบำรุงรักษา		การบันทึกและรายงาน	
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ดี	ไม่ดี	น้ำประปา	น้ำบาดาล	มี	ไม่มีข้อมูล	มี	ไม่มี	พบ	ไม่พบ
หอพักที่ 1		✓	✓		✓		✓		✓			✓
หอพักที่ 2		✓	✓		✓			✓		✓		✓
หอพักที่ 3	✓		✓		✓		✓		✓		✓	
หอพักที่ 4	✓		✓		✓		✓		✓		✓	
หอพักที่ 5		✓	✓		✓		✓		✓		✓	
หอพักที่ 6		✓	✓		✓		✓			✓	✓	
หอพักที่ 7		✓		✓	✓			✓		✓		✓
หอพักที่ 8		✓	✓		✓			✓		✓		✓
หอพักที่ 9		✓		✓	✓			✓		✓		✓
หอพักที่ 10		✓	✓		✓		✓			✓		✓
ร้อยละ	20	80	80	20	100	-	60	40	40	60	40	60

จากเกณฑ์มาตรฐานคู่มือปฏิบัติตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ มีความสอดคล้องกับการควบคุมฉลากสินค้าของตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญตามประกาศคณะกรรมการว่าด้วยฉลาก ฉบับที่ 31 (ราชกิจจานุเบกษา, 2553) โดยในฉลากจะต้องระบุถึง (1) ข้อแนะนำในการใช้ (2) ระบุวัน เดือน ปี ที่เปลี่ยนไส้กรองแต่ละชนิด (3) ค่าเตือน ต้องระบุว่า “ระวังอันตราย หากไม่ตรวจสอบวัน เดือน ปีที่เปลี่ยนไส้กรองและตรวจสอบคุณภาพน้ำ” ทั้งนี้ข้อความที่เป็น “คำเตือน” ต้องใช้ตัวอักษรหนาสีแดง ขนาดไม่ต่ำกว่า 1 เซนติเมตร บนพื้นสีขาว โดยทั้ง 3 ข้อจะต้องแสดงไว้ที่ด้านหน้าของตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญในลักษณะคงทนถาวร สามารถเห็นและอ่านได้อย่างชัดเจน ซึ่งจากการศึกษา พบว่า หอพักที่ติดตั้งตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญมีการติดฉลากด้านข้อแนะนำในการใช้ตู้ น้ำ ร้อยละ 100 ข้อมูลฉลากที่ระบุวัน เดือน ปี ที่เปลี่ยนไส้กรองแต่ละชนิดพบว่าการติดเพียง ร้อยละ 40 และพบว่าการติดฉลากคำเตือนเพียง ร้อยละ 40 เช่นกัน โดยหอพักที่ติดตั้งตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญที่มีข้อมูลฉลากครบถ้วนตามประกาศมีเพียง 2 แห่งเท่านั้น (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ข้อมูลตู้บำบัดน้ำดื่มหยอดเหรียญของหอพักที่ศึกษาเทียบกับประกาศสินค้าควบคุมฉลาก

หอพักที่ตั้งตู้	ข้อแนะนำในการใช้		วัน เดือน ปี ที่เปลี่ยนไส้กรองแต่ละชนิด		ระบุข้อความเป็น “คำเตือน”	
	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี
หอพักที่ 1	✓			✓		✓
หอพักที่ 2	✓			✓		✓
หอพักที่ 3	✓		✓		✓	
หอพักที่ 4	✓		✓		✓	
หอพักที่ 5	✓		✓			✓
หอพักที่ 6	✓		✓			✓
หอพักที่ 7	✓			✓	✓	
หอพักที่ 8	✓			✓		✓
หอพักที่ 9	✓			✓		✓
หอพักที่ 10	✓			✓	✓	
ร้อยละ	100	-	40	60	40	60

จากตารางพบว่า หอพักที่มีการควบคุมฉลากสินค้าของตู้บำบัดน้ำดื่มหยอดเหรียญตามประกาศคณะกรรมการว่าด้วยฉลาก โดยที่หน้าตู้บำบัดน้ำดื่มหยอดเหรียญมีการติดป้ายประกาศถึง ข้อแนะนำในการใช้ตู้ น้ำ วัน เดือน ปี ที่เปลี่ยนไส้กรองแต่ละชนิด และ คำเตือน ที่ผู้บริโภคสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน คือ หอพักที่ 3 และ 4 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 20 จากทั้งหมด

2. คุณภาพน้ำของตู้บำบัดน้ำดื่มหยอดเหรียญตามมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำของตู้บำบัดน้ำดื่มหยอดเหรียญ ในแต่ละพารามิเตอร์ แล้วนำมาเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (การประปานครหลวง, 2561) พบว่าคุณภาพน้ำมีค่าความขุ่น (Turbidity) อยู่ในช่วง 0.016-0.026 ซิลิกาสะเทิล เกลี่ย 0.02 ซิลิกาสะเทิล ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solids) มีค่าในช่วง 15-230 มิลลิกรัม/ลิตร เกลี่ย 52.50 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Total Dissolved Solids) มีค่าในช่วง 7.64-225.33 มิลลิกรัม/ลิตร เกลี่ย 43.41 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) อยู่ในช่วง 0.13-0.60 มิลลิกรัม/ลิตร เกลี่ย 0.31 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าความกระด้าง (Hardness) มีค่าในช่วง 0.68-52.70 มิลลิกรัม/ลิตร เกลี่ย 8.95 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) อยู่ในช่วง 10.86-273.50 ไมโครซีเมน/เซนติเมตร เกลี่ย 54.79 ไมโครซีเมน/เซนติเมตร ค่าคลอไรด์ (Chloride) มีค่าในช่วง 0.35-28.34 มิลลิกรัม/ลิตร เกลี่ย 5.18 มิลลิกรัม/ลิตร และในการวิเคราะห์ไม่พบค่าคลอรีนอิสระ (Free Chlorine) และค่าอี.โคไล (E.Coli) ในน้ำตัวอย่าง ซึ่งมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด ร้อยละ 30 และไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ร้อยละ 70 เนื่องจากพารามิเตอร์ค่ากรด-ด่าง (pH) ที่มีค่าในช่วง 6.18-7.45 เกลี่ย 6.55 โดยมาตรฐานกำหนดให้อยู่ในช่วง 6.50-8.50 ซึ่งค่ากรด-ด่างที่ต่ำ อาจเกิดจากไส้กรองถ่านกัมมันต์ที่มีการใช้มาเป็นเวลานานและไม่มีการเปลี่ยน จึงทำให้ไม่สามารถดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ได้ อีกทั้งค่ากรด-ด่างที่สูง อาจส่งผลต่อค่าการนำไฟฟ้า ค่าความกระด้าง จากการละลายของอ็อกไซด์ต่างๆ และการจับตัวกันของพวกแคลเซียมจนเกิดเป็นตะกอน รวมถึงค่ากรด-ด่างที่ต่ำเกินไปอาจทำให้เกิดการกัดกร่อนในระบบ และค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (Total Coliform Bacteria) มีค่าเกินมาตรฐานกำหนดในช่วง 0-540 เอ็ม.พี.เอ็น/100 มิลลิลิตร เกลี่ย 60.1 เอ็ม.พี.เอ็น/100 มิลลิลิตร โดยมาตรฐานกำหนดให้มีค่าน้อยกว่า 2.2 เอ็ม.พี.เอ็น/100 มิลลิลิตร

สรุปและอภิปรายผล

คุณภาพของตู้สูบน้ำดื่มหยอดเหรียญที่ผ่านเกณฑ์คู่มือปฏิบัติตู้สูบน้ำดื่มหยอดเหรียญตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ได้แก่ ตู้สูบน้ำดื่มหยอดเหรียญที่ติดตั้งในหอพักที่ 3 และ 4 และอีกร้อยละ 80 ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เนื่องจากไม่ปฏิบัติตามข้อกำหนดในคู่มือปฏิบัติตู้สูบน้ำดื่มหยอดเหรียญ คุณภาพน้ำจากตู้สูบน้ำดื่มหยอดเหรียญที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ได้แก่ ตู้สูบน้ำดื่มหยอดเหรียญที่ติดตั้งในหอพักที่ 1 4 และ 6 และอีกร้อยละ 70 ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เนื่องจากพารามิเตอร์ค่ากรด-ด่างที่มีค่าในช่วง 6.18-7.45 เฉลี่ย 6.55 และค่าคลอรีนแบบที่เรียมี่ค่าในช่วง 0-540 เอ็ม.พี.เอ็น/100 มิลลิลิตร เฉลี่ย 60.1 เอ็ม.พี.เอ็น/100 มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าคุณภาพน้ำไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของวรวิศา ปิอาทิพย์ และอลงกรณ์ วงศ์มัน (2557) และนรา ระวาดชัย และวรางคณา สังสิทธิสวัสดิ์ (2012) ที่มีปริมาณคลอรีนทั้งหมดเกินมาตรฐาน แต่ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อ ค่าไอ.โคไล (สำนักงานอาหารและยา กรมอนามัย, 2551) และสอดคล้องกับการศึกษาของราตรี สิละวงค์เทวัญ และคณะ (2549) ที่พบว่าการปนเปื้อนของแบคทีเรียโคลิฟอร์มในน้ำจากตู้กดน้ำดื่มสาธารณะของร้านอาหาร ภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต คิดเป็นร้อยละ 9.09 ซึ่งอาจเนื่องจากคุณภาพของเครื่องกรองน้ำที่ต้องเปลี่ยนแผ่นกรอง หรืออาจต้องซ่อมบำรุงอุปกรณ์อื่นๆ ซึ่งปัจจัยหนึ่งนี้อาจทำให้ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน คือ สถานที่ตั้ง จากตรววจวิเคราะห์ พบว่าตู้สูบน้ำดื่มหยอดเหรียญที่ติดตั้งใกล้กับถังขยะมีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่สูงมาก โดยถังขยะอาจเป็นแหล่งให้เกิดโอกาสเพาะพันธุ์ และสะสมเชื้อแบคทีเรียได้ จึงอาจมีการปนเปื้อนไปยังบริเวณหัวจ่ายน้ำของตู้สูบน้ำดื่มหยอดเหรียญ ผู้บริโภคควรมีความระมัดระวัง และควรเลือกบริโภคจากตู้ที่ได้มาตรฐาน (อิสยา จันทรวิทยานุชิตและคณะ, 2551)

ดังนั้นตู้สูบน้ำดื่มหยอดเหรียญที่ผ่านมาตรฐานทั้ง 2 เกณฑ์มีเพียงร้อยละ 10 จากตู้สูบน้ำดื่มหยอดเหรียญที่สุ่มศึกษาทั้งหมด โดยคุณภาพน้ำของตู้สูบน้ำดื่มหยอดเหรียญที่มีคุณภาพดีตามมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทนั้นจะต้องมีปฏิบัติตามคู่มือปฏิบัติตู้สูบน้ำดื่มหยอดเหรียญ คือ มีการติดตั้งตู้ในสถานที่ที่เหมาะสม มีการดูแลรักษาคุณลักษณะตู้ให้ดียอยู่เสมอ เปลี่ยนไส้กรองตามระยะเวลาที่กำหนด และตรวจวัดคุณภาพน้ำอยู่เสมอ ส่วนตู้สูบน้ำดื่มหยอดเหรียญร้อยละ 90 ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน อาจมาจากขาดการดูแลรักษา การทำความสะอาดทั้งภายในภายนอกตู้ และการไม่เปลี่ยนไส้กรองตามระยะเวลาที่กำหนด จึงทำให้ไส้กรองไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะกรองสิ่งปนเปื้อนที่มากับน้ำให้เป็นไปตามมาตรฐานได้

ข้อเสนอแนะ

(1) ควรมีหน่วยงานเข้ามาตรวจสอบการติดตั้งตู้สูบน้ำดื่มหยอดเหรียญ และข้อมูลสถานที่ติดตั้ง อย่างทั่วถึงในทุกหอพักที่มีการติดตั้ง เพื่อให้ตู้สูบน้ำดื่มหยอดเหรียญเป็นไปตามกำหนดในคู่มือปฏิบัติตู้สูบน้ำดื่มหยอดเหรียญ และสินค้าที่ควบคุมฉลาก

(2) ควรมีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำอย่างสม่ำเสมอให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท จากหน่วยงานที่เชื่อถือได้ และอาจมีการเพิ่มรอบการตรวจวิเคราะห์ให้ถี่ขึ้นในบางหอพักที่ติดตั้งตู้ที่มีค่าการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำสูงผิดปกติ เพื่อเฝ้าระวังไม่ให้ค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน และแสดงเอกสารการตรวจวิเคราะห์ให้ผู้บริโภคทราบได้ชัดเจน ซึ่งอาจทำได้โดยการติดไว้ที่ตู้สูบน้ำดื่มหยอดเหรียญ เป็นต้น

(3) ควรแสดงชื่อ เบอร์ติดต่อ ของผู้ดูแลหรือเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องของตู้สูบน้ำดื่มหยอดเหรียญ บริเวณตู้สูบน้ำดื่มหยอดเหรียญเมื่อเกิดเหตุขัดข้อง เรื่องร้องเรียนจะได้สามารถติดต่อได้

(4) ควรมีการดูแลรักษา ทำความสะอาดทั้งภายในภายนอกตู้อย่างสม่ำเสมอ และหากอุปกรณ์บางส่วนของตู้เกิดชำรุด ควรมีการแก้ไข ซ่อมแซม เพื่อให้คงคุณลักษณะที่ดีของตู้สูบน้ำดื่มหยอดเหรียญตามคู่มือปฏิบัติตู้สูบน้ำดื่มหยอดเหรียญ

เอกสารอ้างอิง

- กรมอนามัย. (2560). **ข่าวประชาสัมพันธ์ส่วนกลาง** ตู้จำหน่ายหยอดเหรียญเกือบครึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานแนะนำประชาชนสังเกตก่อนกดใช้. สืบค้นเมื่อ 4 ธันวาคม, 2561, จาก: <https://www.anamai.moph.go.th/>.
- การประปานครหลวง. (2561). **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 135 (พ.ศ.2534) เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 2)**. สืบค้นเมื่อ 4 ธันวาคม, 2561, จาก: https://www.mwa.co.th/more_news.php?cid=1492&filename=index.
- คว้น ขาวหนู. (2561). **บทความการดูแลสุขภาพ และเคล็ดลับเพื่อสุขภาพดี เรื่อง ประโยชน์ของน้ำต่อร่างกาย**. สืบค้นเมื่อ 4 ธันวาคม, 2561, จาก: <http://www.healthcarethai.com/>.
- นรา ระวาดชัย และวราภรณ์ สังสิทธิ์สวัสดิ์. (2012). **ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพน้ำดื่มจากตู้หยอดเหรียญอัตโนมัติ**. วารสารวิจัย มข. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 17(3), 408-492.
- ราชกิจจานุเบกษา. (2553). **ประกาศคณะกรรมการว่าด้วยฉลาก ฉบับที่ 31 (พ.ศ.2553) เรื่อง ให้ตู้จำหน่ายน้ำดื่มหยอดเหรียญอัตโนมัติเป็นสินค้าที่ควบคุมฉลาก**. สืบค้นเมื่อ 12 มีนาคม, 2562, จาก: <http://www.ocpb.go.th/download/1234/48.pdf>.
- ราตรี ลีละวงศ์เทวัญ, อารี เทเลอร์ และกัลยา อารีย์. (2549). **การตรวจหาแบคทีเรียโคลิฟอร์มในน้ำดื่มสาธารณะจากโรงอาหารในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๔๘**. ธรรมศาสตร์ เวชสาร, 6(4), 434-440.
- วิศรา ปิอาทิพย์ และอลงกรณ์ วงศ์มัน. **คุณภาพน้ำดื่มจากเครื่องผลิตน้ำดื่มหยอดเหรียญ**. [ปริญาวิทยาสตรบัณฑิต]. พิษณุโลก; มหาวิทยาลัยนเรศวร; 2557.
- สมศักดิ์ วรรณามิน. (2547). **น้ำดื่มในอุดมคติ (Water for Life)**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: บริษัท สามเจริญพาณิชย์ จำกัด.
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. (2556). **ตู้จำหน่ายหยอดเหรียญไม่ได้มาตรฐานภัยเงียบใกล้ตัว**. สืบค้นเมื่อ 4 ธันวาคม, 2561, จาก: <http://www.thaihealth.or.th/>.
- สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข. (2551). **การวิจัยสถานการณ์ความปลอดภัยของการบริโภค น้ำที่ผลิตจากเครื่องผลิตน้ำดื่มหยอดเหรียญ**. สืบค้นเมื่อวันที่ 19 เมษายน, 2562, จาก <http://www.foodsafetymobile.org/UserFiles/Portfolio>.
- สำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ. (2556). **คู่มือปฏิบัติตู้จำหน่ายน้ำดื่มหยอดเหรียญ**. การประกอบกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ.2535. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- อิสยา จันทรวิธานุชิต, สุมลรัตน์ ชูวงศ์วัฒนะ, พจมาน ผู้มีสัตย์, วชิรินทร์ รังสีภาณุรัตน์ และพรทิพย์ พึ่งม่วง. (2551). **คุณภาพน้ำดื่มจากตู้จำหน่ายหยอดเหรียญในเขตกรุงเทพมหานคร**. วารสารวิชาการสาธารณสุข, 17(1), 68-73.
- APHA, AWWA and WEF, **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 21th ed., American Public Health Association, Washington, D.C. 2005.

การประเมินปริมาณการใช้น้ำและผลกระทบด้านความขาดแคลนน้ำ ในการผลิตกระแสไฟฟ้า

อภินันท์ พงจิตภักดี¹, เพชญ์ เตชรัตน์¹, บัณลือ เอมะรุจิ¹, กอบแก้ว มโนมัยพิบูลย์¹, วิมล สอนแจ่ม¹

¹คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, นครปฐม

email: p.aphiranan@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินปริมาณการใช้น้ำในการผลิตไฟฟ้า (Water Consumption) และผลกระทบด้านการขาดแคลนน้ำ (Water scarcity footprint; WSF) ของการผลิตไฟฟ้า 3 กรณีศึกษา ตามหลัก ISO 14046 โดยกรณีศึกษาที่ 1 ประเมินกระแสไฟฟ้า (1 kWh) จากโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม มีกระบวนการผลิตเป็นแบบ Cogeneration ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นแหล่งเชื้อเพลิง ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำเจ้าพระยา กรณีศึกษาที่ 2 ประเมินกระแสไฟฟ้า (1 kWh) จากโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็ก ใช้เชื้อเพลิงจากเศษวัสดุเหลือใช้ในการเกษตร ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำปัตตานี และกรณีศึกษาที่ 3 ประเมินกระแสไฟฟ้า (1kWh) จากโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อน ใช้ก๊าซธรรมชาติและปาล์มน้ำมันเป็นเชื้อเพลิง ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำบางปะกง มีขอบเขตการประเมินเฉพาะกระบวนการผลิตไฟฟ้า (Gate-to-Gate) การดำเนินการวิจัยประกอบด้วย การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการผลิตไฟฟ้า ได้แก่ ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ สถานที่ตั้ง พื้นที่ของโรงไฟฟ้า ข้อมูลด้านการผลิตไฟฟ้า ข้อมูลการได้มาของวัตถุดิบ ข้อมูลวิธีการผลิตไฟฟ้า สถิติการผลิต นำเข้าและส่งออกกระแสไฟฟ้า ฐานข้อมูล Water Footprint Inventory หรือผลการศึกษการประเมิน Water Footprint ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตไฟฟ้า นำมาจัดทำบัญชีรายการ (Water Inventory Footprint) ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงปริมาณการใช้น้ำในการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ แล้วนำข้อมูลมาประเมินค่า Water Scarcity Footprint และแปลผล ผลการศึกษาพบว่า พบว่า กรณีศึกษาที่ 1 ค่า Water Consumption เท่ากับ 0.0012 m³/kWh และค่า WSF เท่ากับ 0.0008 m³H₂Oeq/kWh กรณีศึกษาที่ 2 ค่า Water Consumption เท่ากับ 0.0036 m³/kWh และค่า WSF เท่ากับ 0.0013 m³H₂Oeq/kWh และกรณีศึกษาที่ 3 ค่า Water Consumption เท่ากับ 0.0075 m³/kWh และค่า WSF เท่ากับ 0.0040 m³H₂Oeq/kWh ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะสามารถเป็นเครื่องมือที่ช่วยชี้วัดปริมาณการใช้น้ำทั้งทางตรงและทางอ้อมของการผลิตไฟฟ้า

คำสำคัญ: ปริมาณการใช้น้ำ, วอเตอร์ฟุตพริ้นต์ด้านความขาดแคลนน้ำ, วอเตอร์ฟุตพริ้นต์, มาตรฐาน ISO-14046, การผลิตไฟฟ้า

Water Consumption and Water Scarcity Footprint Assessment of Electricity Generation

Aphiranan Phongjetpuk¹, Pet Techarat¹, Bunlur Emaruchi¹, Kobkaew Manomaipiboon¹
and Wimon Sonchaem¹

¹Faculty of Environmental and Resource Studies, Mahidol University, Nakhorn Pathom, Thailand

E-mail: p.aphiranan@gmail.com

Abstract

This thesis is the study of water consumption for the electrical generation and conduct the impact assessment of the Water scarcity footprint (WSF) under the ISO 14046, of 3 different case studies in which : the first case study is the production of 1 kWh electrical current from the Combined Cycle Powerplant with the production process by Cogeneration method, using the natural gas as fuel, located on the Chao-Praya basin, the second case study is the production of 1 kWh electrical current from the small-scale Biomass Powerplant, using the agricultural residues (rubberwood slap) as fuel, located on the Pattani basin, and the third case study is the production of 1 kWh electrical current from the Thermal Powerplant, using natural gas and palm oil as fuel, located on the Bang Pakong basin; with the scope of the study focusing on the electrical generation process (Gate-to-Gate). The procedure of this thesis consists of the data collection related to the electrical generation process; such as the geographical data, location, power plant area, electrical generation data, the receiving of the raw materials, the method of the electrical generations, the statistics of the production, import, and export of electrical current, Water Footprint Inventory database and the results of the Water Footprint analysis related to the electrical generation. Those data will be used to conduct the list of Water Inventory Footprint, which indicates the quantity of water consumption for electrical generation per function unit; and evaluate it to create the results of Water Scarcity Footprint (WSF). As a results; the first case study indicates that the water consumption equals 0.0012 m³/kWh and WSF equals 0.0008 m³H₂Oeq/kWh, the second case study indicates that the water consumption equals 0.0036 m³/kWh and the WSF equals 0.0013 m³H₂Oeq/kWh, and the third case study indicates that the water consumption equals 0.0075 m³/kWh and the WSF equals 0.0040 m³H₂Oeq/kWh. The results of this study can help indicates the quantity of water used for electrical generation, directly and indirectly.

Keywords: water consumption; water scarcity footprint; water footprint; ISO-14046; electricity generation.

บทนำ

น้ำและพลังงานเป็นทรัพยากรที่มีความเชื่อมโยงกันอย่างแนบแน่น: น้ำเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการผลิต การขนส่ง และการใช้พลังงานทุกรูปแบบ และพลังงานก็ถือเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการสกัดน้ำ การบำบัดน้ำ และการแจกจ่ายน้ำ รวมไปถึงการรวบรวมและการบำบัดน้ำหลังใช้งานด้วย ความเชื่อมโยงกันและการพึ่งพาซึ่งกันและกันของสองทรัพยากรที่มีผลต่อกันทั้งด้านลบและด้านบวกนี้จึงเป็นหัวใจสำคัญของคำว่า “water-energy nexus” (UN-Water, 2014) โดยอุปทานน้ำรายปีของโลกจะมีปริมาณประมาณ 1,400 ล้านลูกบาศก์กิโลเมตร (UNEP&CEHI, 2009) โดยปริมาณน้ำจำนวน 1,300 ล้านลูกบาศก์กิโลเมตร หรือประมาณร้อยละ 97.5 เป็นน้ำเค็มในทะเลและมหาสมุทร ไม่สามารถนำมาบริโภคได้ ในส่วนปริมาณน้ำที่เหลือร้อยละ 2.5 ที่เป็นน้ำจืด ประกอบด้วย น้ำแข็งขั้วโลก ประมาณ 24 ล้านลูกบาศก์กิโลเมตร (ร้อยละ 1.74), น้ำใต้ดิน จำนวน 11 ล้านลูกบาศก์กิโลเมตร (ร้อยละ 0.76) และเป็นน้ำผิวดิน 0.1 ล้านลูกบาศก์กิโลเมตร (ร้อยละ 0.01) (MLIT, 2017) มนุษย์มีการใช้น้ำประมาณ 4,600 ล้านลูกบาศก์กิโลเมตรต่อปี ใช้สำหรับการเกษตรประมาณร้อยละ 70, สำหรับอุตสาหกรรมประมาณร้อยละ 20 และน้ำใช้สำหรับครัวเรือนอีกประมาณร้อยละ 10 โดยคาดการณ์ว่าในปี 2050 ประชากรโลกจะเพิ่มขึ้นในช่วงระหว่าง 9.4 – 10.2 พันล้านคน (ปี 2017 มีประชากร 7.7 พันล้านคน) (UN-Water, 2018)

ในระยะเวลากว่าหลายสิบปีที่ผ่านมา ประเทศไทยได้เผชิญปัญหาด้านน้ำอย่างต่อเนื่อง เช่น สถานการณ์ภัยแล้งอย่างรุนแรงในปี 2548 ที่มีมูลค่าความเสียหายถึง 7,565 ล้านบาท ส่งผลกระทบต่อประชาชน 11 ล้านคน และสถานการณ์อุทกภัยรุนแรงในปี 2554 ที่มีมูลค่าความเสียหาย 1.44 ล้านล้านบาท มีผู้ได้รับผลกระทบ 12.8 ล้านคน และเสียชีวิตมากถึง 813 คน (คณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (กนช.), 2017) อีกทั้งมีแนวโน้มความรุนแรงเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้น การบริหารจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างหนึ่งสำหรับการใช้น้ำในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ โดยที่ Water Footprint เป็นอีกหนึ่งเครื่องมือในการบริหารจัดการน้ำ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อหาตัวชี้วัดที่บ่งบอกถึงการใช้และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากระบบต่อแหล่งน้ำ อันจะทำให้ทราบถึงข้อมูลผลกระทบของผลิตภัณฑ์ต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Product Declaration: EPD) (Ridoutt, 2009)

การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นต์ (Water Footprint Assessment, WFA) ถือได้ว่าเป็นเครื่องมือ ด้านสิ่งแวดล้อมที่จะสามารถนำมาช่วยในการบริหารจัดการน้ำของผลิตภัณฑ์ กระบวนการหรือองค์กร ตามขอบเขตการศึกษาที่กำหนด (Yu, 2010) ซึ่งปัจจุบันมี 2 แนวทางที่นิยมนำหลักการมาใช้ในการประเมินเพื่อรายงานผลของ WFA (Jefferies, 2012) แนวทางแรก คือ ใช้แนวทางการประเมินตามหน่วยงาน Water Footprint Network (WFN) ซึ่งเป็นการหาค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นต์ (Water Footprint, WF) เพื่อเป็นดัชนีบ่งชี้การใช้และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ โดยพิจารณาการใช้น้ำทั้งทางตรงและทางอ้อม (Hoekstra, 2011) การประเมินของ WFN จะเน้นหาปริมาณของ blue water, green water และ gray water แต่ไม่ได้พิจารณาถึงผลกระทบการใช้และพื้นที่ ดังนั้น จึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่หน่วยงาน ISO นำมาพัฒนา WFA ซึ่งรายละเอียดของ ISO 14046 นั้นจะมุ่งเน้นการหาค่า WF จากปริมาณผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่มีโอกาสส่งผลต่อการใช้น้ำ โดยใช้หลักการพื้นฐานของการประเมินวัฏจักรชีวิตสิ่งแวดล้อม (Life Cycle Assessment; LCA) (ISO, 2014)

งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาปริมาณการใช้น้ำและผลกระทบด้านความขาดแคลนน้ำของการผลิตไฟฟ้า 3 กรณีศึกษา ใช้หลักการ WFA ตาม ISO 14046 ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะสามารถเป็นเครื่องมือที่ช่วยชี้วัดปริมาณการใช้น้ำทั้งทางตรงและทางอ้อมของการผลิตไฟฟ้าและสามารถนำผลการประเมิน ไปขยายผลสู่การหาแนวทางลดการใช้น้ำที่เหมาะสมของการผลิตผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ให้มีการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นการส่งเสริมการอนุรักษ์การใช้น้ำอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาปริมาณการใช้น้ำในการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา โดยการวิเคราะห์บัญชีรายการน้ำในการผลิตกระแสไฟฟ้า
2. ประเมินค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นต์ด้านการขาดแคลนน้ำ (Water Scarcity Footprint, WSF) ของผลิตภัณฑ์ไฟฟ้า 1 kWh, 3 กรณีศึกษา
3. เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำและผลกระทบด้านความขาดแคลนน้ำจากการผลิตกระแสไฟฟ้าแต่ละกรณีศึกษา

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้ เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์เปรียบเทียบการประเมินปริมาณการใช้น้ำในกระบวนการผลิตต่อหน่วยผลิตภัณฑ์และค่า WSF ของผลิตภัณฑ์กระแสไฟฟ้า (1 kWh) จาก 3 กรณีศึกษา โดยที่

กรณีศึกษาที่ 1 เป็นผลิตภัณฑ์กระแสไฟฟ้า (1 kWh) จากโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม มีกระบวนการผลิตเป็นแบบ Cogeneration ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นแหล่งเชื้อเพลิง ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำเจ้าพระยา

กรณีศึกษาที่ 2 เป็นผลิตภัณฑ์กระแสไฟฟ้า (1 kWh) จากโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็ก ใช้เชื้อเพลิงจากเศษวัสดุเหลือใช้ในการเกษตร (ปึกไม้ยางพารา) ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำปัตตานี

และกรณีศึกษาที่ 3 เป็นผลิตภัณฑ์กระแสไฟฟ้า (1kWh) จากโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อน ใช้ก๊าซธรรมชาติและปาล์มน้ำมันเป็นเชื้อเพลิง ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำบางปะกง

สามารถแบ่งการดำเนินงานวิจัยได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. การรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลทุติยภูมิ โดยได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากสถาบันน้ำและสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย และข้อมูลจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ประกอบด้วยข้อมูลข้อมูลทางภูมิศาสตร์ สถานที่ตั้ง พื้นที่ของโรงไฟฟ้า ข้อมูลด้านการผลิตไฟฟ้า ข้อมูลการได้มาของวัตถุดิบ ข้อมูลวิธีการผลิตไฟฟ้า สถิติการผลิต นำเข้าและส่งออกกระแสไฟฟ้า ฐานข้อมูลบัญชีรายการวอเตอร์ฟุตพริ้นต์ พร้อมทั้งได้ทบทวนข้อมูลผลการศึกษาและงานวิจัยด้านการผลิตไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ และใช้แหล่งเชื้อเพลิงต่าง ๆ รวมถึงงานอื่นที่เกี่ยวข้องกับวงจรชีวิตการผลิตไฟฟ้า และผลการศึกษาการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นต์ที่เกี่ยวกับการผลิตไฟฟ้า

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

การคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำในกระบวนการผลิตต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ (Water Consumption) และค่า WSF ผู้วิจัยใช้หลักการ WFA ตามวิธีของ ISO 14046: 2014 Environmental management — Water footprint — Principles, requirements and guidelines ซึ่งมีขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 กำหนดเป้าหมายและขอบเขตการประเมิน

เป้าหมายของการศึกษา คือ ประเมินและเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา พร้อมทั้งศึกษาค่า WSF ของแต่ละกรณีศึกษา

ขอบเขตการศึกษาในงานวิจัย เป็นการประเมินบัญชีรายการวอเตอร์ฟุตพริ้นต์ และประเมินค่า WSF ตามวิธีของ ISO 14046 พิจารณาข้อมูลเฉพาะกระบวนการผลิตเท่านั้น (Gate to Gate)

หน่วยการทำงาน หรือหน่วยหน้าที่ผลิตภัณฑ์ (Function Unit) สำหรับงานวิจัยนี้ คือ ผลิตภัณฑ์กระแสไฟฟ้า 1 kWh

2.2 วิเคราะห์บัญชีรายการวอเตอร์ฟุตพริ้นต์

เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณการใช้ทรัพยากร ปริมาณการใช้น้ำ พลังงาน ปริมาณของเสีย หรือมลพิษที่เกิดขึ้นจากกระบวนการแต่ละขั้นตอนในขอบเขตของการผลิตไฟฟ้า เพื่อจัดทำบัญชีรายการ ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลสารขาเข้า (Input) ได้แก่ การใช้น้ำ เชื้อเพลิง พลังงาน วัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการ การใช้สารเคมี และข้อมูลสารขาออก (Output) ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดขึ้น มลพิษทางอากาศ ความร้อน ของเสียจากกระบวนการ และผลิตภัณฑ์ร่วม

2.3 ประเมินผลกระทบวอเตอร์ฟุตพริ้นต์

เป็นขั้นตอนการประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการผลิตผลิตภัณฑ์ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะเลือกประเมินผลกระทบด้านการขาดแคลนน้ำ คือ เป็นการประเมินปริมาณความต้องการใช้น้ำเทียบกับปริมาณน้ำที่เดิมกลับเข้ามาในพื้นที่เดิม

นั่นคือค่า WSF ซึ่งเกิดจากผลคูณของ ปริมาณการใช้น้ำที่เกี่ยวข้องกับการผลิตไฟฟ้า ตามขอบเขตที่ศึกษา (Water Consumed) กับค่าดัชนีความตึงเครียดน้ำเชิงพื้นที่ (Water Stress Index)

2.4 การแปลผล

เป็นขั้นตอนการแปลผลของการประเมิน WSF จะนำผลลัพธ์และข้อสรุปของการประเมิน WSF มารายงานอย่างสมบูรณ์และเที่ยงตรง โดยต้องปราศจากอคติต่อผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ผลลัพธ์ ข้อมูล วิธีการ สมมติฐาน และข้อจำกัดต่าง ๆ จะต้องมีความโปร่งใสและชัดเจนเพื่อให้สามารถเข้าใจถึงความซับซ้อน และภาวะการได้อย่างเสียอย่าง (Trade-Offs) ในการประเมิน WSF ได้ นอกจากนี้ ในการสรุปผลควรแสดงผลการประเมิน และมีการแปลผลการประเมินที่สอดคล้องกับเป้าหมายการศึกษา ซึ่งชนิดและรูปแบบของรายงานจะต้องถูกระบุไว้ตั้งแต่ขั้นตอนการกำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการศึกษา

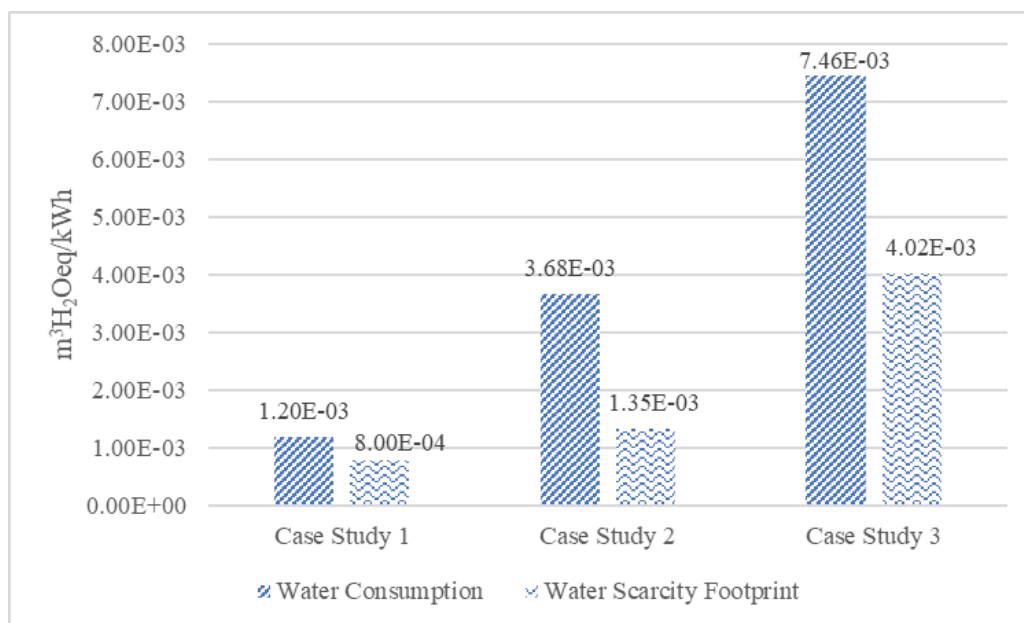
ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์บัญชีรายการข้อมูลสารขาเข้า-สารขาออกในการผลิตไฟฟ้า (1 kWh) และค่า WSF ของแต่ละกรณีศึกษา แสดงดังตารางที่ 1 และภาพที่ 1

ตารางที่ 1 บัญชีรายการข้อมูลสารขาเข้า-สารขาออกในการผลิตไฟฟ้า (1 kWh) และค่า WSF ของแต่ละกรณีศึกษา

	กรณีศึกษาที่ 1			กรณีศึกษาที่ 2			กรณีศึกษาที่ 3		
	Volume/kWh	WSF factor (m ³ H ₂ Oeq/unit)	WSF (%)	Volume/kWh	WSF factor (m ³ H ₂ Oeq/unit)	WSF (%)	Volume/kWh	WSF factor (m ³ H ₂ Oeq/unit)	WSF (%)
1. Fuel	-	2.88E-05	3.60%	-	1.27E-03	94.17%	-	4.44E-05	1.10%
- Natural Gas (NG)	1.77E-01	2.88E-05	3.60%	-	-	-	1.36E-01	1.70E-05	0.42%
- Rubber slab	-	-	-	1.66E+00	1.27E-03	94.17%	-	-	-
- Crude Palm Oil	-	-	-	-	-	-	1.55E-04	2.74E-05	0.68%
2. Resource	-	7.62E-04	95.25%	-	7.13E-05	5.28%	-	3.98E-03	98.89%
- Water Consumption	1.20E-03	7.45E-04	93.06%	3.68E-03	6.56E-05	4.86%	7.46E-03	3.86E-03	95.96%
- Electricity (Back up)	6.84E-03	1.75E-05	2.18%	2.22E-03	5.68E-06	0.42%	4.61E-02	1.18E-04	2.93%
3. Chemical Agents	6.15E-04	9.21E-06	1.15%	1.60E-01	7.49E-06	0.55%	1.18E-05	1.87E-07	0.00%
4. Waste	1.95E-04	3.42E-09	0.00%	2.77E-02	1.97E-08	0.00%	0.00E+00	0.00E+00	0.00%
Water scarcity footprint [Input] - [Output]	-	8.00E-04	100.00%	-	1.35E-03	100.00%	-	4.02E-03	100.00%

ที่มา; จากการคำนวณ



ภาพที่ 1 กราฟแสดงผลการประเมินของแต่ละกรณีศึกษา
ที่มา: จากการคำนวณ

กรณีศึกษาที่ 1 ผลิตถ่านหินกระแสไฟฟ้า (1 kWh) จากโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม มีกระบวนการผลิตเป็นแบบ Cogeneration ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นแหล่งเชื้อเพลิง ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำเจ้าพระยา มีขอบเขตการประเมินแบบ Gate to gate ใช้ข้อมูลการผลิตไฟฟ้า 12 เดือน (มกราคม – ธันวาคม ปี 2016) ผลการประเมินค่า Water consumption คือ 0.0012 m³/kWh และ ค่า WSF คือ 0.0008 m³H₂Oeq/kWh

กรณีศึกษาที่ 2 ผลิตถ่านหินกระแสไฟฟ้า (1 kWh) จากโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็ก ใช้เชื้อเพลิงจากเศษวัสดุเหลือใช้ในการเกษตร (ปึกไม้ยางพารา) ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำปาดตานี มีขอบเขตการประเมินแบบ Gate to gate ใช้ข้อมูลการผลิตไฟฟ้า 12 เดือน (มกราคม – ธันวาคม ปี 2016) ผลการประเมินค่า Water consumption คือ 0.0036 m³/kWh และ ค่า WSF คือ 0.0013 m³H₂Oeq/kWh

กรณีศึกษาที่ 3 เป็นผลิตถ่านหินกระแสไฟฟ้า (1kWh) จากโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อน ใช้ก๊าซธรรมชาติและปาล์มน้ำมันเป็นเชื้อเพลิง ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำบางปะกง มีขอบเขตการประเมินแบบ Gate to gate ใช้ข้อมูลการผลิตไฟฟ้า 3 เดือน (กุมภาพันธ์-เมษายน ปี 2019) ผลการประเมินค่า Water consumption คือ 0.0074 m³/kWh และ ค่า WSF คือ 0.0040 m³H₂Oeq/kWh

อย่างไรก็ตาม ข้อมูลที่นำมาประเมินของแต่ละกรณีศึกษามีข้อจำกัดที่แตกต่างกัน และข้อมูลบางประเภทเป็นความลับของโรงไฟฟ้า ข้อมูลวัตถุดิบหรือสารเคมีที่ใช้บางอย่างในกระบวนการผลิตไม่ครบถ้วนตามความเป็นจริง อาจจะทำให้ค่าที่ได้จากการประเมินคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงได้ และข้อมูลจากการประเมินนี้ยังไม่สามารถใช้อ้างอิงเพื่อเป็นตัวแทนของการใช้น้ำและผลกระทบของการผลิตกระแสไฟฟ้าจากประเภทโรงไฟฟ้าของแต่ละกรณีศึกษา เนื่องจากข้อมูลตัวอย่างยังน้อยเกินไป แต่สามารถใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนในงานวิจัยอื่นได้

สรุปและอภิปรายผล

การดำเนินงานวิจัยเพื่อศึกษาปริมาณการใช้น้ำในการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา โดยการวิเคราะห์บัญชีรายการน้ำในการผลิตกระแสไฟฟ้า ประเมินค่า WSF ของผลิตภัณฑ์ไฟฟ้า 1 kWh โดยค่า WSF เป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงผลกระทบด้านความขาดแคลนน้ำเชิงพื้นที่จากการผลิตกระแสไฟฟ้าในพื้นที่นั้น และน้ำผลที่ได้จากแต่ละกรณีศึกษา เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำและค่า WSF จากการผลิตกระแสไฟฟ้า ผู้วิจัยได้นำหลักการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นต์ (Water Footprint Assessment, WFA) ตามวิธีของ ISO 14046 ผลจากการวิจัยพบว่า ผลการประเมินค่า Water consumption ของการผลิตกระแสไฟฟ้า 1 kWh ของทั้ง 3 กรณีศึกษาพบว่า กรณีศึกษาที่ 1 มีค่า water consumption น้อยที่สุด (0.0012 m³/kWh) รองลงมาคือ กรณีศึกษาที่ 2 (0.0036 m³/kWh) และ กรณีศึกษาที่ 3 มีค่ามากที่สุด (0.0074 m³/kWh) ส่วนค่า WSF ของแต่ละกรณีศึกษา พบว่ากรณีศึกษาที่ 1 มีค่าผลกระทบน้อยที่สุด (0.0008 m³H₂Oeq/kWh) รองลงมาคือ กรณีศึกษาที่ 2 (0.0013 m³H₂Oeq/kWh) และกรณีศึกษาที่ 3 มีค่ามากที่สุด (0.0040 m³H₂Oeq/kWh)

ทั้งนี้ปัจจัยที่มีผลต่อผลการคำนวณครั้งนี้ ได้แก่ ประเภทโรงไฟฟ้า กระบวนการผลิต เชื้อเพลิง รวมทั้งสถานที่ตั้งของโรงไฟฟ้า ซึ่งทำให้ประเมินได้ว่าขั้นตอนใดหรือปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อปริมาณการใช้น้ำ และวัตถุดิบแบบใดที่มีปริมาณการใช้น้ำเทียบเท่าของการได้มาซึ่งวัตถุดิบ ที่มีผลต่อปริมาณน้ำเทียบเท่าของการประเมิน นอกจากนี้ การประเมินผลกระทบเชิงพื้นที่ในด้านการขาดแคลนน้ำของการผลิตผลิตภัณฑ์ในแต่ละพื้นที่ที่มีความตรงเครียดในการใช้น้ำที่แตกต่างกัน การใช้น้ำในปริมาณเท่ากันแต่ใช้ต่างพื้นที่ที่มีความตรงเครียดน้ำที่ต่างกัน ก็ส่งผลให้มีผลกระทบต่อความขาดแคลนน้ำในพื้นที่ที่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

ประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ คือ ทำให้มีฐานข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ในการพัฒนา ปรับปรุงหรืออาจนำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับเปลี่ยนวัตถุดิบ กระบวนการผลิตที่ส่งผลต่อปริมาณการใช้น้ำน้อยที่สุด เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาการผลิตไฟฟ้า หรือใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ อีกทั้งยังเป็นการยกระดับคุณภาพและสร้างลักษณะพิเศษให้กับผลิตภัณฑ์ได้ต่อไปในอนาคต เช่น การหาค่า WF เพื่อให้ข้อมูลแก่ผู้บริโภคเกี่ยวกับปริมาณการใช้น้ำในวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ รวมถึงผลกระทบในด้านต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น และจากการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยพบว่า ประเทศไทยยังขาดฐานข้อมูลด้านน้ำ ปริมาณน้ำเทียบเท่าในการได้มาซึ่งวัตถุดิบ หลักเกณฑ์การประเมิน WFA ที่แน่นอนสำหรับการรับรองค่าที่ประเมินได้ ทั้งนี้ หากมีการศึกษาวิจัยต่อไปในอนาคต อาจจะทำให้เป็นฐานข้อมูลด้านน้ำในการประเมิน WFA ในประเทศไทย เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงด้านการค้า การลงทุน และการพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M., Mekonnen, M.M Hoekstra. (2011). *The Water Footprint Assessment Manual*. London & Washington DC: Earthscan.
- B.G., et al Ridoutt. (2009). Water footprinting at the product brand level case study and future challenges. *Journal of Cleaner Production*, 17, 1228–1235.
- D., Muñoz, I., Hodges, J., King, V.J., Aldaya, M., Erçin, A.E., et al. Jefferies. (2012). Water Footprint and Life Cycle Assessment as approaches to assess potential impacts of products on water consumption. Key learning points from pilot studies on tea and margarin. *Journal of Cleaner Production*, 155-166.
- ISO. (2014). *ISO 14046: 2014 Environmental management — Water footprint — Principles, requirements and guidelines*. Switzerland: ISO 2014.
- MLIT. (2017). *Freshwater Resources, Have You known of it?, Current State of Water Resources in Japan*. เข้าถึงได้จาก Water resources in Japan: http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/water_resources/contents/current_state2.html: 201
- UNEP&CEHI. (2009). *Rainwater Catch it While You Can: A Handbook on Rainwater Harvesting in the Caribbean, A practical guideline featuring best practices for rainwater harvesting in small island*.
- UN-Water. (2014). *The United Nations World Water Development Report, Water and Energy, volume 1*. France: the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- UN-Water. (2018). *The United Nations World Water Development Report, Nature-based Solutions for Water*. France: the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Y., Hubacek, K., Feng, K., Guan, D. Yu. (2010). Assessing regional and global water footprints for the UK. *Ecological Economics* 69, 1140–1147.
- คณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (กนช.). (2017). ยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ พ.ศ.2558 – 2569. *หลักสูตรผู้นำด้านการบริหารจัดการน้ำ* (หน้า 8-9). กรุงเทพมหานคร: คณะกรรมการกำหนดนโยบายและการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ.

การศึกษาผลกระทบจากปัญหาหหมอกควันต่อปัญหาสุขภาพอนามัยของประชาชนที่มาเข้ารับบริการที่โรงพยาบาลเชียงแสน จังหวัดเชียงราย

นายไพบูลย์ แจ่มพงษ์^a และนางสาวชวีศา เจียสกุล^b

^a คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ถนนอุทงนอก, เขตดุสิต, กรุงเทพมหานคร, 10300, E-mail : paiboon.je@ssru.ac.th

^b นักศึกษาหลักสูตรแพทยศาสตรบัณฑิต, สำนักวิชาแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง อ.เมือง จ.เชียงราย 57100

บทคัดย่อ

สถานการณ์ปัญหาหมอกควันในประเทศไทยส่วนใหญ่มักจะเกิดอยู่ในพื้นที่ภาคเหนือและมักจะเกิดขึ้นในช่วงฤดูแล้งของทุกปี อันเป็นผลมาจากการเผาพื้นที่ทางการเกษตรซึ่งมีเศษวัชพืชและเศษวัสดุการเกษตรเป็นเชื้อเพลิง ประกอบกับลักษณะภูมิประเทศที่เป็นแอ่งกระทะและมีภูเขาล้อมรอบ จึงทำให้เพิ่มความรุนแรงของปัญหาหมอกควันยิ่งขึ้น การศึกษารังนี้มมีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อศึกษาผลกระทบจากภาวะหมอกควันต่อปัญหาสุขภาพอนามัยของประชาชนที่มาเข้ารับบริการที่โรงพยาบาลเชียงแสน จังหวัดเชียงราย ในช่วงเดือน กันยายน ถึง เดือนตุลาคม 2561 โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างประชาชน จำนวน 385 คน ที่มาเข้ารับบริการที่โรงพยาบาลเชียงแสน ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากประชาชนที่มาเข้ารับบริการที่โรงพยาบาลเชียงแสนในช่วงเวลาดังกล่าว จากนั้นนำข้อมูลมาประมวลผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติวิเคราะห์ข้อมูล ผลการศึกษาที่สำคัญพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 59.9) มีอายุต่ำสุด 10 ปี อายุสูงสุด 76 ปี มีอายุเฉลี่ย 38.34 ปี (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 19.635) กลุ่มตัวอย่างมีการศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมากที่สุด (ร้อยละ 32.7) ในด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาหมอกควัน กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ (ร้อยละ 68.6) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาหมอกควันอยู่ในระดับสูง เมื่อยามต้องเผชิญสถานการณ์ปัญหาหมอกควันแล้วกลุ่มตัวอย่างที่ให้ข้อมูลส่วนมากมักจะมีพฤติกรรมปฏิบัติต่อปัญหาหมอกควัน ระดับบ่อยมาก ถึงบ่อยที่สุด ในหลายลักษณะ เช่น หลีกเลี่ยงการออกนอกอาคารหรือบ้านพักในวันที่หมอกควันสูง ใช้หน้ากากปิดปาก-จมูกในวันที่มีปัญหาหมอกควัน เมื่อเสบตา-เคืองตาหรือระคายเคืองอันเนื่องมาจากปัญหาหมอกควัน จะใช้ยาหยอดตาและนอนพักผ่อน ในด้านผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย จากข้อมูลพบว่าร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่างที่ให้ข้อมูลได้รับผลกระทบในระดับมากถึงมากที่สุดหลายลักษณะ เช่น เสบตา-เคืองตา ระคายเคืองตา ได้รับกลิ่นฉุน เสบจมูก มีน้ำมูก ไอ คอแห้ง เจ็บคอ คออักเสบ หายใจลำบาก อึดอัด แน่นหน้าอก มีอาการปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน รวมทั้งมีอาการระคายเคืองผิวหนัง มีผื่นคันเป็นต้น ทั้งนี้เมื่อกกลุ่มตัวอย่างได้รับผลกระทบจากปัญหาหมอกควันแล้วกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด (ร้อยละ 100.0) จะมาพบแพทย์ที่โรงพยาบาล

คำสำคัญ: ปัญหาหมอกควันในภาคเหนือ ผลกระทบจากปัญหาหมอกควัน พฤติกรรมการปฏิบัติต่อปัญหาหมอกควัน

The Impact of Smog Pollution towards Health of Patients at Chiang Saen Hospital, Chiang Rai Province

Mr.Paiboon Jeamponk^a and Miss.Chawisa Chiasakul^b

^a Faculty of Science and Technology, Suan Sunandha Rajabhat University
U-Thong nok Rd, Dusit , Bangkok, Thailand, 10300, E-mail : paiboon.je@ssru.ac.th

^b Doctor of Medicine course students, School of Medicine
Mae Fah Luang University
Mueang District, Chiang Rai Province 57100

ABSTRACT

The smog situation in Thailand mostly occurs in the northern part during dry season annually. It is due to the burning agricultural field, having small pieces of weed as fuel. The shallow geography with mountains surrounded cause more severe situation. This research aims to the impact of smog pollution towards health of patients at Chiang Saen Hospital, Chiang Rai Province during September to October 2018. A questionnaire is applied as a tool for collecting data and is distributed to 385 sample (patients at Chiang Saen Hospital) - using purposive sampling method. The data is processed via constant program. The results reveal that the majority of respondents (59.9%) is female; the youngest age is at 10 and the oldest is at 76; the average age is 38.34 (SD = 19.635); holding the senior high school certificate (32.7%). In terms of knowledge on smog problem, the majority of respondents (68.6%) knows and understands the issue at high level. The reaction behavior when facing the matter comes in various forms with high and most frequency, including avoiding going outside during smog forming; using mask; applying eye drops and taking rest in residence. In terms of health, 90% get high and highest impact – eye irritation, bad smell, nasal irritation, nose running, coughing, sore-throat, throat infection, hard breathing, discontent, angina or chest pain, headache, vomiting, skin irritation and itching. Therefore, all of those (100%) visit the doctors at the hospital when they encounter the problem.

Keywords: smog pollution in the north / the impact from smog / reaction behavior towards smog problem

บทนำ

หมอกควัน เกิดจากการสะสมของควันและฝุ่นละอองในอากาศ จัดได้ว่าเป็นมลพิษทางอากาศที่สำคัญอย่างหนึ่งในภาคเหนือของประเทศไทย เป็นผลผลิตของกระบวนการเผาไหม้หรือการสันดาปที่ไม่สมบูรณ์ซึ่งจะมีการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศ เช่น ฝุ่นละอองขนาดเล็ก ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โอโซน ฯลฯ ออกมาสะสมอยู่ในบรรยากาศภายนอกโดยสัดส่วนขององค์ประกอบของสารแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับประเภทของเชื้อเพลิง ระดับความชื้นในอากาศ อุณหภูมิของไฟ ความเร็วและทิศทางลมเป็นต้น สารปนเปื้อนในมลพิษทางอากาศที่ฝังตัวอยู่กับอนุภาคฝุ่นละอองขนาดเล็กจะมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับบริบทและสภาพแวดล้อมของพื้นที่นั้นๆ เช่น สารประกอบอินทรีย์ที่มีชื่อว่า

พอลิไซคลิกอะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons) ที่มักเรียกชื่อว่า พีเอเอช หรือ พาร์ (PAH) ซึ่งมีสารสมาชิกไม่น้อยกว่าสิบชนิดที่เป็นสารก่อมะเร็ง และแทบทุกชนิดเป็นสารที่คงอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นานไม่สลายตัวได้ง่ายซึ่งเมื่อสารปนเปื้อนเหล่านี้เข้าไปในระบบทางเดินหายใจจนถึงปอดของบุคคลแล้วจะไม่สามารถขับออกมาได้โดยง่าย (มงคล รายนาคกร, 2553) ปัญหาหมอกควันนี้ถ้ามีค่าฝุ่นละอองในอากาศ เกิน 120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร จะมีผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพของประชาชน โดยเฉพาะผู้ที่ป่วยโรคทางเดินหายใจและในเด็กจะมีอาการผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นได้ เช่น ระคายเคือง แสบตา แสบจมูก น้ำมูกไหล ไอ คอแห้ง เจ็บคอ หายใจลำบาก อึดอัดแน่นหน้าอก ปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน ทั้งนี้สำหรับผู้ที่เป็นโรคหอบหืดมีความเสี่ยงที่จะมีอาการทรุดหนักถึงขั้นเสียชีวิตได้ เนื่องจากขีดความสามารถในการทำงานของปอดจะลดลงอย่างรวดเร็วและแม้ว่าอาจจะไม่เสียชีวิตด้วยโรคหอบหืดแต่ในระยะยาวมักจะเสียชีวิตด้วยโรคมะเร็งปอด(กรมควบคุมมลพิษ, 2553) นอกจากนี้ปัญหาหมอกควันยังทำให้เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือน เกิดความเดือดร้อนรำคาญแก่ประชาชน บดบังทัศนวิสัย เป็นอุปสรรคในการคมนาคมและขนส่ง รวมทั้งยังส่งผลกระทบต่อการท่องเที่ยวที่เป็นระบบเศรษฐกิจที่สำคัญของชุมชนในพื้นที่นั้น ๆ ซึ่งความรุนแรงของปัญหาหมอกควันโดยทั่วไปจะปรากฏชัดเจนในช่วง ที่มีสภาวะอากาศที่แห้งและนิ่ง อันจะทำให้ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นสามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้ยาวนาน

ปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาหมอกควัน

ปัญหาหมอกควัน เป็นปัญหามลพิษทางอากาศที่เกิดจากการสะสมของควันและฝุ่นละอองในอากาศ โดยเกิดขึ้นจากการเผาไหม้ของวัสดุต่างๆ เช่น การเกิดไฟฟ้า การเผาเศษวัสดุทางการเกษตร ฯลฯ รวมถึงการใช้เชื้อเพลิงจากภาคคมนาคมและอุตสาหกรรม ซึ่งมีการปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศ เช่น ฝุ่นละอองขนาดเล็ก ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โอโซน ฯลฯ ออกมาสะสมอยู่ในบรรยากาศภายนอก โดยสัดส่วนขององค์ประกอบของสารแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับประเภทของเชื้อเพลิง ระดับความชื้นในอากาศ อุณหภูมิของไฟ ความเร็วและทิศทางลม เป็นต้น ซึ่งสามารถทำให้เกิดผลกระทบต่อประชาชนทั้งทางด้านสุขภาพ เศรษฐกิจ คมนาคม วิถีชีวิต ฯลฯ ปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาหมอกควันประกอบด้วยสภาพภูมิอากาศและสภาพภูมิประเทศ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ความกดอากาศ ทิศทางลม พื้นที่แอ่งกระทะ เขตเมืองที่มีอาคารสูง ฯลฯ โดยจะสังเกตได้ว่าในพื้นที่ที่จะประสบกับปัญหาหมอกควันรุนแรงกว่าพื้นที่อื่นๆ เช่น ในพื้นที่ที่เป็นลักษณะแอ่งกระทะที่มีภูเขาล้อมรอบ จะมีโอกาสที่จะเกิดปัญหาหมอกควันรุนแรงเพิ่มมากขึ้น และในวันที่มีความกดอากาศสูงหรือไม่มีการพัดผ่านของลม จะทำให้หมอกควันลอยปกคลุมในพื้นที่อย่างยาวนานกว่าวันที่มีอากาศแจ่มใสหรือมีการพัดผ่านของลมหรือมีความชื้นในอากาศสูง เช่น ฝนตกเป็นต้น ซึ่งลักษณะของการเกิดไฟและการกระจายตัวของหมอกควัน โดยทั่วไปแล้วลมจะเป็นตัวสนับสนุนทำให้ความเข้มข้นของหมอกควันลดลง เพราะควันจะเจือจางหากมีปริมาตรอากาศเพิ่มขึ้น โดยในช่วงที่เกิดความร้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่เกิดการไหม้ระยะแรก ควันไฟจะลอยตัวขึ้นด้านบนและจะคงตัวจนกระทั่งเริ่มเย็น จากนั้นจะค่อยลดตัวต่ำลงและเริ่มเจือจางและแพร่กระจายมากขึ้น ในช่วงเวลาที่มีแดดอากาศจะร้อนและลอยตัวขึ้นด้านบน ซึ่งจะนำเอาฝุ่นและควันไฟลอยตามขึ้นไปด้วย หลังจากนั้นในช่วงเวลาตอนเย็นที่พระอาทิตย์เริ่มตก อุณหภูมิบริเวณพื้นดินจะเริ่มเย็นตัวลง และอากาศจะลดตัวต่ำลงในบริเวณหุบเขา ในช่วงเวลาเย็นๆอากาศใกล้พื้นดินจะเย็นกว่าอากาศด้านบน ทำให้อากาศไม่สามารถเคลื่อนตัวสู่ด้านบนได้ จึงส่งผลทำให้หมอกควันสะสมในบริเวณหุบเขาในช่วงเวลากลางคืน ดังนั้นความรุนแรงของปัญหาหมอกควันจะขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ทำให้ระดับของหมอกควันในแต่ละพื้นที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ ความเข้มข้นของมลพิษหมอกควันจะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพของลมที่เกิดขึ้น(กรมอนามัย, 2558)

Particulate Matter หรือ PM เป็นเขม่าและฝุ่นละออง พวกมันสามารถเดินทางลึกเข้าไปในเนื้อเยื่อปอดและเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรโดยส่วนใหญ่มาจากโรงไฟฟ้า แต่ก็มีบางครั้งที่เกิดจากภูเขาไฟ พายุ และเพลิงไหม้ ส่วนตัวเลขที่ต่อท้าย เช่น PM10 และ PM2.5 หมายถึงขนาดของละอองฝุ่น มีหน่วยเป็นไมครอน โดยฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 10 ไมครอนลงมา นั่นคือ PM10 จะก่อให้เกิดความกังวลต่อสุขภาพ เพราะหากเราสูดดมเข้าไปจะสามารถสะสมในระบบทางเดินหายใจได้ ในขณะที่อนุภาคฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอนลงมา นั่นคือ

PM2.5 จะส่งผลต่อสุขภาพมากกว่า เพราะเป็นฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กสามารถแทรกซึมเข้าไปในร่างกายได้ลึกมากและอันตรายมาก องค์การอนามัยโลก (WHO) จึงกำหนดเกณฑ์มาตรฐาน PM2.5 ว่าไม่ควรเกิน 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สารมลพิษที่อยู่ในอากาศอาจอยู่ในรูปก๊าซหรือในรูปของอนุภาคแขวนลอยที่ลอยปะปนอยู่ในอากาศ ความรุนแรงของสารมลพิษที่มีต่อสุขภาพขึ้นอยู่กับขนาดของฝุ่นละออง ความเข้มข้น และระยะเวลาที่สัมผัส รวมทั้งสภาพร่างกายของผู้รับแต่ละคนด้วย โดยอนุภาคแขวนลอยในอากาศ จะมีขนาดตั้งแต่ 0.01-1,000 ไมครอน แต่อนุภาคที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์คือ อนุภาคที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอนหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งได้ว่า สารอนุภาค (Suspended particulate matter) PM10 หมอกควันจัดเป็นฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า PM10 ซึ่งสามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนปลายได้ งานวิจัยหลายชิ้นได้ยืนยันว่าการได้รับฝุ่นละอองขนาด PM10 ไม่ว่าจะเป็นช่วงสั้นๆ หรือเป็นเวลานานล้วนแต่ทำให้เกิดภาวะความเจ็บป่วยและความตายของมนุษย์เพิ่มขึ้นโดยระดับความเข้มข้นของการได้รับฝุ่นละอองขนาด PM10 ที่มากขึ้นจะเพิ่มอัตราเสี่ยงในการเป็นโรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจ โรคหลอดเลือดหัวใจ และภูมิแพ้ต่างๆ(พงศเทพ วิวรรณเดชะและคณะ, 2550) ดังนั้นไม่ว่าในแต่ละวันเราจะได้รับฝุ่นละอองในปริมาณที่มากหรือน้อยก็จะเป็นอันตรายทั้งสิ้น และจะเกิดการสะสมในร่างกายเพราะอนุภาคของฝุ่นละอองมีขนาดเล็กมาก สามารถไปเกาะอยู่ตามเส้นเลือดฝอยและผนังของทางเดินหายใจ ทำให้ระบบทางเดินหายใจเกิดการระคายเคืองและอักเสบได้ จะเกิดอาการไอ หอบหืด หลอดลมอักเสบ และถ้าเข้าไปในปอดแล้วไม่สามารถขับออกมาได้ สารพิษดังกล่าวจะมีสารประกอบอินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็ง และแทบทุกชนิดเป็นสารคงอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นานไม่สลายตัว ฉะนั้นเราทุกคนควรตระหนักถึงพิษภัยจากหมอกควัน ฝุ่นละอองขนาดเล็กให้มากยิ่งขึ้น

ปัญหาภาวะหมอกควันในภาคเหนือ

สถานการณ์ปัญหาหมอกควันในประเทศไทยส่วนใหญ่มักจะอยู่ในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศ โดยปัญหาหมอกควันนั้นมักจะเกิดในช่วงฤดูแล้ง (มกราคม-เมษายน) ของทุกปี ซึ่งเป็นผลมาจากการเผาพื้นที่ทางการเกษตรอันมีเศษวัชพืชและเศษวัสดุทางการเกษตรเป็นเชื้อเพลิง อีกทั้งมีการเผาป่าในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณที่มีเศษกิ่งไม้และใบไม้ร่วงสะสมเป็นเชื้อเพลิงประกอบกับในพื้นที่ภาคเหนือมีลักษณะภูมิประเทศที่เป็นแอ่งกระทะและมีภูเขาล้อมรอบ จึงทำให้เพิ่มความรุนแรงของปัญหาหมอกควันยิ่งขึ้นจากข้อมูลในปี 2557 สถานการณ์คุณภาพอากาศใน 9 จังหวัดภาคเหนือ ประกอบด้วยจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง พะเยา แพร่ น่าน แม่ฮ่องสอน และตาก ซึ่งได้เก็บข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม - 30 เมษายน 2557 พบว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) เฉลี่ย 24 ชั่วโมง สูงสุด ณ เวลา 00.00 น. มีค่าเท่ากับ 318 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (มก./ลบ.ม.) (ที่ตำบลจอกคำ อำเภอมอง เมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ในวันที่ 21 มีนาคม 2557) ซึ่งเกินกว่ามาตรฐานกรมควบคุมมลพิษ (120 มก./ลบ.ม.) โดยพบว่าจังหวัดที่มีค่าปริมาณฝุ่นละอองเกินมาตรฐาน ได้แก่ จังหวัดลำพูน แม่ฮ่องสอน เชียงราย และแพร่ (กรมควบคุมมลพิษ, 2557)

วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) ศึกษาผลกระทบจากปัญหาหมอกควันต่อภาวะสุขภาพอนามัยของประชาชนที่มารับบริการที่โรงพยาบาลเชียงใหม่ จังหวัดเชียงราย
- 2) ศึกษาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาหมอกควันของประชาชนที่มารับบริการที่โรงพยาบาลเชียงใหม่ จังหวัดเชียงราย
- 3) ศึกษาพฤติกรรมการปฏิบัติต่อปัญหาหมอกควันของประชาชนที่มารับบริการที่โรงพยาบาลเชียงใหม่ จังหวัดเชียงราย

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ โดยใช้แบบสอบถามที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างประชาชน ที่มาเข้ารับบริการที่โรงพยาบาลเชียงใหม่ จังหวัดเชียงราย ในระหว่างวันที่ 1 กันยายน - 31 ตุลาคม 2561

จำนวน 385 คน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง(Purposive sampling) จากนั้นนำข้อมูลมาตรวจสอบความสมบูรณ์และวิเคราะห์ประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลการวิจัย

1. สถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงคิดเป็นร้อยละ 59.5 และเพศชายคิดเป็นร้อยละ 40.5 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ให้ข้อมูล มีอายุต่ำสุด 10 ปี อายุสูงสุด 76 ปี มีอายุเฉลี่ย 38.34 ปี (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 19.635) กลุ่มตัวอย่างมีการศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมากที่สุด 126 คน คิดเป็นร้อยละ 32.7 รองลงมามีการศึกษาในระดับ ปริญญาตรี อนุปริญญา และมัธยมศึกษาตอนต้นตามลำดับ ในด้านการมาเข้ารับบริการที่โรงพยาบาลเชียงใหม่ จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่ากลุ่มตัวอย่างมาเข้ารับบริการเป็นครั้งแรกจำนวน 71 คน คิดเป็นร้อยละ 18.4 และที่เหลือมาเข้ารับบริการมากกว่าหนึ่งครั้งจำนวน 314 คน คิดเป็นร้อยละ 81.6 โดยมีค่าการมาเข้ารับบริการต่ำสุด 2 ครั้ง ค่าสูงสุด 20 ครั้งและเมื่อพิจารณาในภาพรวมกลุ่มตัวอย่างมาเข้ารับบริการที่โรงพยาบาลเชียงใหม่มีค่าเฉลี่ย 6.9 ครั้ง (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.468)

2. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาหมอกควัน

ผลการศึกษาด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาหมอกควันของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาหมอกควันอยู่ในระดับสูงจำนวน 264 คน คิดเป็นร้อยละ 68.6 อยู่ในระดับปานกลางจำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 5.5 และมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาหมอกควันอยู่ในระดับต่ำจำนวน 100 คนคิดเป็นร้อยละ 26.0

3. พฤติกรรมการปฏิบัติต่อปัญหาหมอกควัน

ผลการศึกษาพฤติกรรมการปฏิบัติต่อปัญหาหมอกควัน พบว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งหมด (ร้อยละ 100.0)เคยเผชิญกับปัญหาภาวะหมอกควันมาแล้วและเมื่อสอบถามถึงสถานการณ์ต่างๆเกี่ยวกับปัญหาหมอกควันที่พบ ประเด็นแรกถามว่า เมื่อพบว่าเกิดปัญหาหมอกควันบนท้องถนนท่านมักจะหลบปัญหาโดยการกลับเข้าบ้านพัก พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมการปฏิบัติต่อปัญหาหมอกควันในระดับบ่อยมากมีจำนวน มากที่สุด 188 คน คิดเป็นร้อยละ 48.8 รองลงมามีระดับการปฏิบัติบ่อยสุดจำนวน 153 คน คิดเป็นร้อยละ 39.7 และมีการปฏิบัติในระดับบ่อย จำนวนน้อยที่สุด 44 คน คิดเป็นร้อยละ 11.4 ตามลำดับ เมื่อสอบถามถึงการหลีกเลี่ยงการออกนอกอาคารหรือบ้านพักในวันที่มีปัญหาหมอกควันสูง พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมการปฏิบัติในระดับบ่อยสุด จำนวน มากที่สุด 186 คนคิดเป็นร้อยละ 48.3 รองลงมามีพฤติกรรมการปฏิบัติในระดับบ่อยมากจำนวน 166 คนคิดเป็นร้อยละ 43.1 มีพฤติกรรมการปฏิบัติในระดับบ่อย จำนวน 25 คนคิดเป็นร้อยละ 6.5 และมีพฤติกรรมการปฏิบัติในระดับนานๆครั้งจำนวน 8 คนคิดเป็นร้อยละ 2.1 ตามลำดับ เมื่อสอบถามว่าท่านใช้หน้ากากปิดปาก-จมูกในวันที่มีปัญหาหมอกควันสูง พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมการปฏิบัติในระดับบ่อยสุด จำนวนมากที่สุด 278 คนคิดเป็นร้อยละ 72.2 รองลงมามีพฤติกรรมการปฏิบัติในระดับบ่อยมากจำนวน 90 คนคิดเป็นร้อยละ 23.4 และมีพฤติกรรมการปฏิบัติในระดับบ่อย จำนวนน้อยที่สุด 17 คนคิดเป็นร้อยละ 4.4 ตามลำดับ เมื่อสอบถามว่าท่านถูพื้นบ้านหรือทำความสะอาดบ้านพักบ่อยขึ้นในวันที่มีปัญหาหมอกควัน จากข้อมูลที่วิเคราะห์นั้นชี้ชัดว่ากลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมการปฏิบัติในระดับบ่อยมาก จำนวนมากที่สุด 189 คนคิดเป็นร้อยละ 49.1 รองลงมา มีพฤติกรรมการปฏิบัติในระดับบ่อยสุดจำนวน 136 คนคิดเป็นร้อยละ 35.3 และมีพฤติกรรมการปฏิบัติในระดับบ่อย จำนวนน้อยที่สุด 60 คนคิดเป็นร้อยละ 15.6 และสุดท้ายสอบถามว่าเมื่อท่านแสบตา-เคืองตา หรือระคายเคืองอื่นเนื่องมาจากปัญหาหมอกควัน ท่านจะใช้น้ำหยอดตาและนอนพักผ่อน พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมการปฏิบัติในระดับบ่อยมาก จำนวนมากที่สุด 182 คนคิดเป็นร้อยละ 47.2 รองลงมามีพฤติกรรมการปฏิบัติในระดับบ่อยสุดจำนวน 125 คนคิดเป็นร้อยละ 32.5 มีพฤติกรรมการปฏิบัติในระดับบ่อยจำนวน 61 คนคิดเป็นร้อยละ 15.8 และมีพฤติกรรมการปฏิบัติในระดับนานๆครั้ง จำนวน 17 คนคิดเป็นร้อยละ 4.4 ตามลำดับ

4. ผลกระทบด้านสุขภาพอนามัยอันเนื่องมาจากปัญหาหมอกควัน

การศึกษาถึงผลกระทบด้านสุขภาพอนามัยอันเนื่องมาจากปัญหาหมอกควันของกลุ่มตัวอย่าง พบว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งหมด (ร้อยละ 100.0) เคยได้รับผลกระทบจากปัญหาหมอกควันมาแล้ว โดยผลกระทบในด้านที่มีอาการ แสบตา-เคืองตา ระคายเคืองตา พบว่ากลุ่มตัวอย่างได้รับผลกระทบในระดับมากที่สุด มีจำนวน มากที่สุด 234 คนคิดเป็นร้อยละ 60.8 รองลงมาได้รับผลกระทบในระดับมากจำนวน 132 คนคิดเป็นร้อยละ 34.3 และได้รับผลกระทบในระดับปานกลาง จำนวนน้อยที่สุด 19 คนคิดเป็นร้อยละ 4.9

ในด้านผลกระทบได้รับกลิ่นฉุน แสบจุก มีน้ำมูก พบว่ากลุ่มตัวอย่างได้รับผลกระทบในระดับมากที่สุด มีจำนวนมากที่สุด 190 คน คิดเป็นร้อยละ 49.4 รองลงมาได้รับผลกระทบในระดับมาก จำนวน 174 คนคิดเป็นร้อยละ 45.2 และได้รับผลกระทบในระดับปานกลาง จำนวนน้อยที่สุด 21 คน คิดเป็นร้อยละ 5.5 สำหรับผลกระทบในด้าน ไอ คอแห้ง เจ็บคอ คออักเสบ พบว่ากลุ่มตัวอย่างได้รับผลกระทบในระดับมากที่สุด มีจำนวนมากที่สุด 285 คนคิดเป็นร้อยละ 67.0 รองลงมาได้รับผลกระทบในระดับมาก จำนวน 124 คนคิดเป็นร้อยละ 32.2 และได้รับผลกระทบในระดับปานกลาง จำนวนน้อยที่สุด 3 คนคิดเป็นร้อยละ 0.8 ส่วนผลกระทบในด้านทำให้หายใจลำบาก อึดอัด แน่นหน้าอก พบว่ากลุ่มตัวอย่างได้รับผลกระทบในระดับมาก จำนวนมากที่สุด 184 คนคิดเป็นร้อยละ 47.8 รองลงมาได้รับผลกระทบในระดับมากที่สุด จำนวน 170 คนคิดเป็นร้อยละ 44.2 ผลกระทบในระดับปานกลาง จำนวน 19 คนคิดเป็นร้อยละ 4.9 และได้รับผลกระทบในระดับน้อยจำนวน 12 คนคิดเป็นร้อยละ 3.1 ตามลำดับ ผลกระทบในด้านมีอาการปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน พบว่ากลุ่มตัวอย่างได้รับผลกระทบในระดับมาก จำนวนมากที่สุด 205 คนคิดเป็นร้อยละ 53.2 รองลงมาได้รับผลกระทบในระดับมากที่สุดจำนวน 144 คนคิดเป็นร้อยละ 37.4 ได้รับผลกระทบในระดับปานกลาง จำนวน 22 คนคิดเป็นร้อยละ 5.7 และได้รับผลกระทบในระดับน้อย จำนวน 14 คนคิดเป็นร้อยละ 3.6 ตามลำดับ สุดท้ายผลกระทบในด้านมีอาการระคายเคืองผิวหนัง มีผื่นคัน พบว่ากลุ่มตัวอย่างได้รับผลกระทบในระดับมากที่สุด จำนวนมากที่สุด 203 คนคิดเป็นร้อยละ 52.7 รองลงมาได้รับผลกระทบในระดับมากที่สุดจำนวน 151 คนคิดเป็นร้อยละ 39.2 และได้รับผลกระทบในระดับปานกลาง จำนวนน้อยที่สุด 31 คนคิดเป็นร้อยละ 8.1 และเมื่อกลุ่มตัวอย่างได้รับผลกระทบด้านปัญหาสุขภาพอนามัยอันเนื่องมาจากปัญหาหมอกควันแล้วท่านจะดำเนินการอย่างไร ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด(ร้อยละ 100.0)จะมาพบแพทย์ที่โรงพยาบาล

5. แนวทางพัฒนาในการป้องกันปัญหาสุขภาพอนามัยจากปัญหาหมอกควัน

เมื่อสอบถามถึง ข้อเสนอแนะในการป้องกันปัญหาสุขภาพอนามัยจากปัญหาหมอกควัน พบว่ากลุ่มตัวอย่างได้ให้ข้อเสนอแนะในการป้องกันปัญหาสุขภาพอนามัยจากปัญหาหมอกควันที่สำคัญดังนี้

- ควรสวมหน้ากากอนามัยปิดปาก-จุก ก่อนออกไปในพื้นที่ ที่มีปัญหาหมอกควัน
- หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรแจ้งเตือน / ประชาสัมพันธ์ให้ความรู้ และแนะนำวิธีป้องกัน รวมถึงแจกหน้ากากอนามัยให้กับประชาชน
- ควรหลีกเลี่ยงการเข้าไปในพื้นที่ที่มีหมอกควันหรือ งดออกจากที่พัก
- ถ้ามีปัญหาด้านสุขภาพเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ ทางผิวหนัง ควรไปพบแพทย์
- ควรได้อาบน้ำ สระผมบ่อยๆ หลังจากออกไปข้างนอก ที่มีปัญหาหมอกควัน
- รมรงศ์ลดการเผาขยะ และให้มีการปลูกป่าเพิ่ม
- ประชาชนควรติดตามข่าวสาร เกี่ยวกับปัญหาหมอกควัน
- ดื่มน้ำสะอาดมากๆ เพื่อขับฝุ่นออกจากร่างกาย
- ปิดประตูหน้าต่างที่พกป้องกันปัญหาหมอกควัน

อภิปรายผล

จากข้อมูลผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ให้ข้อมูลส่วนมาก ประมาณร้อยละ 68 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาหมอกควันอยู่ในระดับสูงทั้งนี้อาจเป็นเพราะกลุ่มตัวอย่างที่ให้ข้อมูลเป็นประชาชนที่อาศัยและประกอบอาชีพอยู่ในพื้นที่ถิ่นเชียงแสนมานานหลายปีแล้วซึ่งสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือมักจะเกิดขึ้นในช่วงฤดูแล้งของทุกปีจึงทำให้ประชาชนส่วนมากเกิดการเรียนรู้จากปัญหาดังกล่าวและเมื่อยามต้องเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาหมอกควันแล้วกลุ่มตัวอย่างที่ให้ข้อมูลส่วนมากมักจะมีพฤติกรรมการปฏิบัติต่อปัญหาหมอกควัน ระดับน้อยมาก ถึงน้อยที่สุด ในหลายลักษณะ เช่น ใช้หน้ากากปิดปาก-จุกในวันที่มีปัญหาหมอกควันสูง หลีกเลี่ยงการออกนอกอาคารหรือบ้านพักในวันที่มีหมอกควันสูง เป็นต้น ซึ่งพฤติกรรมการปฏิบัติต่อปัญหาหมอกควันของประชาชนกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวเป็นสิ่งที่ดี สมควรเผยแพร่ให้ประชาชนทั่วไปในวงกว้าง ทั้งเด็กเยาวชนตลอดถึงผู้สูงวัยได้รับทราบถึงวิธีการปฏิบัติตนดังกล่าวอย่างทั่วถึงด้วย ในด้านผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนจากข้อมูลพบว่าร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่างที่ให้ข้อมูลได้รับผลกระทบในระดับมากถึงมากที่สุด ในหลายลักษณะ เช่น แสบตา-เคืองตา ระคายเคืองตา ได้รับกลิ่นฉุน แสบจุก มีน้ำมูก ไอ คอแห้ง เจ็บคอ คออักเสบ หายใจลำบาก อึดอัด แน่นหน้าอก มีอาการ

ปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียนรวมทั้งมีอาการระคายเคืองผิวหนัง มีผื่นคัน เป็นต้น ซึ่งปัญหาผลกระทบด้านสุขภาพอนามัยของประชาชนอันเกิดจากปัญหามลพิษเหล่านี้หน่วยงานที่ให้การรักษายาบาลปฐมภูมิในพื้นที่ ควรที่จะต้องวางแผนเร่งรัดจัดบุคลากรไปให้คำแนะนำในการดูแล การป้องกันรวมทั้งการรักษายาบาลเบื้องต้นแก่ประชาชนในวงกว้างโดยอาจไปร่วมดำเนินการกับหน่วยงานอื่นๆในชุมชนก็ได้

ข้อเสนอแนะ

1) ควรให้มีการศึกษาวิจัยปัญหามลพิษในช่วงฤดูกาลต่างๆ เช่น ฤดูร้อน ฤดูหนาว ฤดูฝน ตลอดปี โดยศึกษาเกี่ยวกับประชาชนกลุ่มตัวอย่างที่หลากหลาย ทั้งเด็ก เยาวชน และผู้สูงอายุ แล้วนำผลการศึกษาเปรียบเทียบในช่วงที่มีปัญหามลพิษและไม่มีปัญหารวมทั้งศึกษาผลกระทบที่อาจเกิดกับประชาชนจากกลุ่มอายุต่างๆ

2) หน่วยงานในพื้นที่ ควรร่วมกันจัดตั้งกลุ่มจิตอาสา ออกรณรงค์ ลดการเผาขยะ และให้มีการปลูกป่ารวมทั้งจัดทำสื่อประชาสัมพันธ์ในรูปแบบต่างๆที่หลากหลาย ในการป้องกันตนเอง และการรักษายาบาลเบื้องต้นถึงผลกระทบจากปัญหามลพิษ

เอกสารอ้างอิง

1.กรมควบคุมมลพิษ.(2553). **มลพิษหมอกควันในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

2.มงคล รายนคร.(2553). **หมอกควันและมลพิษทางอากาศในจังหวัดเชียงใหม่**. เชียงใหม่: เอกสารวิชาการ ชุดความรู้นโยบายสาธารณะ แผนงานสร้างเสริมการเรียนรู้กับสถาบันอุดมศึกษาไทยเพื่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดี สถาบันศึกษานโยบายสาธารณะ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ .

3.กรมอนามัย.(2558). **แนวทางการเฝ้าระวังพื้นที่เสี่ยงจากมลพิษทางอากาศ ;กรณีหมอกควัน**. กรุงเทพฯ: กระทรวงสาธารณสุข.

4.พงศ์เทพ วิวรรณเดชะ มุทิตา ตระกูลทิวากร เฉลิม ลัวศรีสกุล สุวรรณ์ ยิบมันตะสิริ และนิมิต อินปั้นแก้ว (2550). **รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์: “โครงการการศึกษาระดับรายวันของฝุ่นในอากาศและผลกระทบต่อสุขภาพในผู้ป่วยที่เป็นโรคหอบหืดภายในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน”**. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว).

5.กรมควบคุมมลพิษ. (2557). **สถานการณ์คุณภาพอากาศในจังหวัดภาคเหนือ**. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

6.วิจารณ์ สิมายา(2555). **มลพิษจากหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือ: ปัญหาและแนวทาง**.กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

การติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนจังหวัดสมุทรสงคราม ด้วยเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล

วลัยพร ผ่อนผัน มินตรา วงษ์กาด ดารุณี ระวังภัย

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

E-mail: walaiporn.ph@ssru.ac.th

บทคัดย่อ

ป่าชายเลนในประเทศไทยเป็นแหล่งกำเนิดอาหารและสิ่งมีชีวิตนานาชนิด นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำที่สำคัญด้วย ดังนั้นข้อมูลการเปลี่ยนแปลงและการกระจายตัวของพื้นที่ป่าชายเลนจึงเป็นข้อมูลที่สำคัญสำหรับการจัดการพื้นที่ป่าไม้อย่างมีประสิทธิภาพ การสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ได้ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในการติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลน ดังนั้นงานวิจัยนี้มุ่งเน้นในการศึกษาการติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนจังหวัดสมุทรสงครามด้วยเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล ในระหว่างปีพ.ศ.2551 ถึง พ.ศ.2561 จังหวัดสมุทรสงคราม โดยใช้ข้อมูลดาวเทียมในการศึกษาตรวจสอบพื้นที่ป่าชายเลนทั้งจังหวัดสมุทรสงคราม โดยการวิเคราะห์จากข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat 5 TM และข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat 8 ด้วยการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธีการจำแนกแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) และดัชนีชี้วัดพืชพรรณ โดยจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ พื้นที่ป่าชายเลน พื้นที่สิ่งปลูกสร้างหรือพื้นที่เมือง พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่แปลงดินว่างเปล่า พื้นที่บ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ และพื้นที่แหล่งน้ำ ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน มีความถูกต้องรวมจากการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน อยู่ที่ ร้อยละ 53 ถึงร้อยละ 83 ผลการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลน พบว่าป่าชายเลนมีขนาดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 – 2554 และเริ่มลดลงในปี พ.ศ.2554 – 2558 และเพิ่มขึ้นอีกในปี พ.ศ.2558 – 2560 ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลน และการใช้ที่ดินนั้นมีประโยชน์อย่างมากต่อหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง และหน่วยงานในพื้นที่ท้องถิ่นนั้น เพื่อการวางแผนการบริหารจัดการการพัฒนาพื้นที่ป่าชายเลนอย่างยั่งยืนในอนาคตได้

คำสำคัญ: ป่าชายเลน , ภูมิสารสนเทศ , เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล

Monitoring Mangrove forest Land cover changes with Remote sensing in Samut Songkhram Province

Walaiporn Phonphan, Mintra Wongkad, Darunee Rawangpai

Faculty of Science and Technology, Suan Sunandha Rajabhat University, Bangkok, Thailand

E-mail; walaiporn.ph@ssru.ac.th, taywalaiporn@gmail.com

Abstract

The mangrove forest in Thailand provides food and many living organisms. Mangrove forests also provide important nursery habitat for many species of fishes. Therefore, knowledge on mangroves distribution and change is importance for effective management. Remote sensing and geographic information system has been widely used to characterize and monitor and studies on mangroves change. The main of research is monitoring mangrove forest land cover changes in Samut Songkhram Province from 2008 to 2018. This study used multi-temporal Landsat TM data and ancillary GIS data to quantify mangrove cover changes in the whole of Samut Songkhram. This research used supervised classification technique and NDVI index. Land-use was classed 6 groups which were mangrove forest area, urban area, agricultural area, bare land area, fishery farm area and water area. The result found that overall accuracy by calculating Error matrix during 53 to 83 percentages. The mangrove forest area is increasing between 2008 to 2011 and 2015 - 2017. In the other hand, mangrove forest areas are decreased between 2011 -2015. Information of mangrove forest area change of this study is very useful to local government and urban planners for the betterment of future plans of sustainable development of mangrove forest.

Keywords: mangrove forest, remote sensing, geographic information system

บทนำ

ป่าชายเลน เป็นระบบนิเวศที่มีความเฉพาะตัวและมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง เป็นองค์ประกอบที่สำคัญยิ่งของชายฝั่งทะเล นับเป็นทรัพยากรที่มีคุณค่ามหาศาลทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมของประเทศ ป่าชายเลนเป็นแหล่งยังชีพของประชากรที่อยู่ตามชายฝั่งทะเลซึ่งอาศัยรายได้จากการทำประมงขนาดเล็กและการเพาะปลูก เลี้ยงสัตว์น้ำตามชายฝั่ง นอกจากนี้ ป่าชายเลนมีบทบาทสำคัญในการป้องกันพื้นที่ชายฝั่งทะเล โดยจะช่วยลดความรุนแรงของคลื่นและลมพายุไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อระบบนิเวศ และช่วยป้องกันการกัดเซาะดินที่อยู่บริเวณชายฝั่งทะเลไม่ให้เกิดการพังทลาย เป็นแหล่งดักตะกอน สารปฏิภูม และสารมลพิษต่างๆ จากบนบกไม่ให้ลงสู่ทะเล โดยรากของต้นไม้ในป่าชายเลนที่งอกออกมาเหนือพื้นดินจะทำหน้าที่คล้ายตะแกรงธรรมชาติคอยกั้นกรองสิ่งของต่างๆ ที่มากับกระแสน้ำ นอกจากนี้ป่าชายเลนยังช่วยทำให้แผ่นดินบริเวณชายฝั่งทะเลงอกขยายตัวออกไปทะเล อันเหมาะแก่การเกิดของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนและการเพาะเลี้ยงประมงชายฝั่งได้เป็นอย่างดี (น้ำฝน รักษารักษ์, 2560) โดยการสร้างความสมดุลของระบบนิเวศในปัจจุบันได้ลดน้อยลงตามลำดับเวลาเนื่องจากมีการเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจและสังคมอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการขยายตัวของชุมชน จึงส่งผลให้เกิดการบุกรุกพื้นที่ป่าชายเลนเพื่อใช้ในการสร้างที่อยู่อาศัยและมีความต้องการเพื่อใช้เป็นพื้นที่ทำกินของประชาชนในพื้นที่การพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์ พื้นที่ป่าชายเลนและการเพาะเลี้ยงชายฝั่งโดยเฉพาะการทำนาเกลือ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การใช้ประโยชน์ทำกิจกรรมต่างๆ เช่น การทำนาเกลือ การขยายตัวของเขตเมือง การท่องเที่ยวและการอุตสาหกรรม ซึ่งมีการตัดไม้ในพื้นที่ป่าชายเลนเป็นบริเวณกว้างเพื่อใช้ประโยชน์ที่ดินในการเพาะเลี้ยง ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของสภาพพื้นที่ป่าชายเลนในอัตราค่อนข้างสูง

ปัจจุบันได้มีการนำเทคนิคด้านการสำรวจระยะไกลมาใช้ในการสำรวจทรัพยากรและจัดทำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน รวมไปถึงประยุกต์ใช้ในงานด้านการประเมินสถานการณ์หรือการวิเคราะห์พื้นที่ในหลักหลายระดับการรับรู้ระยะไกลเป็น วิทยาศาสตร์และศิลปะของการได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวข้องกับ วัตถุ พื้นที่ และปรากฏการณ์บนพื้นโลกจากเครื่องรับรู้โดยปราศจากการเข้าไปสัมผัสวัตถุเป้าหมายทั้งนี้อาศัยพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสื่อในการได้มาของข้อมูล โดยแนวคิดพื้นฐานของการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจะจำแนกจากจุดภาพที่ได้จากการสะท้อนของวัตถุที่ต่างกัน (จิราพร กุลสุนทรรัตน์, 2557) ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าชายเลนจังหวัดสมุทรสงคราม โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat ซึ่งปัจจุบันระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เข้ามามีส่วนช่วยในการเก็บรวบรวมวิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลในลักษณะที่อ้างอิงกับตำแหน่งเชิงภูมิศาสตร์ สามารถจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ มีความสะดวกรวดเร็วในการใช้งาน และนำข้อมูลมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าชายเลนในจังหวัดสมุทรสงคราม จะช่วยให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงหรือสภาพภาพของพื้นที่ ซึ่งจะ เป็นเครื่องมือที่ช่วยลดระยะเวลาในการสำรวจและได้มาซึ่งข้อมูลอันเป็นประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ใช้งานด้านที่เกี่ยวข้องต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าชายเลนในปี พ.ศ. 2551-2561 ในจังหวัดสมุทรสงคราม
2. เพื่อศึกษาค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลดาวเทียม Landsat ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าชายเลนในจังหวัดสมุทรสงคราม

ข้อมูลและการรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษานี้ได้ทำการแบ่งการรวบรวมข้อมูลเป็น 2 กลุ่มคือ การรวบรวมข้อมูลจากภาคสนามในพื้นที่ศึกษา จังหวัดสมุทรสงคราม และการรวบรวมข้อมูลจากข้อมูลระยะไกลข้อมูลจากดาวเทียม Landsat

การรวบรวมข้อมูลภาคสนาม

การสำรวจภาคสนามเพื่อเก็บพิกัดของพื้นที่ตัวอย่างที่มีรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ร่วมกับการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยเรียกว่าข้อมูลพื้นที่ตัวอย่าง (Training Area) จะประกอบไปด้วย 6 กลุ่ม คือ

- 1) พื้นที่เกษตรกรรม ได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชต่างๆ นาข้าว พืชไร่ พืชสวน ไม้ผล เป็นต้น
- 2) พื้นที่เมือง เช่น สิ่งปลูกสร้าง อาคารบ้านเรือน สถานที่สำคัญ
- 3) พื้นที่ป่าชายเลน

- 4) พื้นที่เลี้ยงสัตว์น้ำ ได้แก่ บ่อเลี้ยงปลา บ่อเลี้ยงกุ้ง
- 5) พื้นที่แหล่งน้ำ ได้แก่ แม่น้ำ คลอง
- 6) พื้นที่นาเกลือ

การวิเคราะห์รูปแบบและลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษาด้วยการรวบรวมข้อมูลโดยการลงพื้นที่สำรวจและจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ ในพื้นที่จริง เก็บพิกัดตำแหน่งและบันทึกพิกัดของพื้นที่ตัวอย่างนั้นๆ โดยข้อมูลจะถูกแบ่ง เป็น 2 ชุดข้อมูล โดยชุดแรกจะถูกนำไปใช้เป็นข้อมูล Training Area เพื่อใช้ข้อมูลตัวอย่างมาทำการแปลความหมายการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบวิธีกำกับดูแล (Supervised Classification) กับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางด้านสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ โปรแกรม ENVI ส่วนข้อมูลชุดที่สองใช้เป็นข้อมูลเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลการจำแนกการใช้ที่ดินที่ได้จากการแปลความหมายการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลดาวเทียม

ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

การทวียจัยครั้งนี้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมLandsat5 และ Landsat8 ครอบคลุม พื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดสมุทรสงคราม ดาวนโหลดข้อมูลจากเว็บไซต์ USGS (The united States Geological Survey) ปีพ.ศ.2551-2561 จำนวน 9 ภาพ ดาวเทียมLandsat5 มีรายละเอียดภาพ 80 เมตร (MSS), 30 เมตร (TM) มีระบบบันทึกภาพแบบ MSS (Multispectral Scanner), และTM (Thermatic Mapper) และดาวเทียมLandsat8 มีขนาดของจุดภาพ (Pixel Size) เท่ากับ 30x30 เมตรมีระบบบันทึกภาพแบบ The Operational Land Image (OLI) โดยข้อมูลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจะเป็นข้อมูลระบบพิกัดยูทีเอ็ม (UTM) อ้างอิงบนพื้นหลักฐาน WGS 84

ตารางที่ 1 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 TM และ Landsat 8 OLI

ลำดับที่	วันที่/เดือน/ปี	ดาวเทียม
1	5 มีนาคม 2551	Landsat 5 TM
2	24 มีนาคม 2552	Landsat 5 TM
3	23 กุมภาพันธ์ 2553	Landsat 5 TM
4	25 มกราคม 2554	Landsat 5 TM
5	6 มีนาคม 2557	Landsat 8 OLI
6	5 กุมภาพันธ์ 2558	Landsat 8 OLI
7	11 มีนาคม 2559	Landsat 8 OLI
8	14 มีนาคม 2560	Landsat 8 OLI
9	13 กุมภาพันธ์ 2561	Landsat 8 OLI

ขั้นตอนการศึกษา

1. การปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม (Image pre-processing) โดยนำข้อมูลดาวเทียมทั้งสองช่วงเวลามาทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนที่เกิดมาจากอิทธิพลของบรรยากาศ (Atmospheric correction) ปรับปรุงคุณภาพของภาพ (image enhancement) (สมพร, 2550) กำหนดพิกัดทั้งสองภาพให้มีความถูกต้องตรงกัน (Geometric correction) โดยใช้ระบบพิกัดอ้างอิง ระบบ UTM WGS 84 zone 47N ปรับแก้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจากข้อมูลเชิงเลข (Digital Number) เป็นค่าการสะท้อนกลับ (Reflectance) โดยการสอบเทียบข้อมูลปรับแก้เชิงคลื่น (Radiometric Calibration) จากนั้นนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ทำการปรับแก้ไขความผิดพลาดของข้อมูลแล้ว มาตัดเฉพาะพื้นที่จังหวัดสมุทรสงคราม เพื่อช่วยลดเวลาในการประมวลผลข้อมูล

2. การจำแนกข้อมูล (Image classification) ในขั้นตอนนี้จะจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธีการไม่กำกับดูแล Unsupervised Classification โดยใช้วิธี K-mean เพื่อทำการจัดกลุ่มเบื้องต้น จากนั้นทำการจำแนกกำกับดูแล

(supervised Classification) แบบการจัดกลุ่มโดยอาศัยการพิจารณาความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum likelihood) โดยคัดเลือกเกณฑ์ของการจำแนกประเภทข้อมูลและกำหนดสถิติของประเภทการจำแนกข้อมูล ที่ทราบนัยสำคัญของวัตถุ เพื่อทำการคัดเลือก Training area และ Testing area วัตถุประสงค์เพื่อกำหนดพื้นที่ฝึกและทดสอบความถูกต้องของข้อมูลค่าการสะท้อนที่สามารถนำมาใช้ในการจำแนกจุดภาพที่ปรากฏอยู่ในภาพทั้งหมด (สมพร, 2543)

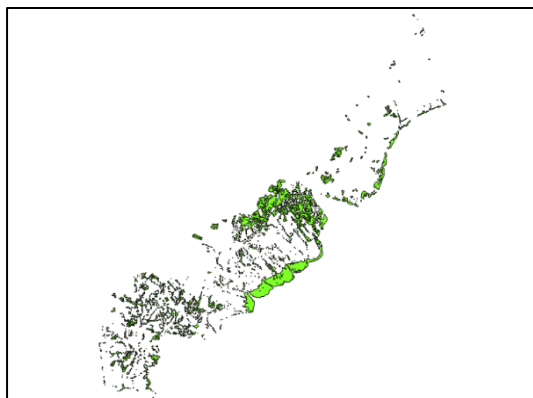
3. การประเมินความถูกต้อง (Accuracy assessment) ในขั้นตอนนี้จะทำการทดสอบความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) และสัมประสิทธิ์ Kappa (Kappa Coefficient) (สมพร, 2550) โดยใช้พื้นที่ testing area และการลงเก็บข้อมูลพื้นที่จริง จากนั้นนำผลที่ได้มาศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Change Detection)

ผลการวิจัย

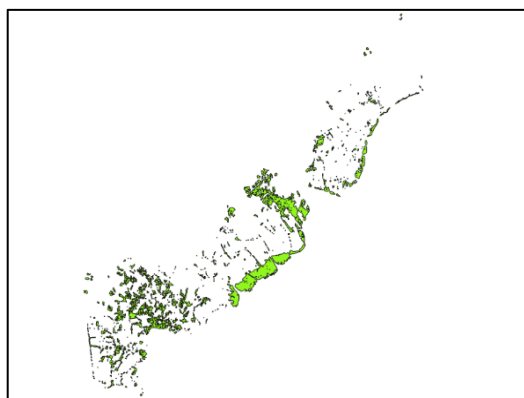
การศึกษาขนาดพื้นที่ป่าชายเลนจากการจำแนกด้วยวิธีแบบกำกับดูแล (Supervised Classification)

การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) เป็นการจำแนกข้อมูลเชิงภาพ โดยงานวิจัยนี้ได้กำหนดการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ออกเป็น 6 กลุ่มคือ พื้นที่ป่าชายเลน พื้นที่เกษตร พื้นที่นาเกลือ พื้นที่นาุ้ง พื้นที่แม่น้ำ และพื้นที่เมือง

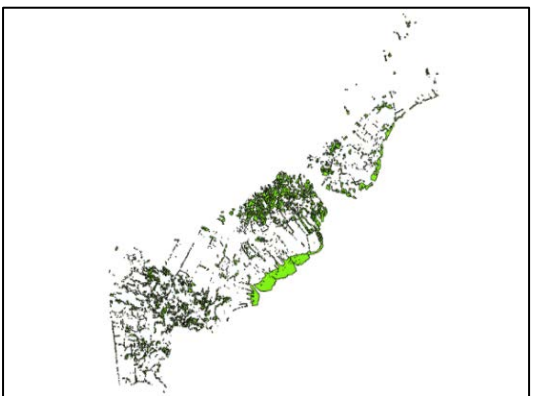
โดยการจำแนกพื้นที่ป่าชายเลนจังหวัดสมุทรสงคราม ใช้เทคนิควิธี Supervised Classification กับข้อมูลดาวเทียม Landsat5 ในช่วงปี พ.ศ. 2551 ถึง ปี พ.ศ. 2554 และการจำแนกพื้นที่ป่าชายเลนจังหวัดสมุทรสงคราม ใช้เทคนิควิธี Supervised Classification กับข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 ในช่วงปีพ.ศ. 2557-2561



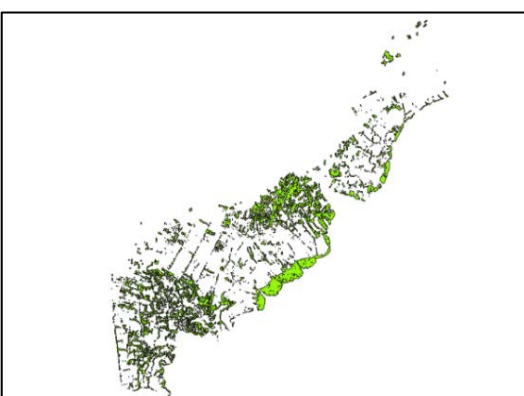
ข้อมูลภาพดาวเทียมวันที่ 5 มีนาคม พ.ศ.2551
(Landsat 5 TM)



ข้อมูลภาพดาวเทียมวันที่ 24 มีนาคม พ.ศ.2552
(Landsat 5 TM)

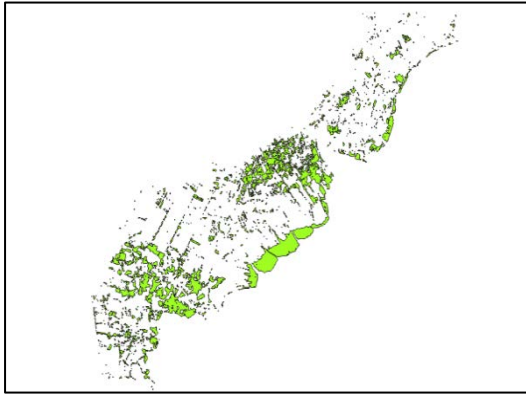


ข้อมูลภาพดาวเทียมวันที่ 23 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2553 ข้อมูลภาพดาวเทียมวันที่ 25 มกราคม พ.ศ.2554
(Landsat 5 TM)

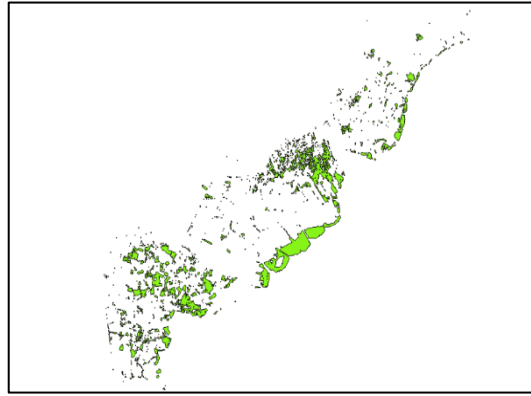


(Landsat 5 TM)

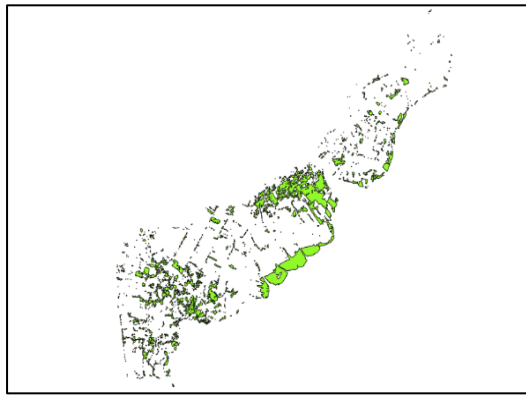
ภาพที่ 1 พื้นที่ป่าชายเลนจังหวัดสมุทรสงครามโดยวิธี Supervised Classification ปี พ.ศ. 2551 – 2554



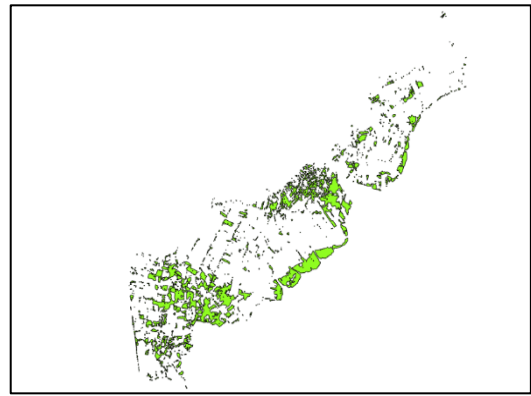
ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมวันที่ 6 มีนาคม พ.ศ.2557
Landsat 8 OLI



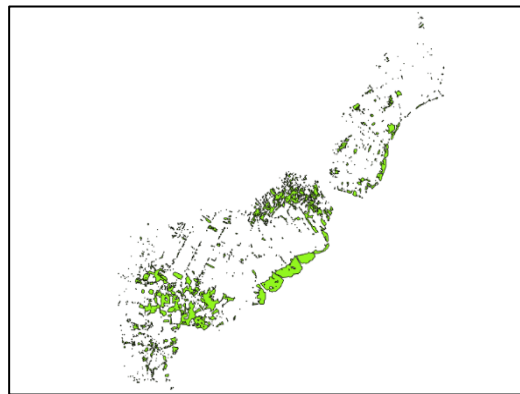
ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2558
Landsat 8 OLI



ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมวันที่ 11 มีนาคม พ.ศ.2559
Landsat 8 OLI



ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมวันที่ 14 มีนาคม พ.ศ.2560
Landsat 8 OLI



ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2561
Landsat 8 OLI

ภาพที่ 3 การจำแนกพื้นที่ป่าชายเลนจังหวัดสมุทรสงคราม โดยวิธี Supervised Classification ปี พ.ศ. 2557 – 2561

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่ป่าชายเลนในจังหวัดสมุทรสงคราม ในแต่ละช่วงปีได้ผลการศึกษาดังนี้

1. การศึกษาพื้นที่ป่าชายเลน พ.ศ. 2551 มีพื้นที่ 19.0242 ตารางกิโลเมตร และปี พ.ศ. 2552 มีพื้นที่ 17.1738 ตารางกิโลเมตร มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ป่าชายเลน ลดลง 1.8504 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 9.73 %
2. การศึกษาพื้นที่ป่าชายเลน พ.ศ. 2552 มีพื้นที่ 17.1738 ตารางกิโลเมตร และปี พ.ศ. 2553 มีพื้นที่ 22.8807 ตารางกิโลเมตร มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ป่าชายเลน เพิ่มขึ้น 5.7069 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 33.23 %
3. การศึกษาพื้นที่ป่าชายเลน พ.ศ. 2553 มีพื้นที่ 22.8807 ตารางกิโลเมตรและปี พ.ศ. 2554 มีพื้นที่ 30.0915 ตารางกิโลเมตร มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ป่าชายเลน เพิ่มขึ้น 7.2108 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 31.51%
4. การศึกษาพื้นที่ป่าชายเลน พ.ศ. 2554 มีพื้นที่ 30.0915 ตารางกิโลเมตร และปี พ.ศ. 2555 มีพื้นที่ 24.93 ตารางกิโลเมตร มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ป่าชายเลน ลดลง 5.1615 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 17.15%
5. การศึกษาพื้นที่ป่าชายเลน พ.ศ. 2557 มีพื้นที่ 24.93 ตารางกิโลเมตร และปี พ.ศ. 2558 มีพื้นที่ 17.2593 ตารางกิโลเมตร มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ป่าชายเลน ลดลง 7.6707 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 30.77 %
6. การศึกษาพื้นที่ป่าชายเลน พ.ศ. 2558 มีพื้นที่ 17.2593 ตารางกิโลเมตร และปี พ.ศ. 2559 มีพื้นที่ 21.2787 ตารางกิโลเมตร มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ป่าชายเลน เพิ่มขึ้น 4.0194 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 23.29%
7. การศึกษาพื้นที่ป่าชายเลน พ.ศ. 2559 มีพื้นที่ 21.2787 ตารางกิโลเมตร และปี พ.ศ. 2560 มีพื้นที่ 25.677 ตารางกิโลเมตร มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ป่าชายเลน เพิ่มขึ้น 4.3983 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 20.67%
8. การศึกษาพื้นที่ป่าชายเลน พ.ศ. 2560 มีพื้นที่ 25.677 ตารางกิโลเมตร และปี พ.ศ. 2561 มีพื้นที่ 21.5496 ตารางกิโลเมตร มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ป่าชายเลน ลดลง 4.1274 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 16.07 %
9. การศึกษาพื้นที่ป่าชายเลน พ.ศ. 2551 มีพื้นที่ 19.0242 ตารางกิโลเมตร และปี พ.ศ. 2561 มีพื้นที่ 21.5496 ตารางกิโลเมตร มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ป่าชายเลน เพิ่มขึ้น 2.5254 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 13.27%

ผลการศึกษาในการตรวจสอบค่าความถูกต้องของการจำแนกการใช้ที่ดินและการหาขนาดพื้นที่ป่าชายเลน ด้วยวิธีการจำแนกด้วยวิธีแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) ได้ผลการศึกษาดังนี้

1. ข้อมูลวันที่ 5 มีนาคม 2551 ดาวเทียม Landsat 5 TM มีพื้นที่ป่าชายเลน 19.0242 ตารางกิโลเมตร ค่าความถูกต้องป่าชายเลน 73.46 %
2. ข้อมูลวันที่ 24 มีนาคม 2552 ดาวเทียม Landsat 5 TM มีพื้นที่ป่าชายเลน 17.1738 ตารางกิโลเมตร ค่าความถูกต้องป่าชายเลน 91.29 %
3. ข้อมูลวันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2553 ดาวเทียม Landsat 5 TM มีพื้นที่ป่าชายเลน 22.8807 ตารางกิโลเมตร ค่าความถูกต้องป่าชายเลน 91 %
4. ข้อมูลวันที่ 25 มกราคม 2554 ดาวเทียม Landsat 5 TM มีพื้นที่ป่าชายเลน 30.0915 ตารางกิโลเมตร ค่าความถูกต้องป่าชายเลน 86.89 %
5. ข้อมูลวันที่ 6 มีนาคม 2557 ดาวเทียม Landsat 8 OLI มีพื้นที่ป่าชายเลน 24.93 ตารางกิโลเมตร ค่าความถูกต้องป่าชายเลน 89.50 %
6. ข้อมูลวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2558 ดาวเทียม Landsat 8 OLI มีพื้นที่ป่าชายเลน 17.2593 ตารางกิโลเมตร ค่าความถูกต้องป่าชายเลน 76.97 %
7. ข้อมูลวันที่ 11 มีนาคม 2559 ดาวเทียม Landsat 8 OLI มีพื้นที่ป่าชายเลน 21.2787 ตารางกิโลเมตร ค่าความถูกต้องป่าชายเลน 93.13 %
8. ข้อมูลวันที่ 14 มีนาคม 2560 ดาวเทียม Landsat 8 OLI มีพื้นที่ป่าชายเลน 25.677 ตารางกิโลเมตร ค่าความถูกต้องป่าชายเลน 97.6 %
9. ข้อมูลวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2561 ดาวเทียม Landsat 8 OLI มีพื้นที่ป่าชายเลน 21.5496 ตารางกิโลเมตร ค่าความถูกต้องป่าชายเลน 89.74 %

สรุปและอภิปรายผล

ปัจจุบันพื้นที่ป่าชายเลนมีการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน การสำรวจหรือการศึกษาหาพื้นที่ป่าชายเลนซึ่งเป็นพื้นที่ที่เข้าถึงได้ยากลำบากในการเข้าไปสำรวจ ดังนั้นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลจากข้อมูลดาวเทียมจึงเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการศึกษาติดตามพื้นที่ป่าชายเลนของประเทศไทย ดังนั้นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลในการติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลน จังหวัดสมุทรสงคราม มีวัตถุประสงค์ที่สำคัญเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าชายเลนในปี พ.ศ.2551 ถึง พ.ศ.2561 ในจังหวัดสมุทรสงคราม และ เพื่อศึกษาเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของการประยุกต์ใช้ข้อมูลการสำรวจระยะไกลในการติดตามพื้นที่ป่าชายเลน ด้วยวิธีการจำแนกภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 TM และดาวเทียม Landsat 8 OTL โดยการจำแนกแบบกำกับดูแล (Supervised classification) ดัชนีพืชพรรณ (NDVI) และค่าสัมประสิทธิ์ Kappa ซึ่งวิธีการจำแนกแบบกำกับดูแล (Supervised classification) เป็นวิธีที่เหมาะสมในการทำวิจัยในพื้นที่ ผลการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนพบว่าป่าชายเลนมีขนาดเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตั้งแต่ปี พ.ศ.2551 – 2554 และเริ่มลดลงในปี พ.ศ.2554 – 2558 และเพิ่มขึ้นอีกในปี พ.ศ.2558 – 2560 และมีขนาดพื้นที่ลดลงในปี พ.ศ.2561 โดยปีที่มีขนาดพื้นที่น้อยที่สุดคือ ปี พ.ศ.2552 มีขนาดพื้นที่ป่าชายเลน 17,173,800 ตร.ม. และปีที่มีขนาดพื้นที่มากที่สุดคือ ปี พ.ศ.2554 มีขนาดพื้นที่ 30,091,500 ตร.ม. ผลการศึกษาการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าชายเลนปีพ.ศ. 2551-2561 พบว่าเพิ่มขึ้น 2,525,400 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 13.27 2) และการศึกษาได้ทำการตรวจสอบค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูล Landsat8 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์ kappa อยู่ในช่วง 0.5399 -0.8359 ซึ่งอยู่ในระดับพอใช้ถึงดี แสดงให้เห็นว่าการติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนด้วยข้อมูลการสำรวจระยะไกล ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 สามารถนำมาใช้ในการติดตาม ตรวจสอบขนาดพื้นที่ป่าชายเลนได้อย่างรวดเร็ว ประหยัดค่าใช้จ่ายและลดการใช้แรงงานคนและงบประมาณในการสำรวจพื้นที่

ข้อเสนอแนะ

จากการทำวิจัยครั้งนี้เพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพของการจำแนกหาพื้นที่ป่าชายเลน อาจจะเลือกข้อมูลดาวเทียมที่มีค่าความละเอียดสูงเพื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของภาพ เช่น ภาพจากดาวเทียม SPOT ระบบ PLA มีรายละเอียด 10 ม. สามารถศึกษาตัวเมือง เส้นทางคมนาคมระดับหมู่บ้าน ภาพสีระบบ MLA มีรายละเอียด 20 ม. ศึกษาการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ เฉพาะจุดเล็กๆ และแหล่งน้ำขนาดเล็ก และภาพระบบ TM รายละเอียด 30 ม. ศึกษาสภาพการใช้ที่ดินระดับจังหวัด เป็นต้น

สามารถนำข้อมูลที่ได้มาร่วมกับโมเดลสำหรับการศึกษาและคาดการณ์พื้นที่ป่าชายเลนเพื่อการนำไปวางแผนการอนุรักษ์ และการรักษาป่าชายเลนต่อไปได้

เอกสารอ้างอิง

จิราพร กุลสุนทรรัตน์. (2557). การสำรวจข้อมูลระยะไกล (Remote Sensing). [ออนไลน์]. สืบค้น

วันที่ 2 ตุลาคม 2561 จาก http://www.rtsd.mi.th/school/images/knowledge/KM/Rs_Kittisak24.pdf.

น้ำฝน รักษารักษ์. (2560). ความสำคัญของป่าชายเลน. [ออนไลน์]. สืบค้นวันที่ 25 กันยายน 2561

จาก <https://namfonspa.wordpress.com>.

สมพร ขอบธรรม. 2550. เทคนิคตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงเชิงเลขที่เหมาะสมสำหรับติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอปรางค์ชัย จังหวัดนครราชสีมา.วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

สมพร สงาวงค์. 2543. วิถีชุมชนเชิงเบื้องต้นและกรณีศึกษาวิถีชุมชนเชิง. ภาควิชาภูมิศาสตร์. คณะสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุกฤดี กระต่ายจันทร์. 2551. การประยุกต์ใช้การสำรวจระยะไกลในการจำแนกพื้นที่ป่าไม้และการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าไม้ บริเวณป่าสงวนแห่งชาติเขาพนมเบญจาและอุทยานแห่งชาติเขาพนมเบญจา จังหวัดกระบี่. รายงานการวิจัย, กรมพัฒนาที่ดิน.

- Alexeev, B. A., Alyautdinov, A. R., Ushakova, L. A. 2009. Investigation of Forestry Changes Using GIS Technologies. Land cover and land use change in North East Asia: problems of sustainable nature management, pp. 5-9. **Proceedings of the IGU/LUCC North East Asia International Conference**, Vladivostok, Russia.
- Kamusuko, C. and Aniya. M. 2008. Land use/cover and landscape fragmentation analysis in the Bindura district ,Zimbabwe. **Land degradation & Development** 18; 221-233.
- Mwavu, E.N., and Witkowski, E.T.F. 2008. Land-use and cover changes (1988-2002) around Budongo forest reserve, NW Uganda: Implications for forest and woodland sustainability. **Land degradation & Development** 19, 606-622.

การศึกษาการมีส่วนร่วมของชุมชนด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมบริเวณรอบโรงไฟฟ้าพลังงาน เขื่อนศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี

ณิชา วงศ์สองจำ¹, ณรงค์ กุลนิเทศ², ศุภสิทธิ์ พูลบุญโญ³

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

²บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

³มหาวิทยาลัยสยาม

¹nich.wo@ssru.ac.th

²narong.ku@ssru.ac.th

³modyakkbeatboyz@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาการมีส่วนร่วมของชุมชนด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมบริเวณรอบโรงไฟฟ้าพลังงานเขื่อนศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจ วิเคราะห์ ถอดบทเรียน รูปแบบการมีส่วนร่วมของชุมชนด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมบริเวณรอบพื้นที่โรงไฟฟ้าเขื่อนศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี มีวิธีการดำเนินการวิจัย คือ การศึกษาข้อมูลพื้นฐานของโครงการ การสำรวจวิจัยภาคสนาม การประชุมกลุ่มย่อยการสัมภาษณ์เจาะลึก การพัฒนารูปแบบ การตรวจสอบความเที่ยงตรงของรูปแบบ และการวิพากษ์วิจารณ์ รูปแบบการมีส่วนร่วม โดยศึกษาจากกลุ่มประชากรที่อาศัยอยู่บริเวณโดยรอบเขื่อนศรีนครินทร์ อำเภอศรีสวัสดิ์ จังหวัดกาญจนบุรี ผลการวิจัย พบว่า การสำรวจ วิเคราะห์ ถอดบทเรียนของรูปแบบการมีส่วนร่วมของชุมชน จำนวน 11 รูปแบบ คือ 1) รูปแบบของปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมของชุมชน 2) รูปแบบการมีส่วนร่วมในการพัฒนาท้องถิ่นของประชาชน 3) รูปแบบการมีส่วนร่วม ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม 4) รูปแบบการมีส่วนร่วมด้านสิทธิชุมชน 5) รูปแบบด้านวิธีการมีส่วนร่วม 6) รูปแบบด้านการตรวจสอบการมีส่วนร่วม 7) รูปแบบด้านการบริหารจัดการ การมีส่วนร่วม 8) รูปแบบด้านความคิดเห็นต่อการมีเขื่อน 9) รูปแบบด้านการมีส่วนร่วมในกิจกรรมชุมชนของเขื่อน 10) รูปแบบการมีส่วนร่วมในด้านการเข้าร่วมกิจกรรมของชุมชน และ 11) รูปแบบการมีส่วนร่วมในด้านผู้นำชุมชน และนำการพัฒนาการมีส่วนร่วมของชุมชนที่มีความเหมาะสม และมีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติเพื่อส่งเสริมคุณภาพสังคมและสิ่งแวดล้อมให้เป็นอยู่ที่ดีขึ้น ด้านข้อเสนอแนะในการมีส่วนร่วมแต่ละมิติในการมีส่วนร่วม 6 ด้าน คือ มิติสิ่งแวดล้อม มิติทางสังคม มิติทางเศรษฐกิจ มิติทางการบริหารจัดการ มิติทางกายภาพ มิติทางด้านอื่น ๆ เช่น การสร้างเครือข่ายความร่วมมือกับหน่วยงานต่าง ๆ และมิติทางด้านการวิจัยในอนาคต ได้แก่ ควรศึกษาโครงการพัฒนารูปแบบการมีส่วนร่วมของชุมชนหรือทุนทางสังคมทางด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมของโรงไฟฟ้าพื้นที่อื่น ๆ หรือรูปแบบการพัฒนาเกษตรกรรมชุมชน รูปแบบการพัฒนา การท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน รูปแบบการพัฒนาเครือข่ายชุมชนอย่างจริงจัง และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการสร้างการรับรู้ การรับฟังความคิดเห็น และการมีส่วนร่วมของประชาชนต่อไป

คำสำคัญ: การมีส่วนร่วมของชุมชน สังคม สิ่งแวดล้อม เขื่อนศรีนครินทร์

A Study of Social and Environment Participation around Srinagarind Dam, Kanchanaburi

Nich Wongsongja^{1,a}, Narong Kulnides^{2,b}, Suppasit Poonpinyo^{3,c}

¹Faculty of Science and Technology, Suan Sunandha Rajabhat University, Bangkok, Thailand

²Graduate School, Suan Sunandha Rajabhat University, Bangkok, Thailand

³Siam University, Bangkok, Thailand

E-mail; ^anich.wo@ssru.ac.th, ^bnarong.ku@ssru.ac.th, ^cmodyakkbeatboyz@gmail.com

Abstract

A Study of Social and Environmental Participation around Srinagarind Dam, Kanchanaburi has objective of exploring, analyzing, lesson learned, Model of participation in social and environmental communities. The methodology of research were study the basic information of the project, Field survey, Focus Group, In-depth interviews, Model development to determine the accuracy of the model and criticism of the participation model by studying from the population living around Srinagarind Dam, Kanchanaburi. The research found that exploring, analyzing, lesson learned, Model of participation in social and environmental communities of 11 forms, namely 1) Model of factors affecting community participation 2) Model of local development of people participation 3) Model of Social and Environmental Participation 4) Model of on Community Rights Participation 5) Model of Method Participation 6) Model of Participation Examination 7) Model of Manage Participation 8) Model of opinions on development dam 9) Model of participation in community activities 10) Model of in participation in community activities and 11) Model of community leaders and guide the development of models of community engagement is appropriate and possible in practice to promote the quality of society and the environment to be better. The suggestions for participation in 6 dimensions are environmental dimension, social dimension, economic dimension, Management dimension, Physical dimension, Other dimensions, such as creating a network of collaboration with various agencies and Future research dimensions should study the project to developed the community participation model or social capital of the power plant in other areas and study Model of community agricultural development, tourism community network development model. Electricity Generating Authority of Thailand can be used as a guideline for creating awareness listening to opinions and further public participation.

Keywords: Participation; Social; Environment; Srinagarind Dam

บทนำ

เขื่อนศรีนครินทร์ เป็นเขื่อนอเนกประสงค์แห่งแรกของโครงการพัฒนาลุ่มน้ำแม่กลองสร้างขึ้นบนแม่น้ำแควใหญ่ บริเวณบ้านเจ้าเณร ตำบลท่ากระดาน อำเภอศรีสวัสดิ์ จังหวัดกาญจนบุรี นับเป็นเขื่อนแห่งที่ 8 ในจำนวน 17 แห่ง ที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) สร้างขึ้นเพื่ออำนวยประโยชน์ทางด้านต่างๆ ตลอดจนช่วยพัฒนาชีวิต ความเป็นอยู่ของราษฎร ทั้งด้านการชลประทาน การบรรเทาอุทกภัย การคมนาคมทางน้ำ การประมง และการผลิตไฟฟ้า รวมทั้ง การส่งเสริมให้เป็น แหล่งท่องเที่ยวที่สวยงาม

ซึ่งภายหลังจากการสร้างเขื่อนศรีนครินทร์ ในปี พ.ศ. 2530 ได้มีการศึกษาและประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมหลังการสร้างเขื่อนศรีนครินทร์ โดยบริษัท เช่าที่อีสท์เอเชียเทคโนโลยี จำกัด และ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ (นิด้า) โดยทำการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากโครงการพัฒนาและการดำเนินงานตามโครงการและข้อเสนอแนะสำหรับแผนการพัฒนาสิ่งแวดล้อม ที่จะมีขึ้นในอนาคต (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2530) และ ในปี พ.ศ. 2558 มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ได้ศึกษารายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อมภายหลังการดำเนินงานโรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี โดยการศึกษาผลกระทบนั้นได้ทำการศึกษาด้านผลกระทบสิ่งแวดล้อมภายหลังการดำเนินโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดใหญ่ของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) โดยมีขอบเขตการศึกษาในด้านทรัพยากรสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ด้านทรัพยากรสิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ ด้านคุณค่าการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ ด้านคุณค่าต่อคุณภาพชีวิต ด้านการรับรู้ความคิดเห็น และการมีส่วนร่วมของประชาชนและด้านการศึกษาวิเคราะห์โครงการด้านเศรษฐศาสตร์ และได้มีข้อมูลในขอบเขตด้านการรับรู้ความคิดเห็น และการมีส่วนร่วมของประชาชน

จากการรับรู้ความคิดเห็นและการมีส่วนร่วมของประชาชน โดยทำการวิเคราะห์จากแบบสอบถามของผู้เข้าร่วมประชุมรับรู้ความคิดเห็นของประชาชนรอบเขตพื้นที่เขื่อนศรีนครินทร์ จำนวน 5 พื้นที่ ได้แก่ พื้นที่อพยพ พื้นที่การเกษตร พื้นที่การประมง พื้นที่รีสอร์ทและแพพัก และพื้นที่ท้ายเขื่อนศรีนครินทร์ถึงเขื่อนแม่กลอง พบว่าภายหลังจากการได้สร้างเขื่อนศรีนครินทร์ ความเป็นอยู่ของคนในพื้นที่ในด้านอาชีพดีขึ้น เช่น อาชีพค้าขาย รับจ้าง ประมง และอาชีพเสริมจากการท่องเที่ยว จึงทำให้รายได้ของครัวเรือนเพียงพอและมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น นอกจากนี้ การประชาสัมพันธ์ เกี่ยวกับการดำเนินการของโครงการเพื่อสร้าง การรับรู้ และการมีส่วนร่วมยังทำได้ทั่วถึง จากการศึกษาพบว่า ภายหลังจากการดำเนินงานโรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจนบุรีมีผลกระทบทางด้านบวกระดับมาก (+3) และมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในด้านการมีส่วนร่วมของประชาชน คือ ประชาชนให้การรับรู้การดำเนินงานของโรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ แต่ควรเพิ่มการประชาสัมพันธ์โครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ที่เป็นโครงการที่ช่วยสนับสนุนให้เกิดการสร้างอาชีพ ทำให้ความเป็นอยู่ของคนในพื้นที่ด้านอาชีพดีขึ้น และความเร่งด่วนของปัญหาที่ต้องการแก้ไขของแต่ละพื้นที่ในหลายด้าน ได้แก่ ด้านคุณภาพชีวิตของประชาชน ด้านการจัดสรรพื้นที่เพาะปลูกด้านการขยายพื้นที่การประมง ด้านขยะ น้ำเสีย และเสียงดังจากการท่องเที่ยว และด้านระดับน้ำในคลองที่ไม่สม่ำเสมอตลอดทั้งวัน (มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, 2558)

จากการดำเนินงานของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยที่ได้เล็งเห็นถึงการพัฒนาประเทศในด้านพลังงานไฟฟ้า แต่ด้วยการประสบปัญหาเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมของชุมชนในการสร้างโรงไฟฟ้าที่ยังคงดำเนินการให้ความรู้ ความเข้าใจแก่ประชาชนอย่างต่อเนื่อง เพื่อสร้างการรับรู้ และยอมรับในการดำเนินงานของทางโรงไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย คณะผู้วิจัยจึงได้มีแนวความคิดในการศึกษารูปแบบการมีส่วนร่วมของชุมชนด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม โดยศึกษากรณีโรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งได้การยอมรับในการดำเนินงานของ กฟผ. เป็นอย่างดี จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะดำเนินการวิจัยรูปแบบการมีส่วนร่วมของประชาชนรอบพื้นที่เขื่อนศรีนครินทร์ เพื่อที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยจะได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการสร้างการรับรู้ การรับรู้ความคิดเห็น และการมีส่วนร่วมของประชาชนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อทำการสำรวจ วิเคราะห์ ถอดบทเรียน รูปแบบการมีส่วนร่วมของชุมชนด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมบริเวณรอบพื้นที่โรงไฟฟ้าเขื่อนศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี

ระเบียบวิธีวิจัย

1. ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้ส่วนหนึ่งเป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ที่ทำการศึกษาและพัฒนาแบบการมีส่วนร่วมของชุมชนด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม โดยศึกษากรณีโรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจนบุรีของหน่วยงานการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ซึ่งได้รับการยอมรับในการดำเนินงานเป็นอย่างดี จึงดำเนินการวิจัยศึกษาแบบการมีส่วนร่วมของประชาชนรอบพื้นที่เขื่อนศรีนครินทร์ ในด้านต่าง ๆ จำนวน 8 ด้าน ได้แก่ ด้านสิทธิของชุมชน ด้านวิธีการมีส่วนร่วมของชุมชน ด้านการตรวจสอบการมีส่วนร่วม ด้านการบริหารจัดการมีส่วนร่วม ด้านความคิดเห็นต่อการมีเขื่อน ด้านการช่วยกิจกรรมชุมชนของเขื่อนศรีนครินทร์ (ศาสนา, งานประเพณีชุมชน, การศึกษา) ด้านการเข้าร่วมกิจกรรมของชุมชน และด้านผู้นำชุมชน

2. การรวบรวมข้อมูล

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มประชากรที่อาศัยอยู่บริเวณโดยรอบเขื่อนศรีนครินทร์ 6 ตำบลในอำเภอศรีสวัสดิ์ จังหวัดกาญจนบุรี จำนวนประชากรทั้งหมด 21,860 คน (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2561) ผู้วิจัยเก็บข้อมูลใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของ Taro Yamane (Taro Yamane, 1973, p. 54) เพื่อกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 400 ราย และทำการสุ่มตัวอย่างแบบการใช้สัดส่วนเพื่อเก็บข้อมูลจากกลุ่มประชากร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบสอบถาม (Questionnaire) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยมีวิธีการพัฒนาเครื่องมือ จากการเกี่ยวกับแนวคิด นิยามศัพท์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วนำมาสร้างแบบสอบถามให้สอดคล้องและครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการวิจัย

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลโดยใช้สถิติที่เกี่ยวข้องในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อพรรณนาข้อค้นพบจากการวิจัย โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) เพื่อบรรยายข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถามต่าง ๆ ระยะเวลาที่อยู่ในชุมชนเขื่อนศรีนครินทร์ ระยะทางจากบ้าน/ที่พักห่างจากเขื่อนศรีนครินทร์ การรับรู้เรื่องการสร้างเขื่อนศรีนครินทร์ก่อนและหลังการก่อสร้าง และความรู้สึกโดยรวมอย่างไรต่อการดำเนินงานเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมของเขื่อนศรีนครินทร์ เป็นต้น โดยใช้การแจกแจงความถี่ (Frequency Distribution) และค่าร้อยละ (Percentages) และข้อมูลความคิดเห็นการมีส่วนร่วมของชุมชนด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม วิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้คู่กับค่าเฉลี่ยเพื่อแสดงลักษณะการกระจายข้อมูล โดยลักษณะของคำถามเป็นคำถามแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scales) ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert Scale) ซึ่งเป็นระดับความคิดเห็นในด้านต่าง ๆ และใช้เกณฑ์ในการแปลผลระดับค่าเฉลี่ยส่วนที่ 2 ของเบสต์ (Best, 1986, p. 78)

ผลการวิจัย

1. ผลการวิจัยข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุระหว่าง 41-60 ปี นับถือศาสนาพุทธ มีระดับการศึกษาชั้นประถมศึกษา (ประถม 1-6) มีสถานภาพสมรส/จดทะเบียนสมรส สถานภาพในครัวเรือนเป็นหัวหน้าครัวเรือน มีลักษณะเป็นครอบครัวเดี่ยว มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเป็นเพศหญิง อายุของสมาชิกในครัวเรือนอยู่ในช่วงอายุ 26-60 ปี มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่อยู่อาศัยประจำ ไม่มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่กำลังตั้งครรภ์ ส่วนใหญ่เกิดที่นี้ สถานภาพการถือครองที่ดินครอบครัวที่เป็นของตนเอง อาชีพหลักเป็นเกษตรกร รองลงมา คือ อาชีพอื่น ๆ เช่น พนักงานรีสอร์ท พนักงานร้านอาหาร อาชีพเสริมโดยรับจ้าง รายได้โดยเฉลี่ยต่อเดือน จำนวน 20,061.25 บาท และรายจ่ายทั้งหมดโดยเฉลี่ยต่อเดือน จำนวน 13,889.60 บาท ระยะเวลาที่อยู่ในชุมชนเขื่อนศรีนครินทร์ จำนวนเฉลี่ย 36.16 ปี ระยะทางจากบ้าน/ที่พักห่างจากเขื่อนศรีนครินทร์ จำนวนเฉลี่ย 43 กิโลเมตร ไม่มีการรับรู้เรื่องการสร้างเขื่อนศรีนครินทร์ แต่รับรู้เรื่องการสร้างเขื่อนศรีนครินทร์หลังการก่อสร้าง โดยครัวเรือนผ่านเกณฑ์ความจำเป็นพื้นฐาน (จปฐ.) ไม่ได้เป็นสมาชิกในครัวเรือนสังกัดกลุ่มชุมชน และมีความรู้สึกพอใจโดยรวมต่อการดำเนินงานเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมของเขื่อนศรีนครินทร์

2. ผลการวิจัยข้อมูลระดับความคิดเห็นการมีส่วนร่วมของชุมชนด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม

คณะผู้วิจัยศึกษาแบบการมีส่วนร่วมของประชาชนรอบพื้นที่เขื่อนศรีนครินทร์ ในด้านต่าง ๆ จำนวน 8 ด้าน ได้แก่ ด้านสิทธิของชุมชน ด้านวิธีการมีส่วนร่วมของชุมชน ด้านการตรวจสอบการมีส่วนร่วม ด้านการบริหารจัดการมีส่วนร่วม ด้านความคิดเห็นต่อการมีเขื่อน ด้านการช่วยกิจกรรมชุมชนของเขื่อนศรีนครินทร์ (ศาสนา, งานประเพณีชุมชน, การศึกษา) ด้านการเข้าร่วมกิจกรรมของชุมชน และด้านผู้นำชุมชน จากผู้ตอบแบบสอบถาม ได้ผลการวิจัย ดังนี้

ตารางที่ 1 ภาพรวมของระดับความคิดเห็นการมีส่วนร่วมของชุมชนด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม

ความคิดเห็น	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ค่า S.D	การแปลผล
1. ด้านสิทธิของชุมชน	3.84	0.787	มาก
2. ด้านวิธีการมีส่วนร่วมของชุมชน	3.72	0.628	มาก
3. ด้านการตรวจสอบการมีส่วนร่วม	3.75	0.660	มาก
4. ด้านการบริหารจัดการมีส่วนร่วม	3.73	0.599	มาก
5. ด้านความคิดเห็นต่อการมีเชื้อน	4.08	0.766	มาก
6. ด้านการช่วยกิจกรรมชุมชนของเขื่อนศรีนครินทร์	3.73	0.628	มาก
7. ด้านการเข้าร่วมกิจกรรมของชุมชน	3.70	0.734	มาก
8. ด้านผู้นำชุมชน	3.79	0.698	มาก
รวม	3.79	0.544	มาก

จากตารางที่ 1 ภาพรวมของระดับความคิดเห็นการมีส่วนร่วมของชุมชนด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม พบว่า ภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.79, S.D. = 0.544) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากทุกด้าน คือ (1) ด้านความคิดเห็นต่อการมีเชื้อน ($\bar{X}$ = 4.08, S.D. = 0.766) (2) ด้านสิทธิของชุมชน ($\bar{X}$ = 3.84 ค่า S.D. = 0.787) (3) ด้านผู้นำชุมชน ($\bar{X}$ = 3.79, S.D. = 0.698) (4) ด้านการตรวจสอบการมีส่วนร่วม ($\bar{X}$ = 3.75, S.D. = 0.660) (5) ด้านการบริหารจัดการมีส่วนร่วม ($\bar{X}$ = 4.30, S.D. = 0.877) (6) ด้านการช่วยกิจกรรมชุมชนของเขื่อนศรีนครินทร์ ($\bar{X}$ = 3.73, S.D. = 0.628) (7) ด้านวิธีการมีส่วนร่วมของชุมชน ($\bar{X}$ = 3.72, S.D. = 0.628) และ (8) ด้านการเข้าร่วมกิจกรรมของชุมชน ($\bar{X}$ = 3.70, S.D. = 0.734) ตามลำดับ

สรุปและอภิปรายผล

การสำรวจ วิเคราะห์ถอดบทเรียนของรูปแบบการมีส่วนร่วมของชุมชน จำนวน 11 รูปแบบ คือ

1. รูปแบบของปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมของชุมชน
2. รูปแบบการมีส่วนร่วมในการพัฒนาท้องถิ่นของประชาชน
3. รูปแบบการมีส่วนร่วมด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 10 ด้าน คือ 1) ด้านสิทธิชุมชน 2) ด้านวิธีการมีส่วนร่วมของชุมชน 3) ด้านการตรวจสอบการมีส่วนร่วม 4) ด้านการบริหารจัดการการมีส่วนร่วม 5) ด้านความคิดเห็นต่อการมีเชื้อน 6) ด้านกิจกรรมชุมชนทางศาสนา 7) ด้านกิจกรรมชุมชนทางประเพณี 8) ด้านกิจกรรมชุมชนทางการศึกษา 9) ด้านการเข้าร่วมกิจกรรมของชุมชน 10) ด้านผู้นำชุมชน
4. รูปแบบการมีส่วนร่วมด้านสิทธิชุมชน โดยความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามประเด็นต่าง ๆ ทางด้านสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก การมีส่วนร่วมด้านสิทธิชุมชน ประกอบไปด้วย
 - 1) คำชี้แจงก่อนดำเนินโครงการ: ก่อนเริ่มดำเนินโครงการ ต้องจัดให้มีการเผยแพร่ข้อมูล ที่เกี่ยวกับเหตุผล ความจำเป็น วัตถุประสงค์ของโครงการ สารสำคัญของโครงการ ผู้ดำเนินการ สถานที่ดำเนินการ ขั้นตอนและระยะเวลาดำเนินการ ผลผลิตและผลลัพธ์ของโครงการ ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น รวมทั้งมาตรการป้องกัน แก้ไข หรือเยียวยา ความเดือดร้อนที่อาจเกิดขึ้นจากผลกระทบดังกล่าว
 - 2) กระบวนการรับฟังความคิดเห็น: ต้องจัดให้มีการกระบวนการรับฟังความคิดเห็นก่อนการดำเนินโครงการ แล้วรวบรวมความคิดเห็นของประชาชนที่มีต่อโครงการนั้น รวมตลอดถึงความเดือดร้อน หรือความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นแก่ประชาชนด้วย
 - 3) สิทธิชุมชนในการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม: สิทธิของชุมชนในการช่วยกันดูแลรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมในชุมชนของตนเอง เช่น การกำจัดขยะมูลฝอย การกักน้ำโสโครก ซึ่งเป็นปัญหาของชุมชน โครงการที่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสภาพสิ่งแวดล้อมของชุมชน ชุมชนมีสิทธิที่จะรักษา และป้องกัน
 - 4) สิทธิชุมชนในการเข้ามามีส่วนร่วมขององค์กรอิสระ: องค์กรอิสระมีสิทธิที่จะเข้ามามีส่วนร่วม ในการพิจารณาต่อการดำเนินการโครงการต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

- 5) สิทธิชุมชนในการฟ้องร้องหน่วยงาน: ประชาชนมีสิทธิที่จะได้รับการคุ้มครองในการฟ้องร้องหน่วยงานราชการ
 - 6) สิทธิชุมชนในการวางแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม: ประชาชนมีส่วนร่วมในการกำหนดนโยบายและวางแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม เช่น การทำแผนพัฒนาชุมชน และตำบล
 - 7) สิทธิชุมชนในทางการเมืองและจัดทำบริการสาธารณะ: ประชาชนมีส่วนร่วมในทางการเมืองและบริการสาธารณะ
 - 8) สิทธิชุมชนในการตรวจสอบการใช้อำนาจรัฐ: ประชาชนมีส่วนร่วมในการตรวจสอบการใช้อำนาจรัฐทุกระดับ
 - 9) สิทธิชุมชนในการรวมตัวกันเป็นเครือข่าย: ประชาชนมีส่วนร่วมในการรวมตัวกันในลักษณะเครือข่ายทุกระดับ
5. รูปแบบด้านวิธีการมีส่วนร่วม ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามประเด็นต่าง ๆ ทางด้านสิ่งแวดล้อม อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก รูปแบบด้านวิธีการมีส่วนร่วม จะประกอบไปด้วย
- 1) หลักฐานและเอกสารชัดเจน: การมีส่วนร่วมอาจมีการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล อาจเป็นทางโทรศัพท์ ทางไปรษณีย์ ทางเครือข่ายสารสนเทศ แต่ต้องมีเอกสารและหลักฐานชัดเจน
 - 2) ความคิดเห็นอย่างมีอิสระ: อาจเป็นการสนทนากลุ่มย่อย สัมภาษณ์เชิงลึก ประชาพิจารณ์ อภิปรายสาธารณะ หรือประชุมเชิงปฏิบัติการ แต่ต้องมีความคิดเห็นอย่างมีอิสระที่แท้จริง ปราศจากการชี้นำ
 - 3) การประชาสัมพันธ์: ต้องมีการประกาศให้ชุมชนที่เข้ามามีส่วนร่วมทราบถึง วิธีการ ระยะเวลา สถานที่ และรายละเอียดต่าง ๆ
 - 4) สนับสนุนและส่งเสริมด้านการมีส่วนร่วม: ควรมีการสนับสนุนส่งเสริมให้มีการศึกษาวิจัย เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุง และพัฒนาวิธีการให้ข้อมูล
 - 5) ก่อนดำเนินการมีส่วนร่วม: ต้องมีการปิดประกาศอย่างเปิดเผยไม่น้อยกว่า 15 วัน
 - 6) หลังดำเนินการมีส่วนร่วม: ต้องมีการสรุปผลการรับฟังความคิดเห็นหลังการประชุมภายใน 15 วัน หลังเสร็จสิ้นอย่างเปิดเผย และกำหนดมาตรการป้องกันและแก้ไข
6. รูปแบบด้านการตรวจสอบการมีส่วนร่วม ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามประเด็นต่าง ๆ ทางด้านสิ่งแวดล้อม อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก สำหรับรูปแบบด้านการตรวจสอบการมีส่วนร่วม มีรายละเอียดโดยสรุป ดังนี้
- 1) การเกิดจิตสำนึกของตนเองในการมีส่วนร่วม การมีส่วนร่วมของประชาชน จะต้องเริ่มตั้งแต่การเกิดจิตสำนึกในตนเอง ร่วมคิด ร่วมกันวางแผน ร่วมดำเนินการ ร่วมกันติดตามประเมินผล ร่วมรับผลประโยชน์
 - 2) ความผูกพัน รู้สึกรัก มีจิตสำนึกเป็นเจ้าของท้องถิ่น ประชาชนจะเกิดความผูกพัน รู้สึกรัก มีจิตสำนึก เป็นเจ้าของท้องถิ่นของตนเอง
 - 3) ความโปร่งใสตรงกับความต้องการ การบริหารงานด้วยความโปร่งใส ตรงกับความต้องการของประชาชน และรับผิดชอบต่อประชาชนมากที่สุด
 - 4) การตรวจสอบการบริหารงานของรัฐทุกขั้นตอน ประชาชนมีสิทธิที่จะตรวจสอบการบริหารงานของรัฐได้ทุกขั้นตอน
 - 5) การได้รับข่าวสารและเสริมสร้างความเข้าใจ การมีส่วนร่วมจะทำให้มีการได้รับข่าวสาร และเสริมสร้างความเข้าใจของประชาชนที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาทางเลือกและทางแก้ไข
 - 6) ประชาชนเข้ามามีบทบาท การมีส่วนร่วมจะทำให้ประชาชนเข้ามามีบทบาทเพื่อร่วมกันทำงาน และสร้างความมั่นใจ ความคิดเห็น และความต้องการของประชาชน จะได้รับการพิจารณา
 - 7) การพัฒนาทางเลือกและแนวทางแก้ไข การมีส่วนร่วมเป็นความร่วมมือ และการตัดสินใจทุกขั้นตอน ตั้งแต่ระบุปัญหา พัฒนาทางเลือก และแนวทางแก้ไข
 - 8) การเสริมอำนาจ: การมีส่วนร่วมเป็นการเสริมอำนาจเพื่อให้ประชาชนเป็นผู้ตัดสินใจ
7. รูปแบบด้านการบริหารจัดการ การมีส่วนร่วม ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามประเด็นต่าง ๆ ทางด้านสิ่งแวดล้อม อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก รูปแบบด้านการบริหารจัดการ การมีส่วนร่วม มีรายละเอียดโดยสรุป ดังนี้
- 1) การลดความขัดแย้ง: การมีส่วนร่วมตั้งแต่ต้น สามารถลดการเผชิญหน้า และความขัดแย้งที่รุนแรงได้
 - 2) มีความเป็นเจ้าของท้องถิ่น: การมีส่วนร่วมเกิดความรู้สึกร่วมและรู้สึกรัก และแสดงความเป็นเจ้าของท้องถิ่นของตนเอง
 - 3) การตัดสินใจที่รอบคอบ: การมีส่วนร่วมจะช่วยเพิ่มคุณภาพในการตัดสินใจ ช่วยให้เกิดการพิจารณาทางเลือกใหม่ ทำให้การตัดสินใจรอบคอบยิ่งขึ้น

4) ลดค่าใช้จ่าย: การมีส่วนร่วมเป็นการลดค่าใช้จ่ายและการสูญเสียเวลา เมื่อการตัดสินใจนั้นได้รับการยอมรับ จะช่วยลดความขัดแย้งระหว่างนำไปปฏิบัติ

5) เกิดความชอบธรรม: การมีส่วนร่วมเป็นการสร้างฉันทามติ ลดความขัดแย้งทางการเมือง และเกิดความชอบธรรมในการตัดสินใจของรัฐ

6) มีความกระตือรือร้น: การมีส่วนร่วมเป็นการเพิ่มความง่ายในการนำไปปฏิบัติที่ทำให้ประชาชนเกิดความรู้สึกเป็นเจ้าของ และมีความกระตือรือร้นในการช่วยให้เกิดผลในการปฏิบัติ

7) ความตระหนักในการตอบสนอง: การมีส่วนร่วมเป็นการทำให้เจ้าหน้าที่รัฐเกิดความใกล้ชิดกับประชาชน และไวต่อความรู้สึกห่วงกังวลต่อประชาชน และเกิดความตระหนักในการตอบสนองต่อความกังวลของประชาชน

8) เพิ่มทุนทางสังคม: การมีส่วนร่วมเป็นการเพิ่มทุนทางสังคม และช่วยเสริมสร้างให้ประชาชนเป็นพลเมืองที่กระตือรือร้น สอดคล้องกับการปกครองตามหลักประชาธิปไตยแบบมีส่วนร่วม

9) มีประสบการณ์: การมีส่วนร่วมทำให้มีประสบการณ์ และความคุ้นเคยในการใช้สิทธิหน้าที่ของพลเมือง

10) เห็นความสำคัญของตนเอง: การมีส่วนร่วมทำให้มีส่วนร่วมรับรู้ถึงปัญหา อุปสรรค และสามารถแก้ไขปัญหาท้องถิ่นตามเจตนารมณ์ของตนเองได้

11) การตอบสนอง: การมีส่วนร่วมทำให้สามารถตอบสนองความต้องการของประชาชนได้ถูกเป้าหมาย มีประสิทธิภาพ เพื่อพัฒนาความเป็นอยู่ และบริการที่มีใช้ รวมทั้งป้องกันความไม่โปร่งใส และสิ่งที่ไม่เกิดประโยชน์ต่อท้องถิ่น

8. รูปแบบด้านความคิดเห็นต่อการมีเงื่อนไข ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามประเด็นต่าง ๆ ทางด้านสิ่งแวดล้อม อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก รูปแบบด้านความคิดเห็นต่อการมีเงื่อนไข มีรายละเอียดโดยสรุป คือ การมีเงื่อนไขมีผลต่อการค้าขาย การท่องเที่ยว การประกอบอาชีพ การมีรายได้ การมีงานทำ เชื่อนเป็นส่วนหนึ่งของคนในชุมชน เชื่อนช่วยเหลือกิจกรรมของคนในชุมชน เชื่อนให้มีความสำคัญกับคนในชุมชน เชื่อนอยู่ในชุมชนอย่างยาวนาน และเชื่อนทำให้คนในชุมชนมีความสุข

9. รูปแบบด้านการมีส่วนร่วมในกิจกรรมชุมชนของเชื่อน ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามประเด็นต่าง ๆ ทางด้านสิ่งแวดล้อม อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก รูปแบบด้านการมีส่วนร่วมในกิจกรรมชุมชนของเชื่อน มีรายละเอียดโดยสรุปคือ ด้านศาสนา ด้านงานประเพณีชุมชน ด้าน การศึกษา

10. รูปแบบการมีส่วนร่วมในด้านการเข้าร่วมกิจกรรมของชุมชน ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามประเด็นต่าง ๆ ทางด้านสิ่งแวดล้อม อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก รูปแบบด้านการมีส่วนร่วมในด้านการเข้าร่วมกิจกรรมของชุมชน มีรายละเอียดโดยสรุป คือ การเข้าร่วมกีฬาประจำหมู่บ้าน อบต. กีฬาเยาวชนต่อต้านยาเสพติด ประเพณีของชุมชน กิจกรรมทางศาสนา งานศพของคนในชุมชน งานแต่งงานของคนในชุมชน และงานบุญต่าง ๆ

11. รูปแบบการมีส่วนร่วมในด้านผู้นำชุมชน ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามประเด็นต่าง ๆ ทางด้านสิ่งแวดล้อม อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก รูปแบบด้านการมีส่วนร่วมผู้นำชุมชน มีรายละเอียดโดยสรุป คือ ความใกล้ชิดกับผู้นำชุมชน การติดต่อกับผู้นำชุมชน ความช่วยเหลือของผู้นำชุมชนด้านอาชีพ ความช่วยเหลือของผู้นำชุมชนด้านประเพณีท้องถิ่น ความสามารถแก้ไขปัญหาความขัดแย้งของผู้นำชุมชน และความสามารถแก้ไขปัญหาความเดือดร้อนจากภัยธรรมชาติ

การพัฒนาแบบการมีส่วนร่วมของชุมชนที่มีความเหมาะสม และมีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติเพื่อส่งเสริมคุณภาพสังคมและสิ่งแวดล้อมให้เป็นอยู่ที่ดีขึ้น โดยมีข้อเสนอแนะในการมีส่วนร่วมแต่ละมิติในการมีส่วนร่วม 6 ด้าน คือ 1) มิติสิ่งแวดล้อม: การมีส่วนร่วมในการจัดการสิ่งแวดล้อม และรักษาสภาพแวดล้อมของท้องถิ่น 2) มิติทางสังคม: การมีส่วนร่วมในการพัฒนาเมือง และพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชน 3) มิติทางเศรษฐกิจ: การมีส่วนร่วมในการพัฒนาอย่างยั่งยืน และการท่องเที่ยวของชุมชน 4) มิติทางการบริหารจัดการ: การมีส่วนร่วมทางนโยบายองค์กรและเครือข่าย 5) มิติทางกายภาพ: การมีส่วนร่วมในรูปแบบการใช้ที่ดินและการพัฒนาระบบเมือง และ 6) มิติทางด้านอื่น ๆ: การสร้างเครือข่ายความร่วมมือกับหน่วยงานต่าง ๆ

ข้อเสนอแนะ

ควรทำศึกษาวิจัยในโครงการพัฒนารูปแบบการมีส่วนร่วมของชุมชนทางด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ โรงไฟฟ้าพลังหรือความร้อนในพื้นที่อื่น ๆ ที่มีบริบทที่แตกต่างกัน โดยศึกษาทางด้านต่าง ๆ เพิ่มเติมจากข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย คือ ด้านการพัฒนารูปแบบแนวทาง ด้านการพัฒนาเกษตรกรรมชุมชนพัฒนาการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนในท้องถิ่น ชุมชน ด้านการพัฒนาเครือข่ายชุมชน และด้านการอนุรักษ์ฟื้นฟูธรรมชาติและพื้นที่สีเขียว ด้านการจัดการขยะ และด้านการพัฒนาพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ และก๊าซชีวภาพของชุมชน และด้านการพัฒนาระบบระบายน้ำ และการกำจัดน้ำเสียของชุมชน

เอกสารอ้างอิง

- การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2530). รายงานการศึกษาและประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมหลังการสร้างเขื่อนศรีนครินทร์ (รายงานหลัก เล่มที่ 2 ตอนที่ 4 เศรษฐศาสตร์). กรุงเทพมหานคร: บริษัท เข้าที่อีสท์เอเชียเทคโนโลยี จำกัด และสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. (2558). รายงานสรุปสำหรับผู้บริหาร รายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อมภายหลังการดำเนินงานโรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี. กรุงเทพฯ: โฟโต้ชอปเซนเตอร์.
- Best, John W. & Kahn, James V. (1986). *Research in Education*. (5th ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- Yamane, Taro. (1973). *Statistics: An Introductory Analysis*. (3rd ed.). New York: Harper & Row.

การเลือกเทคโนโลยีเตาเผาที่เหมาะสมสำหรับการแปรรูปขยะมูลฝอยเป็นพลังงาน กรณีศึกษา จังหวัดปทุมธานี

นฤพร เวชกุลชัย และ วันวิสาข์ สกลภาพ

ภาควิชาเคมี, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ศูนย์รังสิต), ปทุมธานี 12120

email: anngl3ann2499@gmail.com

บทคัดย่อ

ปัญหาขยะมูลฝอยของจังหวัดปทุมธานีได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วซึ่งสอดคล้องกับการขยายตัวของเมือง ปัญหานี้จึงจำเป็นต้องจัดการ การแปรรูปขยะมูลฝอยเป็นพลังงานโดยวิธีการเผาเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการจัดการสำหรับจังหวัดปทุมธานี งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพและเลือกเทคโนโลยีเตาเผาที่เหมาะสมสำหรับการจัดการขยะมูลฝอยของจังหวัดปทุมธานี ซึ่งเทคโนโลยีที่นำมาศึกษาเปรียบเทียบนั่นคือ เทคโนโลยีเตาเผาแบบ Moving grate และเทคโนโลยีเตาเผาแบบฟลูอิดไดซ์เบด (Fluidized bed) เท่านั้น โดยใช้ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂), มีเทน (CH₄), ไนตรัสออกไซด์ (N₂O), ปริมาณขยะ และข้อมูลประชากร เป็นต้น ปัจจุบันเหล่านี้นำมาวิเคราะห์ตามคำแนะนำของคู่มือ 2006 IPCC พบว่า เทคโนโลยีเตาเผาแบบ Moving grate ให้ค่า total emission ประมาณ 4,098.46 ton CO₂ และเทคโนโลยีเตาเผาแบบฟลูอิดไดซ์เบด (Fluidized bed) ให้ค่า total emission ประมาณ 4,098.55 ton CO₂ ดังนั้นเทคโนโลยีเตาเผาแบบ Moving grate เป็นเทคโนโลยีเตาเผาขยะที่เหมาะสมสำหรับจังหวัดปทุมธานี เพราะมีปริมาณปลดปล่อยรวมของก๊าซเรือนกระจกที่น้อยกว่าเทคโนโลยีเตาเผาแบบฟลูอิดไดซ์เบด (Fluidized bed) ประมาณร้อยละ 0.02

Keywords: ขยะการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก, ขยะมูลฝอย, พลังงานไฟฟ้าจากขยะ

Selecting Suitable Incineration for Municipal Solid Waste-to-Energy: A case Study of Pathumthani, Thailand

Naruporn Wetchayagulchai and Wanwisa Skolpap*

Department of Chemical Engineering, School of Engineering, Thammasat University (Rangsit campus),
Pathumthani 12120
email: anngl3ann2499@gmail.com

Abstract

Due to accelerated urbanization and industrialization levels in Pathumthani, increased municipal solid waste generation inevitably affects environment and public health reflecting the need for seeking effective solid waste management. Waste-to-energy by incineration, one of sustainable solutions, reduces waste volume and recovers energy. The objective of this study is to select suitable incineration technology between moving grate and fluidized-bed technology using data collection of amount of solid waste generation and quantity and population density and data analysis of estimated greenhouse gas emission,. Based on the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories, the estimated total emission from moving grate and fluidized-bed incineration technologies were 4,098.46 and 4,098.55 ton CO₂, respectively. It is pronounced that moving grate incineration is the suitable option for waste-to-energy recovery in Pathumtani due to lower greenhouse gas emission about 0.002% than fluidized-bed incineration.

Keywords: Greenhouse gas emission, municipal waste, waste-to-energy electricity plant.

บทนำ

ปัญหาขยะมูลฝอยของประเทศไทยได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วซึ่งสอดคล้องกับการขยายตัวของเมืองและพฤติกรรม การบริโภคของประชาชนที่เปลี่ยนไป ในขณะที่หน่วยงานการรับผิดชอบในการกำจัดขยะส่วนใหญ่ยังขาดความพร้อมในหลายๆ ด้าน อาทิ งบประมาณ อุปกรณ์ บุคลากร และสถานที่ ที่ใช้ในการกำจัดขยะ ขยะชุมชนจึงเป็นปัญหาที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควรมีส่วนในการแก้ไข ดังนั้นการนำขยะชุมชนมาผลิตเป็นพลังงานทดแทนในรูปแบบไฟฟ้าหรือความร้อนเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง และยังสามารถช่วยลดปัญหาการจัดการสิ่งแวดล้อม อีกทั้งในสภาวะที่ประเทศไทยมีความจำเป็นที่จะต้องหาแหล่งพลังงานทดแทน ขยะชุมชนจึงเป็นชีวมวลชนิดหนึ่งซึ่งมีความสามารถในการนำมาใช้เพื่อผลิตพลังงาน ปัจจุบันนี้การนำขยะชุมชนมาผลิตเป็น พลังงานมีอยู่น้อยมาก อีกทั้งขยะชุมชนที่มีอยู่ในปัจจุบันมีปริมาณมาก ดังนั้นการผลิตพลังงานจากขยะจะเกิดขึ้นได้นั้น ต้อง อาศัยความร่วมมือจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องและยังต้องการการสนับสนุนจากภาครัฐอีกด้วย

จังหวัดปทุมธานีเป็นจังหวัดปริมณฑลที่ตั้งอยู่บนสองฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยา คือฝั่งตะวันออกและฝั่งตะวันตก พื้นที่ส่วนใหญ่ เป็นที่ราบลุ่ม มีคู คลองตามธรรมชาติและที่ขุดขึ้นใหม่จำนวนมากเชื่อมติดต่อกัน ใช้สัญจรไปมาระหว่างหมู่บ้าน ตำบล และจังหวัด มีย่านชุมชนที่หนาแน่นตามริมฝั่งน้ำเจ้าพระยาและริมคลองสายต่างๆ สำหรับพื้นที่ที่ห่างจากแม่น้ำเจ้าพระยาและ ลำคลองจะเป็นหมู่บ้านต่างๆ สวนผัก ผลไม้ และไร่นา ปัจจุบันพื้นที่ของจังหวัดในบางอำเภอซึ่งเคยเป็นสวนผลไม้ และมีเขต ติดต่อกับกรุงเทพมหานครได้เปลี่ยนแปลงเป็นชุมชนที่อยู่อาศัยเพื่อรองรับการขยายตัวในด้านอุตสาหกรรม และธุรกิจการ จัดสรรที่ดินและการก่อสร้างโรงงานอุตสาหกรรมขึ้นอย่างหนาแน่น จึงทำให้พื้นที่ที่เคยเป็นพื้นที่สีเขียวลดลง ก่อให้เกิดปัญหา สิ่งแวดล้อม เช่น ปัญหาขยะมูลฝอยและปัญหาความเสื่อมโทรมของแหล่งธรรมชาติ ได้แก่ แหล่งน้ำ คู คลองต่าง ๆ

สถานการณ์ในปัจจุบันจังหวัดปทุมธานี มีปริมาณขยะมูลฝอยประมาณ 1,700 ตัน/วัน ซึ่งได้มีการดำเนินการกำจัด ขยะในเขตพื้นที่จังหวัดปทุมธานีประมาณ 742 - 771 ตัน/วัน (ที่มาจากรายงานสถานการณ์ขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย กรมควบคุมมลพิษ พ.ศ.2559) วิธีการกำจัดส่วนใหญ่จะใช้วิธีการฝังกลบ สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยในเขตพื้นที่จังหวัดปทุมธานี เป็นแบบฝังกลบที่มีการออกแบบอย่างถูกสุขาภิบาล มีอยู่ 2 แห่ง คือ

แห่งที่ 1 คือบ่อขยะแบบฝังกลบของเทศบาลเมืองคูคต ตั้งอยู่หมู่ที่ 14 ต.บึงทองหลาง อ.ลำลูกกา มีเนื้อที่ประมาณ 230 ไร่ ซึ่งเมื่อได้ดำเนินการสร้างศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยรวมที่ 1 แล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2541 ได้มีการคัดค้านจากประชาชน บริเวณใกล้เคียง จึงไม่สามารถเปิดใช้ได้

แห่งที่ 2 คือบ่อขยะแบบฝังกลบของเทศบาลเมืองปทุมธานี ตั้งอยู่หมู่ที่ 4 ต.บ่อเงิน อ.ลาดหลุมแก้ว มีเนื้อที่ใน ขณะนั้นประมาณ 118 ไร่ (เทศบาลเมืองปทุมธานี ได้จัดซื้อขึ้นอีกประมาณ 120 ไร่ ปัจจุบัน มีเนื้อที่ประมาณ 238 ไร่) ได้เริ่ม เปิดดำเนินการเมื่อปี พ.ศ.2541 โดยวางแผนรองรับขยะมูลฝอยจากพื้นที่ฝั่งตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยา คือ อ.สามโคก และ อ.ลาดหลุมแก้ว แต่เนื่องจากเป็นบ่อขยะแบบฝังกลบที่มีการดำเนินการอย่างถูกหลักสุขาภิบาล เพียงแห่งเดียวในขณะนั้น ทำ ให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจำนวนมากนำขยะมากำจัดจึงเกินขีดความสามารถที่จะให้บริการฝังกลบต่อวันได้ และถูก ร้องเรียนคัดค้านจากประชาชน และไม่สามารถเปิดดำเนินการได้ในที่สุด โดยในขณะนี้จังหวัดปทุมธานีแก้ปัญหาโดยการนำ ขยะไปกำจัดที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพและเลือกเทคโนโลยีเตาเผาที่เหมาะสมสำหรับการจัดการขยะมูลฝอย ของจังหวัดปทุมธานี ซึ่งเทคโนโลยีที่นำมาศึกษาเปรียบเทียบนั่นคือ เทคโนโลยีเตาเผาแบบ Moving grate และเทคโนโลยี เตาเผาแบบฟลูอิดไดซ์เบด (Fluidized bed) เท่านั้น โดยอาศัยข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂), มีเทน (CH₄), ไนตรัสออกไซด์ (N₂O), ปริมาณขยะ และข้อมูลประชากร เป็นต้น ปัจจัยเหล่านี้นำมาวิเคราะห์ตามคำแนะนำของคู่มือ 2006 IPCC

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาศักยภาพและเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับการจัดการขยะมูลฝอยของจังหวัดปทุมธานี
2. เพื่อเปรียบเทียบการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากเทคโนโลยีการแปรรูปขยะชุมชนของจังหวัดปทุมธานีให้เป็นพลังงานไฟฟ้า

ระเบียบวิธีวิจัย

ขั้นตอนการวิจัยได้แบ่งเป็นสองส่วน คือ ส่วนของการรวบรวมข้อมูลและส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. การรวบรวมข้อมูล โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย, สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 6 (นนทบุรี), วิศวกรผู้เชี่ยวชาญและงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ ดังมีรายละเอียดตามตารางด้านล่างนี้

ตารางที่ 1 จำนวนประชากร จำนวนปริมาณขยะมูลฝอย และอัตราการเกิดขยะมูลฝอย จังหวัดปทุมธานี ปี 2560

อำเภอ	จำนวนประชากร ^{1/} (คน)	ปริมาณขยะมูลฝอย ^{2/}		อัตราการเกิดขยะมูลฝอย (กิโลกรัม/คน/วัน)
		ตัน/วัน	ร้อยละ	
รวม	1,129,115	1,621.9	100.0	1.05
เมืองปทุมธานี	201,126	246.0	15.2	1.02
คลองหลวง	274,012	493.0	30.4	1.07
ธัญบุรี	206,582	302.8	18.7	1.35
หนองเสือ	53,312	50.88	3.1	0.96
ลาดหลุมแก้ว	65,563	69.9	4.3	0.96
ลำลูกกา	273,438	386.7	23.8	1.07
สามโคก	55,082	72.6	4.5	0.96

ที่มา: 1/ กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย

2/ สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 6 (นนทบุรี)

ตารางที่ 2 ข้อมูลเตาเผาขยะแบบ Moving grate

ชื่อระบบผลิตไฟฟ้า	รายการ	ค่า LCI	
		หน่วย	ปริมาณ
Moving grate	Input		
	ขยะ	kg	255,500,000.00
	น้ำมันดีเซล	liter	20,000.00
	27% Ammonia water of boiler	liter	730,000.00
	Water consumption of boiler	m3	54,750.00
	Hydrate lime consumption for attemperat	kg	2,044,000.00
	Cooling water consumption for attempera	m3	1,095,000.00
	Activated carbon consumption for dust co	kg	51,100.00
	Output		
	ไฟฟ้า	kwh	84,000,005.00

ตารางที่ 3 ข้อมูลเตาเผาขยะแบบ Fluidized-bed

ชื่อระบบผลิตก๊าซ	รายการ	ค่า LCI	
		หน่วย	ปริมาณ
Fluidized-bed	Input		
	ขยะ	kg	34,675,000.00
	น้ำมันดีเซล	liter	5,200.00
	27% Ammonia water of boiler	liter	-
	Water consumption of cooler	m3	70,649.40
	Water consumption for wetting fly ash	m3	24,528.00
	sand consumption	kg	394,200.00
	Activated carbon consumption for dust colle	kg	-
	Output		
	ไฟฟ้า	kwh	6,135,504.00

2. การวิเคราะห์ข้อมูล โดยการเผาขยะโดยใช้เตาเผาก่อให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂), มีเทน (CH₄) และไนตรัสออกไซด์ (N₂O) สำหรับการคำนวณหาการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จะพิจารณาทั้งจากการเผาขยะมูลฝอยชุมชน รวมถึงการเผาเชื้อเพลิงเหลวเหลือทิ้งจากโรงงาน โดยการประเมินการปลดปล่อยก๊าซดังกล่าวนี้จะทำตามคำแนะนำของคู่มือ 2006 IPCC ได้แก่

สมการที่ 1 การประเมินปริมาณขยะที่ป้อนเข้าเตาเผา

$$MSW_B = P * P_{frac} * MSW_P * B_{frac} * 365 * 10^{-6}$$

โดยที่

MSW_B	= ปริมาณของเสียชุมชนที่นำไปเผา หน่วย กิโลกรัมต่อปี; Gg/yr
P	= จำนวนประชากร หน่วย คนต่อปี; Person/yr
P_{frac}	= สัดส่วนของประชากรที่เผาขยะ
MSW_P	= อัตราการเกิดขยะ หน่วย กิโลกรัมขยะต่อคน ต่อปี; kg _{waste} /person/yr
B_{frac}	= สัดส่วนของขยะที่เกิดการเผาไหม้
365	= ค่าคงที่สำหรับการประเมินหาปริมาณขยะ ที่เข้าเตาเผาใน 1 ปี

โดยที่อัตราการเกิดขยะ (กรมควบคุมมลพิษ 2556)

อัตราการเกิดขยะตำบล	1.02	kg/คน/วัน
อัตราการเกิดขยะเมือง	1.15	kg/คน/วัน
อัตราการเกิดขยะนคร	1.89	kg/คน/วัน
อัตราการเกิดขยะเมืองพัทยา	3.90	kg/คน/วัน

สมการที่ 2 ประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากปริมาณขยะทั้งหมดที่นำไปเผา

$$CO_2 \text{ Emissions} = \sum_i (SW_i \times dm_i \times CF_i \times FCF_i \times OF_i) \times 44/12$$

โดยที่

$CO_2 \text{ Emissions}$	= ปริมาณการปล่อย CO ₂ จากการเผาขยะ หน่วย กิกะกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี; GgCO ₂ /yr
SW_i	= ปริมาณของขยะชนิด i (น้ำหนักเปียก) ที่ถูกนำไปเผา หน่วย กิกะกรัมต่อปี; Gg/yr
dm_i	= สัดส่วนมวลแห้งของขยะชนิด i (น้ำหนักเปียก) ที่ถูกนำไปเผา
CF_i	= สัดส่วนของคาร์บอน (C) ของขยะชนิด i
FCF_i	= สัดส่วนของ Fossil Carbon ที่มีอยู่ในปริมาณคาร์บอนของขยะชนิด i
OF_i	= สัดส่วนของคาร์บอนที่ถูกออกซิไดซ์ (Oxidation Factor) ของเชื้อเพลิงเหลวชนิด i
$44/12$	= ค่าคงที่สำหรับการเปลี่ยนจากคาร์บอน (C) เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)
i	= ประเภทของขยะที่นำไปเผาในเตาเผาและนำไปเผาในที่โล่ง เช่น ขยะมูลฝอยชุมชน ขยะมูลฝอยอุตสาหกรรม กากตะกอน ขยะอันตราย และขยะจากสถานพยาบาล

สมการที่ 3 ประเมินการปล่อยก๊าซมีเทน (CH₄) โดยการใช้เตาเผา

$$CH_4 \text{ Emissions} = \sum_i (IW_i \times EF_i) \times 10^{-6}$$

โดยที่

$CH_4 \text{ Emissions}$	= ปริมาณการปล่อยก๊าซ CH ₄ หน่วย กิกะกรัมมีเทนต่อปี; GgCH ₄ /yr
IW_i	= ปริมาณของขยะชนิด i (น้ำหนักเปียก) ที่ถูกนำไปเผา หน่วย กิกะกรัมต่อปี; Gg/yr
EF_i	= ค่าการปล่อยก๊าซ CH ₄ จากการเผาขยะ หน่วย กิโลกรัมมีเทนต่อกิกะกรัมขยะ; kgCH ₄ /Gg _{waste}
10^{-6}	= ค่าคงที่สำหรับการเปลี่ยนหน่วยจากกิโลกรัม (kg) เป็นกิกะกรัม (Gg)
i	= ประเภทของขยะที่นำไปเผาในเตาเผาและนำไปเผาในที่โล่ง เช่น ขยะมูลฝอยชุมชน ขยะมูลฝอยอุตสาหกรรม กากตะกอน ขยะอันตราย และขยะจากสถานพยาบาล

สมการที่ 4 ประเมินการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์(N₂O) จากการเผา

$$N_2O \text{ Emissions} = \sum_i (IW_i \times EC_i \times FGV_i) \times 10^{-9}$$

โดยที่

$N_2O \text{ Emissions}$	= ปริมาณการปล่อยก๊าซ N ₂ O หน่วย กิกะกรัม ไนตรัสออกไซด์ต่อปี; GgN ₂ O/yr
IW_i	= ปริมาณของขยะชนิด i (น้ำหนักเปียก) ที่ถูกนำไปเผา หน่วย กิกะกรัมต่อปี; Gg/yr
EC_i	= ค่าความเข้มข้นของการปล่อยก๊าซ N ₂ O จากไอเสียหรือก๊าซทิ้งจากการเผาขยะชนิด i หน่วย มิลลิกรัมไนตรัสออกไซด์ต่อลูกบาศก์เมตร; MgN ₂ O/m ³
FGV_i	= ปริมาณไอเสียหรือก๊าซทิ้งจากการเผาขยะชนิด i หน่วย ลูกบาศก์เมตรต่อมิลลิกรัม; m ³ /Mg
i	= ประเภทของขยะที่นำไปเผาในเตาเผาและนำไปเผาในที่โล่ง เช่น ขยะมูลฝอยชุมชน ขยะมูลฝอยอุตสาหกรรม กากตะกอน ขยะอันตราย และขยะจากสถานพยาบาล

ผลการวิจัย จากการรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น จึงได้ผลการวิจัยดังต่อไปนี้

ผลการวิจัยเทคโนโลยีเตาเผาแบบ Moving grate

ชื่อระบบผลิตก๊าซ	รายการ	ค่า LCI	
		หน่วย	ปริมาณ
Moving grate	Input		
	ขยะ	kg	473,946,021.25
	น้ำมันดีเซล	liter	37,099.49
	27% Ammonia water of boiler	liter	1,354,131.49
	Water consumption of boiler	m3	101,559.86
	Hydrate lime consumption for attemperat	kg	3,791,568.17
	Cooling water consumption for attemperam	m3	2,031,197.23
	Activated carbon consumption for dust co	kg	94,789.20
	Output		
	ไฟฟ้า	kwh	155,817,879.27
ข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก			
ปีที่ต้องการคำนวณ	:	2560	
อ้างอิง	:	IPCC	
CO ₂ Emission	:	149.62	kg CO2
CH ₄ Emission	:	94.79	kg CH4
N ₂ O Emission	:	13,744.43	kg N2O
การจัดการของเสียด้วยวิธีการเผาไหม้			
Total Emission	:	4,098.36	ton CO2
น้ำมันดีเซล	:	0.10	ton CO2
Total Emission เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำมัน	:	4,098.46	ton CO2

ผลการวิจัยเทคโนโลยีเตาเผาแบบ Fluidized-bed

ชื่อระบบผลิตก๊าซ	รายการ	ค่า LCI	
		หน่วย	ปริมาณ
Fluidized-bed	Input		
	ขยะ	kg	473,946,021.25
	น้ำมันดีเซล	liter	71,074.82
	27% Ammonia water of boiler	liter	-
	Water consumption of cooler	m3	965,652.55
	Water consumption for wetting fly ash	m3	335,254.45
	sand consumption	kg	5,388,017.93
	Activated carbon consumption for dust co	kg	-
	Output		
	ไฟฟ้า	kwh	83,861,505.67
ข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก			
ปีที่ต้องการคำนวณ	:	2560	
อ้างอิง	:	IPCC	
CO ₂ Emission	:	149.62	kg CO2
CH ₄ Emission	:	94.79	kg CH4
N ₂ O Emission	:	13,744.43	kg N2O
การจัดการของเสียด้วยวิธีการเผาไหม้			
Total Emission	:	4,098.36	ton CO2
น้ำมันดีเซล	:	0.19	ton CO2
Total Emission เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำมัน	:	4,098.55	ton CO2

จากผลการวิจัยพบว่าเทคโนโลยีเตาเผาแบบ Moving grate แสดงผลการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) 4,098.46 ton CO₂ และเทคโนโลยีเตาเผาแบบ Fluidized-bed แสดงผลการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) 4,098.55 ton CO₂

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการวิจัยพบว่าเทคโนโลยีเตาเผาขยะแบบ Moving grate ให้ค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(CO₂) น้อยกว่าเทคโนโลยีเตาเผาแบบFluidized-bed และยังให้พลังงานไฟฟ้าที่มากกว่าเมื่อเทียบในปริมาณขยะที่เท่ากัน

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้จึงเสนอแนะว่าเทคโนโลยีเตาเผาแบบ Moving grate เป็นเทคโนโลยีเตาเผาขยะที่เหมาะสมสำหรับจังหวัดปทุมธานี งานวิจัยนี้หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะมีประโยชน์ต่อจังหวัดปทุมธานี และจังหวัดอื่นๆในประเทศไทย

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, (2547). **รายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทย ปี 2546**. กรุงเทพมหานคร : บริษัท จุฑทอง

สืบค้นเมื่อ 1 ส.ค. 60

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน “พลังงานทดแทน”

สืบค้นเมื่อ 1 ส.ค. 60 จาก: <http://www.dede.go.th>

วรรณดา มะโนคำ,(2555). การเผาขยะในประเทศญี่ปุ่น : ปัจจัยการเกิดและผลประโยชน์ของการผลิตไฟฟ้าจากขยะในประเทศญี่ปุ่นกรณีศึกษาโรงงานเผาขยะShinkōtō (新江東青島工場) สืบค้นเมื่อ 1 ส.ค. 60

<http://www.pathumthani.go.th/>, สืบค้นเมื่อ 1 ส.ค. 60

<http://www.pcd.go.th/>, กรมควบคุมมลพิษ สืบค้นเมื่อ 1 ส.ค. 60

รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการจัดทำศูนย์พัฒนาเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศปีงบประมาณ 2559 สืบค้นเมื่อ 15 ธ.ค. 60

Intergovernmental Panel on Climate Change. “2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”. สืบค้นเมื่อ 15 ก.พ. 61

Intergovernmental Panel on Climate Change. “Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”. สืบค้นเมื่อ 15 ก.พ. 61

Ming-Chien Hung, Shu-Kuang Ning, Ya-Hsuan Chou.(2554).Environmental Impact Evaluation for Various Incinerator Patterns by Life Cycle Perspective: A Case Study in Taiwan. สืบค้นเมื่อ 10 ม.ค. 61

Shu-Kuang Ning, Ni-Bin Chang, Ming-Chien Hung.(2556).Comparative streamlined life cycle assessment for two types of municipal solid waste incinerator. สืบค้นเมื่อ 10 ม.ค. 61

รายงานสถานการณ์ขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย กรมควบคุมมลพิษ พ.ศ.2560 สืบค้นเมื่อ 10 ม.ค. 62

คู่มือการจัดทำก๊าซเรือนกระจกระดับเมือง องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน) สืบค้นเมื่อ 10 ม.ค. 62

Mining waste separation behavior related factors

Suwimon Kooptiwoot^{1, a}, Chaisri Tharasawatpipat^{1, b}

¹Faculty of Science and Technology, Suan Sunandha Rajabhat University, Bangkok, Thailand

^asuwimon.ko@ssru.ac.th, ^asuwimonktw@yahoo.com, ^bchaisri.th@ssru.ac.th

Abstract

The objective of this research is to find out the waste separation behavior related factor by using data mining technique. The factors of interested in this research are positive reinforcement of waste separation, the negative reinforcement of waste separation, the society's norm, the number of bins, the respondents' attitude to waste separation, the respondents' thought that there will be bad effect to the society if they do not separate the waste, and individual's waste separation behavior. This research found that the factor related to waste separation behavior is the respondent' thought that there will be bad effect to the society if they do not separate the waste.

Keywords: waste separation behavior; related factor; data mining

1. Background problem

The waste is the big problem during these days. There are many effects from the waste problem such as bad smell, air pollution, water pollution, soil pollution, fire from the waste pile, the death of marine animals from eating the plastic waste in the ocean. The people in many places around the world have been trying to decrease the amount of the waste but not quite success. The waste generated in Thailand is estimated that 73,699 ton per day (PCD, 2019). This is a serious problem needed to be managed quickly and effectively.

The popular method used to decrease the amount the waste is 3Rs. The first R is to reduce the things which could be the waste in the future. The second R is to reuse the things instead of disposing them as the waste. The third R is to recycle the things instead of treating them as the waste. To apply 3Rs effectively, the waste is needed to be separated properly. Some waste could be reused; some could be reformed for being reused; some could be recycled. If the waste is not separated properly, the waste will be mixed with other waste and contaminated with the other waste which make them more difficult to be reused or reformed for being reused. The best place for waste separation is at source. Everyone is the source of the waste. The package of our food finally be the waste. The paper we used finally is the waste. The beverage cans are also the waste. Even the rest of our food is also the waste. All products we consume have the waste. We know that many types of waste can be reused, or reformed to be reused or recycled. If we can reuse and/or recycle all the waste, there will be no waste any more. The important point is the waste is needed to be separated properly. How to separate properly is depending on how to reuse, reform, recycle in that place. Waste separation participation of the people in the area is also needed.

There have been so many work done in waste separation behavior as seen in (Bernstad, 2014; Bortoleto, Kurisu, & Hanaki, 2012; Chen & Tung, 2010; Chu & Chiu, 2003; Davis & Morgan, 2008; Fadi, 2018; Fielding, McDonald, & Louis, 2008; Fujii, 2006; Gatersleben, Steg, & Vlek, 2002 ; González-Torre & Adenso-Díaz, 2005; Ittiravivongs, 2011; Kahneman 2003; Klöckner & Oppedal 2011 ; Kollmuss & Agyeman, 2002; Lange, Brückner, Kröger, Beller, & Eggert, 2014; Lee, Kurisu, & Hanaki, 2013; Mannetti, Pierro, & Livi, 2004; Nguyen, Zhu, & Le, 2015; Omran, Mahmood, Abdul Azi, & Robinson, 2009; Park & Ha, 2014; PHUPHISITH, KURISU, & HANAKI, 2017; Pisano & Lubell, 2017; Sheau-Ting, Sin-Yee, & Weng-Wai, 2016; Steg & Vlek,

2009; Taylor & Todd, 1995; Tonglet, Philips, & Read, 2004; White & Hyde, 2012 ; Zakianis & Djaja, 2017). From the literatures show that waste separation behavior could be different in gender, age, academic level, income level, each house size, different cultures, subjective norms ,descriptive norms, environmental awareness, attitude, perception of recycling, cost of recycling, perceived behavioral control, situational factors, social pressure from friends and family and from the government (Ando, OHNUMA, Blöbaum, Matthies, & Sugiura, 2010; Ando, OHNUMA, & Chang, 2007; Grazhdani, 2016; Pisano & Lubell, 2017; Srun & Kurisu, 2019; Wang, Guo, & Wang, 2016; Zhang, Huang, Yin, & Gong, 2015). This comes to the fact that waste separation behavior of a group of people can be different from other groups; and waste separation behavior related factors in each group could be different from other groups. So it is necessary to find out the related factors of waste separation behavior of the target group specially.

During these days, data mining has been involving almost all around. It can be used to reveal the implicit knowledge. In this research we also use data mining to find out the related factor of waste separation behavior of the groups of people of our interested. Data mining technique we use in this research is classification technique. In SSRU, a university in Bangkok, Thailand, there are many bins settled down for waste separation but in some bins, the waste is not separated properly. If the waste is not separated properly, it will be hard to apply 3Rs to reduce the amount of waste. In order to decrease the amount of waste, we need to get waste separation participation from the people in the place. The big group of people is students, undergraduate students. Their participations to waste separation are needed. The related factors of their waste separation behaviors are needed to find out for policy making to increase their waste separation participation. This research is finding out the waste separation behavior related factors of undergraduate students in SSRU by using a data mining.

2. Objective

To find out the waste separation behavior related factors by using a data mining technique.

3. Methodology

A data mining technique used to find out the waste separation behavior related factors in this research is classification technique. The software used in this research is “See5”.

3.1 Classification technique

Classification technique is also a machine learning technique which can be used to classify the data to pre-classified class. The results from classification technique can be in the form of rule or decision tree showing the relationships among the related attributes and the target attribute (class attribute). The relationships found can be used to predict the class of the data. In this research, the class attribute is waste separation behavior (separate the waste or do not separate the waste). The collected data are all processed to find out which attributes relating to class attribute. By using classification technique, we will get the related attributes as the related factors of class attribute and the relationships among them.

3.2 Data

The data collected from three groups of undergraduate students in SSRU. All students were first informed the objective of this research, then asked to complete the questionnaire depending on their available and willingness to participate.

This research is finding out the factors relating to waste separation behavior in the society. The data collected in this research are about the waste separation in the society. The collected data are positive reinforcement, negative reinforcement, norms, many bins types, positive attitude for waste

separation in the society, and the thought of the respondents that if they do not separate the waste, there will be bad effect on their society. The data are collected by using questionnaire.

Seven questions in the questionnaire are follow.

Question 1: Is there any positive reinforcement of waste separation in the society?

Question 2: Is there any negative reinforcement of not separating waste in the society?

Question 3: Is waste separation the society norms?

Question 4: Are there many bins types in the society?

Question 5: Do you have positive attitude towards waste separation in the society?

Question 6: Do you think that if there is no waste separation in the society, there will be bad effect on the society?

Question 7: Do you do waste separation in the society?

4. Results and discussion

There are 68 completed responses to the questionnaire.

4.1 Results from the questionnaire

Summary of the responses is shown in Figure 1.

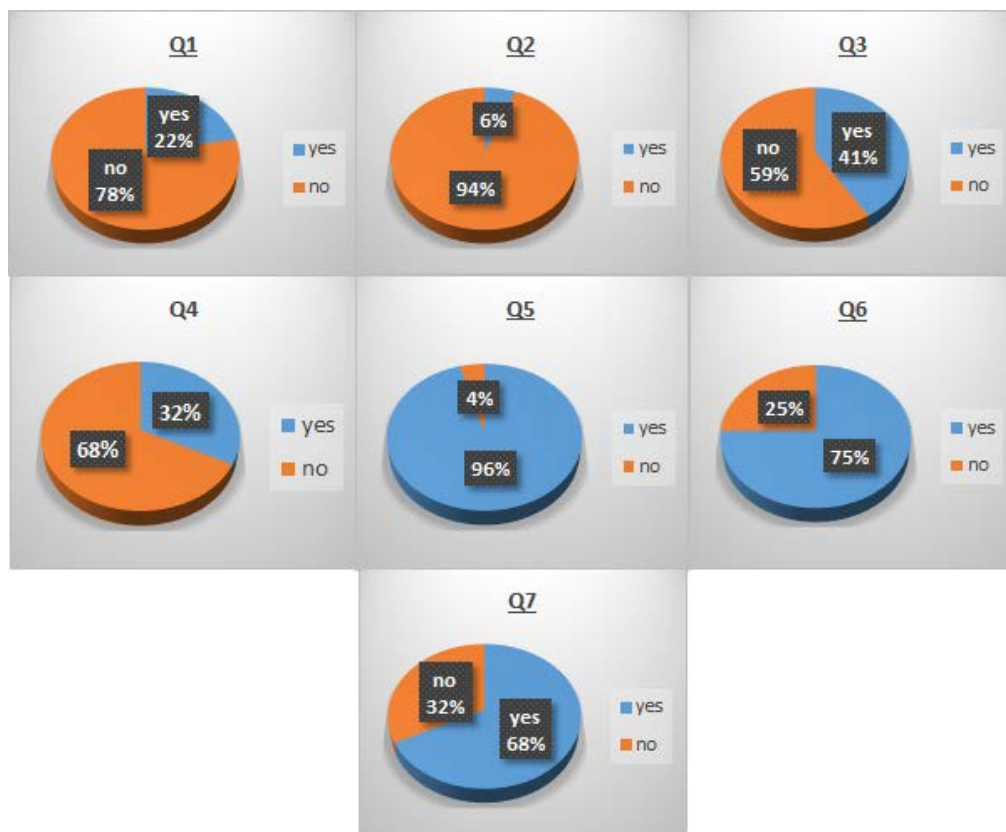


Figure 1. Percentage of the answers in the questionnaire

The results in percentage, the higher proportions show follow

- 1) No positive reinforcement of waste separation in the society,
- 2) No negative reinforcement of not separating waste in the society
- 3) Waste separation is not the society norm
- 4) There are not enough bins in the society
- 5) The respondents have positive attitude on waste separation in the society
- 6) The respondents thought that there will be bad effect on the society if they do not separate the waste
- 7) The respondents separate the waste in the society.

4.2 Data mining processing

See5 is used to process the collected data. The collected data are preprocessed and reformatted in the proper form for being processed by See5. Question 7 is set as class attribute. The results from See5 processing is shown in Figure 2.

```
Class specified by attribute 'Q7'
Read 68 cases (7 attributes) from waste73-dev.data
Decision tree:
Q6 = yes: yes (51/11)
Q6 = no: no (17/6)

Evaluation on training data (68 cases):

      Decision Tree
      -----
      Size      Errors
      2      17(25.0%)  <<

      (a)      (b)      <-classified as
      ---      ---
      40      6      (a): class yes
      11      11      (b): class no

Attribute usage:
100% Q6
```

Figure 2. Results from data mining

Two rules from decision tree got with 25 % error rate are

Rule 1: If the respondents think that there will be bad effect on the society from not separating waste, then they will separate the waste in the society.

Rule 2: If the respondents think that there will not be bad effect to the society from not separating waste, then they will not separate the waste in the society.

If the respondents think that the society will get bad effect from not separating waste, then they will separate the waste. Otherwise, they will not separate the waste. This finding is very interesting. Bad effect on the society means they will get bad effect as well. No one wants to get bad things, so they will act to protect themselves. In this case, they will act to protect their society which means to protect themselves. This fact found might be the same in other groups of people. From the fact that, everyone loves own life and want to get good thing. This might be common factor for all livings.

The authority could take this finding to set the policy to promote the waste separation participation by making them realize that there will be bad effect on the society if they do not separate the waste properly; and make them intensify their realization that it is a crisis that they need to separate the waste, otherwise, there will be bad effect on their society seriously. Not only giving them the knowledge because the knowledge has been already distributed around but also making them realize the intensity of the waste problem. And let them know that they can be the important part to decrease the waste problem by separating the waste for 3Rs. Moreover, the authority needs to set 3Rs programs properly to support their waste separation behavior. One more important point is that there are some factors can inhibit waste separation behavior such as long distance to waste bins, not enough bins for separating the waste, no respect to the person who separate the waste. In case the person wants to separate the waste but the waste bins are too far to reach in a reasonable time, then that person might not separate the waste properly. Or if the person wants to separate the waste but there is only one bin in that place, it is impossible to separate the waste. Or if the person wants to separate the waste and put into separated bins correctly but the other people laugh at that action, finally they will not separate the waste any longer. Or in case, everyone in that area separate the waste into the right bins correctly but the person who takes all the waste from all bins do not collect them as separated waste but mixed all the waste together in only one big bin instead. This means their waste separation actions are nothing because finally all the waste is mixed together. These are very sensitive factors which also related to waste separation behavior of the people in the area that the authority need to manage all synchronously properly, not only for waste separation at source but also take all separated waste get into 3Rs properly obviously through the life cycle.

Once they realize that they can protect themselves from bad effect by separating the waste for 3Rs, they will participate waste separation. Then the waste problem should be decrease. This study can be used as a model for other projects which want to increase the participation of waste separation at source. The project is needed to start with finding the related factors of waste separation behavior of the people in that area, then taking the factors found to set the policy and the programs properly for increasing waste separation participation.

There might be other waste separation related factors which are not found in this research because the data are not collected in this research. The other factors might have more effect on the waste separation behavior of this group, we need to find out more in depth further.

5. Conclusion

This research finding is useful for setting the policy and campaign to increase waste separation behavior. The results show that the respondents will separate the waste when they think that if they do not separate the waste then the society will get bad effect. To increase their waste separation participation, we need to let them realize the bad effect from waste problem on the society, and inform them that the waste problem can be decreasing by 3Rs which could be well done after waste separation at source; and their action in waste separation is very important for 3Rs.

References

- Ando, K., OHNUMA, S., Blöbaum, A., Matthies, E., & Sugiura, J. (2010). Determinants of individual and collective pro-environmental behaviors : comparing Germany and Japan. *Journal of environmental information science*, 38(5), 21-32.
- Ando, K., OHNUMA, S., & Chang, E. C. (2007). Comparing normative influences as determinants of environmentally conscious behaviours between the USA and Japan. *Asian journal of social psychology*, 10(3), 171-178.
- Bernstad, A. (2014). Household food waste separation behavior and the importance of convenience. *Waste Management*, 34, 1317-1323.
- Bortoleto, A. P., Kurisu, K. H., & Hanaki, K. (2012). Model development for household waste prevention behaviour. *Waste Management*, 32(12), 2195-2207. doi:10.1016/j.wasman.2012.05.037
- Chen, M.-F., & Tung, P.-J. (2010). The Moderating Effect of Perceived Lack of Facilities on Consumers' Recycling Intentions. *Environment and Behavior*, 42(6), 824-844.
- Chu, P. Y., & Chiu, J. F. (2003). Factors Influencing Household Waste Recycling Behavior: Test of an integrated Model. *Journal of Applied Social Psychology*, 33(3), 604-626.
- Davis, G., & Morgan, A. (2008). Using the theory of planned behaviour to determine recycling and waste minimisation behaviours: a case study of Bristol City, UK. *The Australian Community Psychologist*, 20(1), 105-117.
- Fadi, A. (2018). Food waste behaviour at the household level: A conceptual framework. *Waste Management*, 71, 485-493.
- Fielding, K. S., McDonald, R., & Louis, W. R. (2008). Theory of planned behaviour, identity and intentions to engage in environmental activism. *Journal of Environmental Psychology*, 28, 318-326.
- Fujii, S. (2006). Environmental concern, attitude toward frugality, and ease of behavior as determinants of pro-environmental behavior intentions. *Journal of Environmental Psychology*, 26(4), 262-268.
- Gatersleben, B., Steg, L., & Vlek, C. (2002). Measurement and Determinants of Environmentally Significant Consumer Behavior. *Environment and Behavior*, 34(3), 335-362.
- González-Torre, P. L., & Adenso-Díaz, B. (2005). Influence of distance on the motivation and frequency of household recycling. *Waste Management*, 25(1), 15-23.
- Grazhdani, D. (2016). Assessing the variables affecting on the rate of solid waste generation and recycling: An empirical analysis in Prespa Park. *Waste Management*, 48, 3-13. doi:<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.09.028>
- Ittiravivongs, A. (2011). Factors influence household solid waste recycling behaviour in Thailand: an integrated perspective. *WIT Transactions on Ecology and The Environment*, 167, 437-448. doi:10.2495/11 ST 0391
- Kahneman , D. (2003). Maps of Bounded Rationality: Psychology for Behavioral Economics. *American Economic Review*, 93(5), 1449-1475.
- Klößner, C. A., & Oppedal , I. O. (2011). General vs. domain specific recycling behaviour—Applying a multilevel comprehensive action determination model to recycling in Norwegian student homes. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(4), 463-471.
- Kollmuss, A., & Agyeman, J. (2002). Mind the Gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior? *Environmental Education Research*, 8(3), 239-260.
- Lange, F., Brückner, C., Kröger, B., Beller, J., & Eggert, F. (2014). Wasting ways: Perceived distance to the recycling facilities predicts pro-environmental behavior. *Resources, Conservation and Recycling*, 92, 246-254.
- Lee, H., Kurisu, K., & Hanaki, K. (2013). Influential Factors on Pro-Environmental Behaviors-A Case Study in Tokyo and Seoul *Low Carbon Economy*, 4, 104-116.
- Mannetti, L., Pierro, A., & Livi, S. (2004). Recycling: Planned and self-expressive behaviour. *Journal of Environmental Psychology*, 24(2), 227-236.
- Nguyen, T. T. P., Zhu, D., & Le, N. P. (2015). Factors influencing waste separation intention of residential households in a developing country: Evidence from Hanoi, Vietnam. *Habitat International*, 48, 169-176.
- Omran, A., Mahmood, A., Abdul Azi, H., & Robinson, G. H. (2009). Investigating household attitude toward recycling of solid waste in Malaysia: a case study. *International Journal of Environmental Research*, 3, 275-288.
- Park, J., & Ha, S. (2014). Understanding Consumer Recycling Behavior: Combining the Theory of Planned Behavior and the Norm Activation Model. *Family & Consumer Sciences*, 42, 278-291. doi:<https://doi.org/10.1111/fcsr.12061>
- PCD. (2019). *Waste management cooperation*. Retrieved from http://www.pcd.go.th/Info_serv/File/18-07-2019.pdf.

- PHUPHISITH, S., KURISU, K., & HANAKI, K. (2017). Insight into Pro-Environmental Behaviors and People's Perceptions in Bangkok, Thailand. *Journal of Environmental Information Science*, 45(5), 9-20.
- Pisano, I., & Lubell, M. (2017). Environmental Behavior in Cross-National Perspective: A Multilevel Analysis of 30 Countries. *Environment and Behavior*, 49(1), 31-58.
- Sheau-Ting, L., Sin-Yee, T., & Weng-Wai, C. (2016). Preferred Attributes of Waste Separation Behaviour: An Empirical Study. *Procedia Engineering*, 145, 738-745.
- Srun, P., & Kurisu, K. (2019). Internal and External Influential Factors on Waste Disposal Behavior in Public Open Spaces in Phnom Penh, Cambodia. *Sustainability*, 11, 1518-1531. doi:10.3390/su11061518
- Steg, L., & Vlek, C. (2009). Encouraging pro-environmental behaviour: An integrative review and research agenda. *Journal of Environmental Psychology*, 29(3), 309-317.
- Taylor, S., & Todd, P. (1995). Understanding Household Garbage Reduction Behavior: A Test of an Integrated Model. *Journal of Public Policy & Marketing*, 14(2), 192-204.
- Tonglet, M., Philips, P. S., & Read, A. D. (2004). Using the theory of planned behaviour to investigate the determinants of recycling behaviour: a case study from Brixworth, UK. *Resources, Conservation and Recycling*, 41, 191-214.
- Wang, Z., Guo, D., & Wang, X. (2016). Determinants fo residents' e-waste recycling behaviour intentions: Evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, 137, 850-860. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.155
- White, K. M., & Hyde, M. K. (2012). The Role of Self-Perceptions in the Prediction of Household Recycling Behavior in Australia *Environment and Behavior*, 44(6), 785-799.
- Zakianis, S., & Djaja, M. (2017). The Importance of Waste Management Knowledge to Encourage Household Waste-Sorting Behaviour in Indonesia. *International Journal of Waste Resources*, 7(4).
- Zhang, D., Huang, G., Yin, X., & Gong, Q. (2015). Residents' Waste Separation Behaviors at the Source: Using SEM with the Theory of Planned Behavior in Guangzhou, China *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(8), 9475-9491. doi:10.3390/ijerph120809475

Development of a garbage bin selection expert system for waste separation

Suwimon Kooptiwoot^{1, a}, Chaisri Tharasawatpipat^{1, b}

¹Faculty of Science and Technology, Suan Sunandha Rajabhat University, Bangkok, Thailand

^asuwimon.ko@ssru.ac.th, ^asuwimonktw@yahoo.com, ^bchaisri.th@ssru.ac.th

Abstract

In this research, the waste could be separated into four types: hazardous waste, recycle waste, organic waste and general waste. There are four color bins for four waste types. The red bin is for hazardous waste. The yellow bin is for recycle waste. The green bin is for organic waste. The blue bin is for general waste. This expert system is used to inform that in which color garbage bin that anyone who is going to dispose the waste should put. The system was evaluated in two facets: usefulness and easiness in five level of Likert scale. The evaluation results are 4.41 and 4.64 in average of usefulness and easiness orderly.

Keywords: waste separation; expert system; garbage bin selection

1. Background Problem

During these days, waste problem is around the world and needed to be fixed immediately and seriously. The popular method has been used for decreasing the amount of waste around the world is 3Rs (Reduce, Reuse, and Recycle). In order to apply 3Rs effectively, it is necessary to separate the waste following 3Rs policy in local area. For example, to reuse the plastic bag, the plastic bag which is disposing should be separated from other waste and keep in a special bin which make it easy to clean for anyone can reuse it. To reuse plastic milk bottle can be done by many methods such as reforming it to be a tree jar, pencil box, shoes container. Moreover, plastic waste can be recycled for reusing it in other forms. In order to be reused or recycled, the plastic waste is necessary to be separated from the other waste properly, to make it easy to be cleaned and managed later. Otherwise, it will be mixed with other waste which is needed to be managed as all waste. This means the waste increasing, waste problem increasing, more pollution from the waste, and so on. This is why waste separation is very important and necessary for 3Rs to decrease the total amount of waste and decrease the problem from the waste around the world. If waste separation is not done properly, 3Rs cannot be applied effectively, or can be applied with very high cost.

As seen in many communities that there had been many campaigns to motivate the indigenous to participate the waste separation in local areas. Sometimes, we can see many posters posted on many boards, many pamphlets, TV broadcast, etc., to promote waste separation in many areas, also there are many types of bins sets around in the areas for getting the separated waste to decrease the waste problem. The results from these actions found are in many different type bins contain the same mixing waste. The waste is not separated properly. There is very least of the waste separated correctly. From these facts found, we doubted why to be like this and really wanted to know the reason of being this. So we interviewed and discoursed some people around about how they dispose the waste in the bin in the area where they live and why. The answers got are varies. Some answers are they do not separate the waste to put into the separated bins because separating the waste is not their own duties; they should not do that; the person who should separate the waste are housekeepers, waste picker, housemate, and so on. They do not respect waste separation action. These reasons are big obstacles of waste separation at source.

From our discourse, we also found that some people want to participate the waste separation and want to put the separated waste into correct separated bin but they are not sure the waste should be dispose in which bin. This is because they see that the waste in each separated bin containing many waste types together. Moreover, the number of separated bins in the area is

different from other areas. These makes them confusing. Moreover, there are many different waste separation methods, different types bins found in many different areas. The same color bin in difference area could contain different kind of waste. This make them cannot know that the waste which they are disposing should be put in which separated bin. This is why they cannot separate the waste and dispose to the right bin correctly in the area.

Let us consider from the facts found, in some areas, the waste is separated to be only two types which are plastic bottle of drinking water, and the other waste. Some areas, the waste is also separated into two types but in different methods. Some areas separate the waste into two types, which are hazardous waste and other waste. Some areas, separate the waste into two types which are organic waste and others. Moreover, in some areas, the waste is separated into three types which are plastic waste, hazardous waste, and others; while three types in some areas are organic waste, plastic waste and others; some areas are recycle waste, hazardous waste and others, etc. More than that even though in some areas, the waste is separated into the same types, but different in the bins, some areas use green bin for general waste, while some areas use green bin for organic waste. The same color bin in different area could be for different waste type. From these facts, we agree that it is hard for the people who want to participate the waste separation to dispose the waste in separated bin correctly. When they are in different area, in order to dispose the waste in the separated bin correctly, they need to find out the waste separation method in that area first. This is also hard to do.

The objective of this research is supporting the people in this group to make them know that they should dispose the waste into which separated bin correctly. As mentioned above that in different communities, different areas, the waste separation policies can be different from each other. It is hard for the people to know how to separate the waste in that area.

We found that in a ward in a hospital in Bangkok, Thailand, a housekeeper informed the patient with the relatives how to separate the waste in the room. This made both patient and relatives can dispose the waste in the separated bin correctly. For the relative who never got this information, could not dispose the waste in the separated bin correctly. This leads to idea that it is necessary to have someone inform each type of waste should be dispose in which bins to make the people can separate the waste and put into the right bin correctly.

So, we need to have a person who takes responsibility on informing the individual who is going to dispose the waste that that waste should be put in which bin in order to do waste separation correctly in that place. By using poster, pamphlet to inform the people, it is hard for the individual to find out the answer in which bin should put that waste. It takes time to find out that information. Moreover, sometimes, in the poster or pamphlet, there is no wanted information. In poster, or pamphlet normally have only some example of the waste. If the waste which is going to dispose is not be the example in the poster or pamphlet, then he cannot get the answer that which bin he should put the waste in. In such a hurry, most people don't want to spend much time to find out the answer that which bin they should put the waste in. This is why waste separation could not be done properly. To have a person informs the others that the waste which is disposing should be put in which bin, takes cost every day. This option cannot be in used for long.

During these days there are many computer applications used around. A computer program which work like a human expert who has a specific knowledge and can use that knowledge to inform the user to perform a specific task which needed to use a specific knowledge. This kind of computer program is called as Expert Systems. There are many expert systems have been used such as (Al-Hajji, AlSuhaibani, & AlHarbi, 2019; Arsene, Dumitrache, & Miha, 2015; Bursuk, Demirci, & Korpınar, 2016; Chen, Hsu, Liu, & Yang, 2012; Kaimal, Metkar, & G, 2014; M.Ahmed, Alfonse, Aref, & M.Salem, 2015; Tan, Tan, & Abdullah, 2018). Many Expert systems are used in environmental field as seen in (Ahmed & Zulquernain, 2009; Al-Ani, Sidek, Desa, & Basri, 2012; Alani, Basri, Abdullah, & Ismail, 2009; Bernardo, Souza, Nascimento, Kaipper, & Alvim, 2014; Bielecka & Król-Korczak, 2010; Buche & Querrec, 2011; Cheng, Yang, & Chan, 2003; Gonciarz, 2014; Hakansson, 2004; Kabbashi, Fakhru'l-Razi, Suleyman, & Salamin, 2006; Nasiri, Maqsood, Huang, & Fuller, 2007; Ooshaksaraie & Basri, 2011; Oprea & Dunea, 2010; Page, 1990; Rachida & Samia, 2013; Rolón-Aguilar, Ríos-Gerardo, Cabrera-Cruz, Torres-Martínez, & Rolón-Aguilar, 2018; Ștefănescu, Ștefănescu, Ungureanu,

Constantinescu, & Barbu, 2011; Thomas, Tamblyn, & Baetz, 1990). So we can use an expert system works as a person who informs the people in which bin should dispose the waste.

This research is development of an expert system working as a human who inform the user in which bin should dispose the waste. Waste separation method in the knowledge base in this expert system is the method generally used in many areas, which is the waste is separated into four types (hazardous waste, organic waste, recycle waste, other waste (general waste)). Each waste type will be put in each specific color bin. There are four color bins which are Red, Green, Yellow and Blue. Red bin is for hazardous waste. Green bin is for organic waste. Yellow bin is for recycle waste. Blue bin is for other waste. The expert system will inform the user that the waste should be dispose in which color bin. This system can be used by any device connecting to the internet such as personal computer, smartphone, tablet, computer notebook, etc. For the other communities where the waste separation policies are different, this system can also be applied by changing the knowledge in the system following by the waste separation policies in that area.

This system can also be guideline for setting up waste separation the policy in selecting the bin color for each waste type in other communities. In case, all communities use the same waste separation method with the same set of color bin, this expert system can be used in all communities by no need to change anything. Making waste separation getting better, 3Rs could be used better, could lessen waste problem.

2. Objective

The research objective is to develop an expert system to inform the user which color bin should be put the waste in, and to be a guideline for activating motivation in policy decision making in bin color selection for waste separation in each community.

3. Methodology

The method used is the expert system development method. After finishing the expert system development, the expert system is evaluated by the users in two facets: easiness and usefulness.

3.1 Expert System Development

Expert system consists of three main parts which are

1. Knowledge base: using rule base representation technique. There are 66 rules about the waste and the color bin
2. Inference engine: using forward chaining technique.
3. User interface. In this system designed to use dropdown list box, and edit box. The user selects the waste from dropdown list box, then the system will display the color of the bin in which should put the waste.

3.2 System evaluation

After fully system developed, the system is evaluated by 22 users in two facets: easiness and usefulness.

4. Results and discussion

There are two part of the results which are the expert system developed and system evaluation results.

4.1 Developed expert system

The developed expert system is shown in Figure 1.

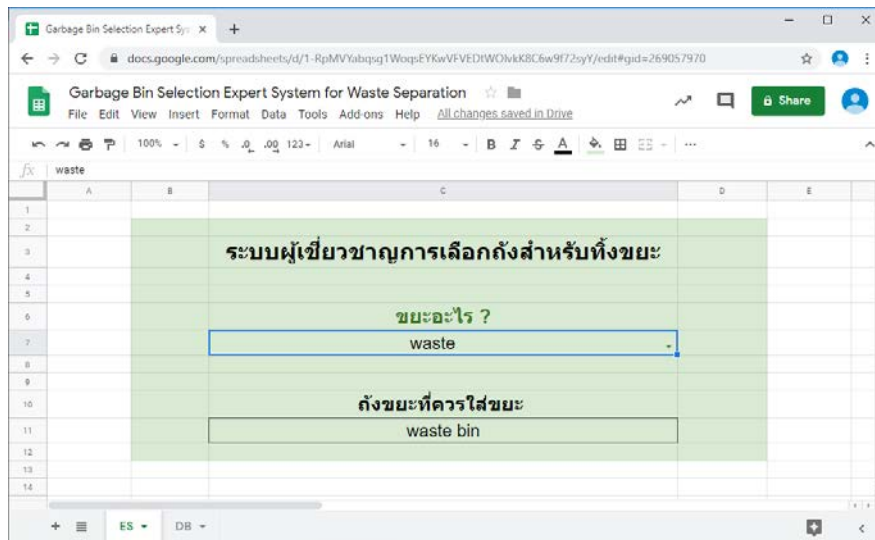


Figure 1. Garbage bin selection expert system for waste separation

The user uses the system by selecting the waste from dropdown list box, then the system will show the bin color for that waste. For example, the user selects food waste from dropdown list box, then the system will show the bin color in green with the text “green” in the box below as shown in Figure 2.

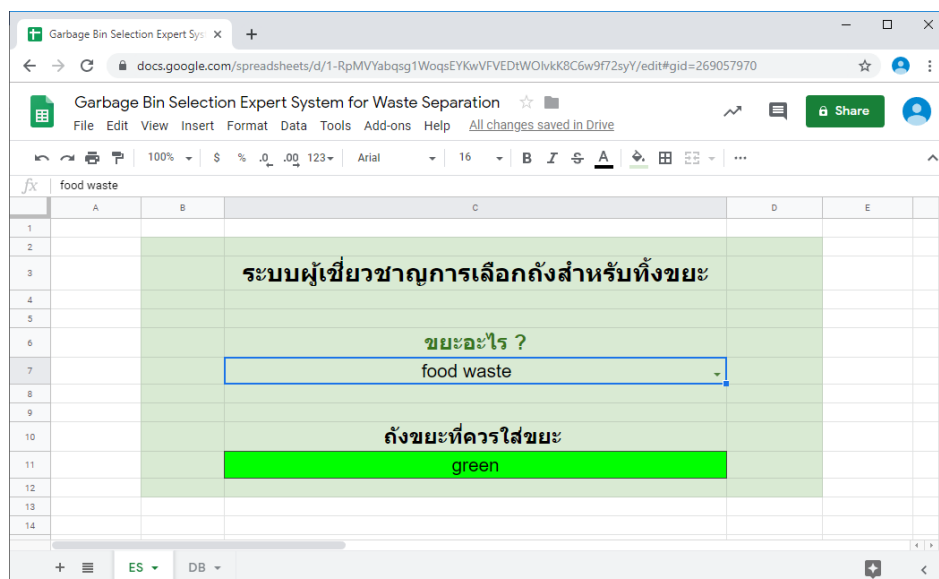


Figure 2. The system shows green bin

In case, the user selects battery from dropdown list box, the system will show the bin color in red with the text “red” in the box below as shown in Figure 3.

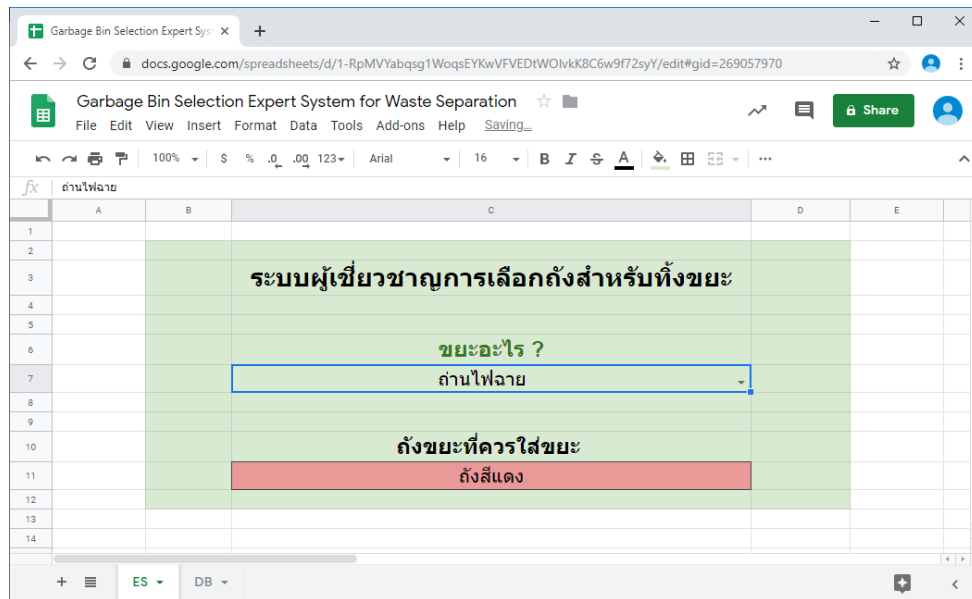


Figure 3. The system shows red bin

In case, the user selects candy wrap plastic from dropdown list box, the system will show the bin color in blue with the text “blue” in the box below as shown in Figure 4.

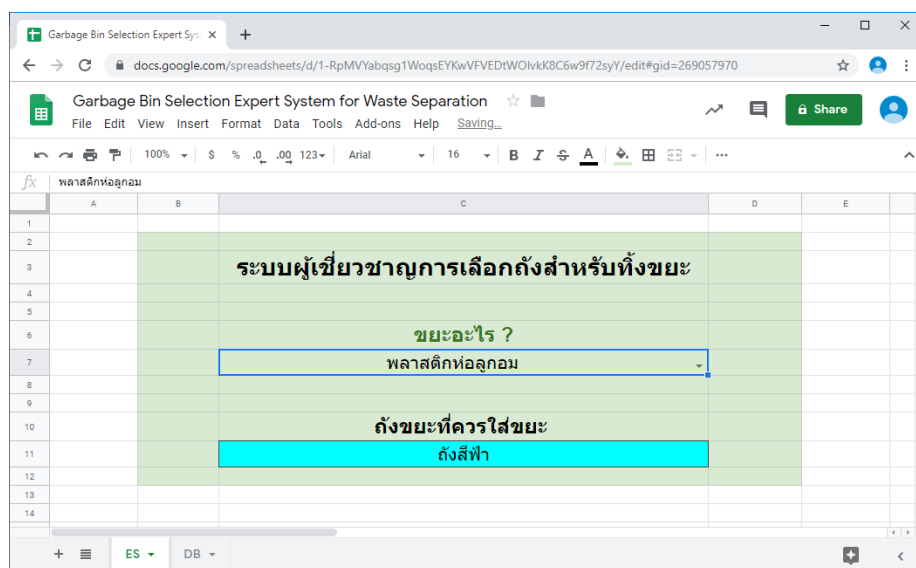


Figure 4. The system shows blue bin

In case, the user selects soda can from dropdown list box, the system will show the bin color in yellow with the text “yellow” in the edit box below as shown in Figure 5.

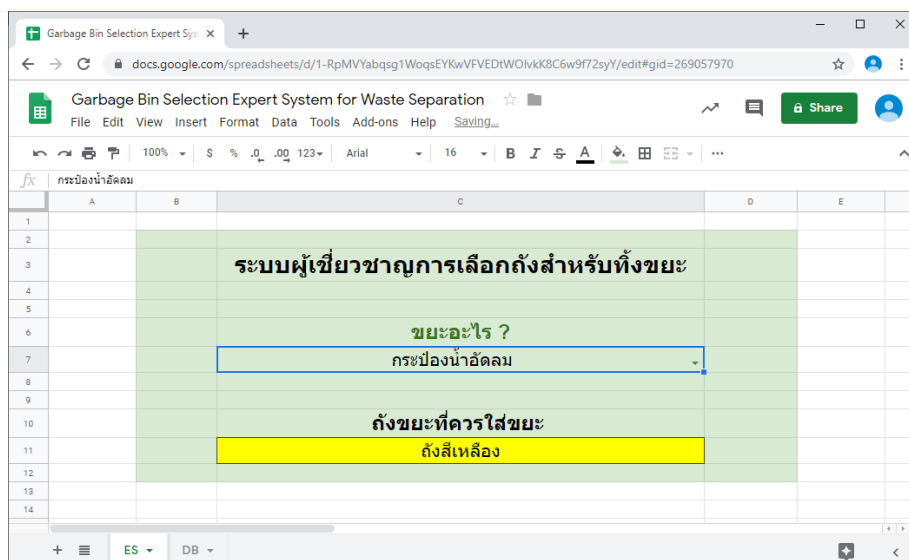


Figure 5. The system shows yellow bin

4.2 System evaluation results

This expert system is evaluated by 22 users in two facets: easiness and usefulness in five level of Likert scale (1=least, 5=most). The evaluation results are shown in Table1.

Table 1. The evaluation results in easiness and usefulness

Likert scale	1	2	3	4	5
usefulness	0	1	2	6	13
easiness	0	1	0	5	16

The average in usefulness and easiness are 4.41 and 4.64 orderly.

In the facts that there are different waste separation methods in different places depending on different policies. For example, some communities, waste is separated in to only two types; some places, the two types are plastic bottle and others, while in some places are recycle waste and other waste; in some places are hazardous waste and other waste; in some places are tin can and other waste; some places are paper box waste and other waste. for some places, the waste is separated in to three types in different styles, such as seen in some places separate the waste to be plastic waste, paper waste and others; some places to be hazardous waste, recycle waste and others; in some places to be plastic waste, paper waste, and others waste; in some places separate the waste as organic waste, hazardous waste, and other waste, and so on. In some places, the waste is separate into four types, with the different four types. While in some places the waste is separated in to five types with the different five types. Some places, the waste is separated in to six types, seven types, and so on. In some places, the waste is separated to many details types such as tin waste, plastic bag waste, plastic bottle waste, glass waste, paper waste, foam waste, organic waste, hazardous waste, general waste, etc. There are many different waste types defined in many different places. And there are different waste separation methods in different places even though the number of waste type are the same. All difference depends on many factors such as the local policies. Moreover, about the color of the bins can be different from the other places. Some places, we find that the blue bin is for the general waste, while in some places, the blue bin is for organic waste. Some places, the green bin is for

organic waste while in some places, the green bin is for general waste. For bin's color is for different waste type in different places.

For the people who want to separate the waste to dispose in the right separated waste bins. In their local area, there is a waste separation method, but when they are in the other places where have different waste separation methods or different waste color bins, these make them hard to separate the waste and dispose in to the right bin following the waste separation method in that place. By using an expert system for being a consultant for the users that the waste in the user's hand should be disposed in which color bin make the user can dispose the waste in to the right bin in that place correctly easily. The user does not need to know the waste separation policy in that place, does not need to know what color bin is used for which waste type in that place. The user can only ask the expert system that the waste in hand should dispose in which color bin. And that's it. This can make the user which really want to separate the waste and dispose to the proper bin easily and correctly. The user using the expert system by no need to spend some time to find out the information for waste separation in the places from the poste nearby or pamphlet which the user might not be able to find out the information that the waste in the hand should dispose in to which color bin.

The expert system is a prototype for supporting the user to separate the waste type and dispose in to the right bin correctly easily. Even though in the place where using different waste separation policy, the expert system can still be used with something needed to be done before. The knowledge in the knowledge base of the system is needed to be adjust to be follow the waste separation policy in that place and make sure that all the knowledge in the knowledge system of the expert system is correct before being in use in that place.

This research is also a guideline for making decision in the policy setting to select the bin color for waste separation in the communities. If all communities use the same waste separation method and use the same bin color for the same waste type as set in the knowledge base of this expert system, then all communities can use this expert system by no need to change anything. Using this expert system will for only the first time of disposing that waste type to get the answer that which color bin should be put in. After that for a while, the users will acquaint with waste separation action and the color bin, after that using this expert system is not necessary any longer. The expert is needed for only the user want to dispose the waste which is rarely to dispose. This developed expert system work online, the user can use this expert system via internet connection from any devices such as smart phone, personal computer, tablet, computer notebook.

6. Conclusion

This garbage bin selection expert system is useful and can be used easily. This system can work as a human expert in waste separation in the area who can inform the user in which color bin should put the waste. This system can support the user who want to dispose the waste into the separated bin correctly but does not know the waste separation policy in the place. This expert system can be a prototype of expert system development for using in the other areas which have different waste separation policies. The other area which have different waste separation method can use this system by changing the knowledge in the system following the waste separation method in that place.

References

- Ahmed, H. K., & Zulquernain, M. (2009). Expert system to predict effects of noise pollution on operators of power plant using neuro-fuzzy approach. *Noise Health*, 11(45), 206-216.
- Al-Ani, I. A. R., Sidek, L. M., Desa, M. N. M., & Basri, N. E. A. (2012). Knowledge-based Expert System for Stormwater Management in Malaysia. *Journal of Environmental Science and Technology*, 5(5), 381-388. doi:10.3923/jest.2012.381.388
- Al-Hajji, A. A., AlSuhaibani, F. M., & AlHarbi, N. S. (2019). An Online Expert System for Psychiatric Diagnosis *International Journal of Artificial Intelligence and Applications*, 10(2), 59-76. doi:10.5121/ijaia.2019.10206
- Alani, I. A. R., Basri, N. E. A., Abdullah, R. A., & Ismail, A. (2009). *Artificial Intelligence Expert System for Minimizing Solid Waste during Highway Construction Activities*. Paper presented

- at the the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2009 IMECS 2009, Hong Kong.
- Arsene, O., Dumitrache, I., & Miha, I. (2015). Expert system for medicine diagnosis using software agents. *Expert Systems with Applications*, 42(4), 1825-1834. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.10.026>
- Bernardo, C. G., Souza, D. K., Nascimento, J. G. F., Kaipper, R. P. C., & Alvim, T. C. M. (2014). Expert System for Monitoring Pollution of Rivers and Lakes. *International Journal of Modeling and Optimization*, Vol. 4, No. 6., 4(6), 455-460. doi:10.7763/IJMO.2014.V4.417
- Bielecka, M., & Król-Korczak, J. (2010). Hybrid expert system aiding design of post-mining regions restoration. *Ecological Engineering*, 36, 1232-1124. doi:10.1016/j.ecoleng.2010.04.023
- Buche, C., & Querrec, R. (2011). An expert system manipulating knowledge to help human learners into virtual environment. *Expert Systems with Applications*, 38, 8446-8457. doi:10.1016/j.eswa.2011.01.040
- Bursuk, E., Demirci, S., & Korpınar, M. A. (2016). Expert system in medicine and its application at pulmonary diseases. *Medical Science and Discovery*, 3(11), 342-349.
- Chen, Y., Hsu, C.-Y., Liu, L., & Yang, S. (2012). Constructing a nutrition diagnosis expert system. *Expert Systems with Applications*, 39, 2132-2156. doi:10.1016/j.eswa.2011.07.069
- Cheng, H. G., Yang, Z., & Chan, C. W. (2003). An expert system for decision support of municipal water pollution control. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 16(2), 159-166. doi:10.1016/S0952-1976(03)00055-1
- Gonciarz, T. (2014). An Expert System for Supporting the Design and Selection of Mechanical Equipment for Recreational Crafts. *the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 8(2), 275-280. doi:10.12716/1001.08.02.13
- Hakansson, A. (2004). *An expert system for the environmental impact assessment method*. Retrieved from Uppsala, Sweden.
- Kabbashi, A. N., Fakhru'l-Razi, A., Suleyman, A. M., & Salamin, M. E. (2006). An Expert System for Selection of Sites for Location of Industries. *Information Technology Journal*, 5, 183-187. doi:10.3923/itj.2006.183.187
- Kaimal, L. B., Metkar, A. R., & G, R. (2014). Self Learning Real Time Expert System. *International Journal on Soft Computing, Artificial Intelligence and Applications*, 3(2), 13-25. doi:10.5121/ijsc.2014.3202
- M.Ahmed, I., Alfonse, M., Aref, M., & M.Salem, A.-B. (2015). Reasoning Techniques for Diabetics Expert Systems. *Procedia Computer Science*, 65, 813-820.
- Nasiri, F., Maqsood, I., Huang, G., & Fuller, N. (2007). Water Quality Index: A Fuzzy River-Pollution Decision Support Expert System. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 133(2).
- Ooshaksaraie, L., & Basri, N. E. A. (2011). An expert system applied in construction water quality monitoring. *American Journal of Environmental Sciences*, 7(1), 75-81. doi:10.3844/ajessp.2011.75.81
- Oprea, M., & Dunea, D. (2010). SBC-MEDIU: A MULTI-EXPERT SYSTEM FOR ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS. *Environmental engineering and management journal*, 9(2), 205-213. doi:10.30638/eemj.2010.030
- Page, B. (1990). An analysis of environmental expert system applications. *Environmental Software*, 5(4), 177-197. doi:[https://doi.org/10.1016/S0266-9838\(05\)80009-7](https://doi.org/10.1016/S0266-9838(05)80009-7)
- Rachida, H., & Samia, C. (2013). Expert System for Environmental Impact Assessment. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 2(12), 2723-2728.
- Rolón-Aguilar, E., Ríos-Gerardo, J., Cabrera-Cruz, R., Torres-Martínez, M., & Rolón-Aguilar, J. (2018, July 4-6, 2018). *Rapid Prototype of the Expert System to Environmental Quality Indicators Estimation*. Paper presented at the the World Congress on Engineering 2018 (WCE 2018) London, U.K.
- Ștefănescu, L., Ștefănescu, A., Ungureanu, L., Constantinescu, M., & Barbu, C. (2011). The expert system and its applications for a sustainable environment management. *Journal of environmental protection and ecology*.
- Tan, C. N., Tan, C. F., & Abdullah, M. A. (2018). A Fault Diagnosis Expert System for Water Cooled Packed Unit. *Jurnal Teknologi*, 80(1), 179-186.
- Thomas, B., Tamblyn, D., & Baetz, B. (1990). Expert systems in municipal solid waste management planning. *Journal of Urban Planning and Development*, 116(3), 150-155.

ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและไดอะตอมในชุมชนแบบยึดเกาะ เพื่อหาแนวโน้มในการประยุกต์ใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำ

เอกชัย ญาณะ^{1*}, ณัฐพล ชุนาม¹, อุบลวรรณ กำลั่วง¹

¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
email: ekkachai_y@hotmail.co.th

บทคัดย่อ

การศึกษาความหลากหลายของไดอะตอมพื้นท้องน้ำในชุมชนแบบยึดเกาะหิน (epilithic) ยึดเกาะเม็ดทราย (epispamic) และยึดเกาะพืช (epiphytic) และคุณภาพน้ำบางประการในแม่น้ำวัง จังหวัดลำปาง ในเดือนกรกฎาคม พุทธศักราช 2560 และเดือน มีนาคม 2561 โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 5 จุด พบไดอะตอมทั้งหมด 22 สกุล 42 ชนิด เมื่อทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Canonical correspondence analysis (CCA) เพื่อหาแนวโน้มชนิดของไดอะตอมในชุมชนแบบยึดเกาะแต่ละแบบนั้นพบว่ามีความคล้ายคลึงกันกล่าวคือไดอะตอมในชุมชนแบบยึดเกาะทั้งสามแบบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างไดอะตอมพื้นท้องน้ำชนิด *Achnanthes straubianum*, *Cymbella pavar*, *Cymbella turgidula*, *Encyonema silesiacum*, *Gomphonema lagenula*, *Gomphonema javanicum*, *Gomphonema subminutum*, *Navicula cryptocephala* กับค่าความเป็นด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณไนเตรต ปริมาณฟอสเฟตมีแนวโน้มที่สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำที่มีการปนเปื้อนของมลสารได้ นอกจากนั้นแล้วยังพบความสัมพันธ์เชิงลบระหว่าง *Cymbella tumida*, *Encyonema leei*, *Encyonema yuwadeeanum* *Navicula cataracta* และ *Navicula microcephalum* กับปริมาณไนเตรต ปริมาณฟอสเฟต ค่าการนำไฟฟ้า ค่าความเป็นด่างและปริมาณคลอโรฟอร์มแบคทีเรีย และไดอะตอมดังกล่าวข้างต้นยังมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ซึ่งเป็นมีแนวโน้มในการใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำที่มีการปนเปื้อนต่ำหรือน้ำที่ดีได้

คำสำคัญ : คุณภาพน้ำ, ไดอะตอม, ชุมชนแบบยึดเกาะ

Relationship between Water Properties with Benthic Diatom Communities and Trend of Using for Water Quality Assessment

Ekkachai Yana^{1,a}, Nattapon Chunam^{1,b}, Aubonwan Kamlangwong^{1,c}

¹Environmental Science and Technology Program, Faculty of Science, Lampang Rajabhat University , Thailand
E-mail; ^aekkachai_y@hotmail.co.th

Abstract

The study of relationship between water properties with benthic diatom communities (epilithic, epipsamic and epiphytic from 5 sampling sites in the upper and middle parts of Wang River, Lampang Province. The samples were in collected and investigated in July November 2017 and March 2018. Twenty-two Genus were found and classified to forty two species. Dominant species (relative abundance >1%) were used for evaluated the relationship in each benthic communities using canonical correspondence analysis (CCA). The resulted showed similar correlation in each communities which *Achnanthes* *straubianum*, *Cymbella* *pavar*, *Cymbella* *turgidula*, *Encyonema* *silesiacum*, *Gomphonema* *lagenula*, *Gomphonema* *javanicum*, *Gomphonema* *subminutum*, *Navicula* *cryptocephala* had a positive correlation with alkalinity, conductivity, nitrate and phosphate which could be used for indicate contamination of pollutant in natural water resources. Furthermore, the result of CCA also showed the diatom with trend to indicated low contamination of nutrient and total coliform bacteria due to negative correlation between *Cymbella* *tumida*, *Encyonema* *leei*, *Encyonema* *yuwadeeanum* *Navicula* *cataracta* and *Navicula* *microcephalum*. However, the using of diatom in benthic community for indicate water quality should consider with the type of benthic communities which could be effected to the difference of limiting factor, physico-chemical properties and also the diatom distribution in each benthic communities.

Keywords: water quality, diatom, benthic communities

บทนำ

ไดอะตอมเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่จัดอยู่ในดิวิชัน Bacillariophyta โดยสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้ถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามลักษณะรูปร่าง โดยกลุ่มที่มีลักษณะรูปร่างที่สมมาตรในแนวรัศมี (radial symmetry) จะเรียกว่าเซนทริกไดอะตอม (centric diatom) ส่วนอีกกลุ่มจะเรียกว่าเพนเนตไดอะตอม (pennate diatom) สมมาตรในแนวซ้ายขวา (bilateral symmetry) ผนังเซลล์ของไดอะตอมสามารถคงตัวอยู่ได้ถึงแม้ว่าเซลล์นั้นจะตายไปแล้วเนื่องจากผนังเซลล์จะประกอบไปด้วยสารประกอบจำพวกซิลิกาซึ่งเซลล์หนึ่งเซลล์ของไดอะตอมมักถูกเรียกว่า ฟรัสตูล (frustule) เซลล์ของไดอะตอมจะมีลักษณะคล้ายจานเพาะเชื้อประกบกันโดยประกอบด้วยฝา (valve) ทั้งหมด 2 ฝา โดยฝาที่มีขนาดใหญ่กว่าจะเรียกว่า อีพิวาล์ว (epivalve) และฝาที่มีขนาดเล็กกว่าจะเรียกว่าเรียกว่า ไฮโปวาล์ว (hypo valve) ฝาทั้งสองฝาจะถูกยึดโดย ซิงกูลัม (cingulum) เพื่อไม่ให้ฝาทั้งสองฝาแยกออกจากกันในขณะที่ไดอะตอมมีชีวิตอยู่ บนผนังเซลล์ของไดอะตอมจะมีลวดลายที่เกิดจากรูขนาดเล็ก (punctae) ซึ่งจะเรียงกันเป็นแถวหรือลวดลาย (striae) รวมไปถึงร่องตามยาวของผนังเซลล์ (raphe) ซึ่งไดอะตอมแต่ละชนิดจะมีลวดลายและองค์ประกอบต่างๆ ที่แตกต่างกัน (John et al., 2002; Mann, 2010).

ในระบบนิเวศแหล่งน้ำ ไดอะตอมจะถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มตามลักษณะการดำรงชีวิต ได้แก่ ไดอะตอมกลุ่มที่ดำรงชีวิตแบบลอยอยู่ในมวลน้ำ (planktonic diatoms) และไดอะตอมกลุ่มที่ดำรงชีวิตแบบยึดเกาะ (benthic diatom) ไดอะตอมในกลุ่มแรกสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อิสระในแหล่งน้ำได้และยังสามารถเคลื่อนที่ได้โดยใช้การควบคุมแรงดันของของเหลวภายในเซลล์ (osmotic pressure) เพื่อเคลื่อนที่ซึ่งมักพบไดอะตอมกลุ่มนี้ในระบบนิเวศน้ำไหล ในขณะที่ไดอะตอมกลุ่มที่ดำรงชีวิตแบบยึดเกาะ จะมีการสร้างแผ่นเมือก (mucilage pad) หรือ ท่อเมือก (mucilage tube) เพื่อยึดเกาะกับวัตถุใต้พื้นท้องน้ำพร้อมกับดูดซับเอาสารอาหารจากธรรมชาติมาใช้ในกิจกรรมของเซลล์ ซึ่งในการยึดเกาะของไดอะตอมที่ดำรงชีวิตแบบยึดเกาะนี้ทำให้เกิดชุมชนแบบยึดเกาะ (benthic community) โดยชุมชนแบบยึดเกาะดังกล่าวสามารถแบ่งออกได้ตามลักษณะของวัตถุใต้พื้นท้องน้ำได้แก่ พืช (epiphytic) ก้อนหิน (epilithic) เม็ดทราย (epipsamic) พื้นดินใต้พื้นท้องน้ำ (epipellic) และบนตัวสัตว์ (epizootic) (Joseph and Pattrik, 2011; Rimet, 2012) ในปัจจุบันไดอะตอมเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีการศึกษาเพื่อการนำมาใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำในระบบนิเวศน้ำไหลกันอย่างต่อเนื่องโดยเป็นการประยุกต์ใช้ความหลากหลาย ชนิด ปริมาณของไดอะตอมในชุมชนแบบยึดเกาะที่แตกต่างกันอันเนื่องมาปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามการกระจายตัวของไดอะตอมในชุมชนแต่ละประเภทก็ยังคงมีความแตกต่างต่างกันถึงแม้ว่าจะอยู่ในบริเวณเดียวกัน เนื่องจากไดอะตอมแต่ละชนิดจะมีความสามารถในการยึดเกาะกับวัตถุใต้พื้นท้องน้ำที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการใช้ไดอะตอมเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำ ดังนั้นในการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้ไดอะตอมเป็นตัวบ่งชี้จำเป็นต้องคำนึงถึงการเลือกใช้ชุมชนแบบยึดเกาะที่เหมาะสม (Fisher and Dunbar, 2007)

จากที่ได้กล่าวมาในส่วนของการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพและการประยุกต์ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำนั้น จะเห็นได้ว่าในแต่ละพื้นที่ที่จะมีความหลากหลายของไดอะตอมพื้นท้องน้ำที่แตกต่างกันรวมถึงดัชนีบ่งชี้ที่ได้จากแต่ละการศึกษา ก็จะแตกต่างกันออกไป ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของภูมิประเทศพื้นที่ที่โดยรอบ จึงมีความเป็นไปได้ว่าสามารถทำให้เกิดความหลากหลายของไดอะตอมพื้นท้องน้ำที่แตกต่างกันออกไปจากเขตพื้นที่อื่นซึ่งมีความจำเป็นในการที่จะเข้าไปทำการศึกษาเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพของพื้นที่รวมถึงคุณภาพน้ำที่จะส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณของไดอะตอมและการนำมาใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำเพื่อการจัดการทรัพยากรที่ยั่งยืนต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างไดอะตอมพื้นท้องน้ำในชุมชนยึดเกาะแบบต่างๆ และคุณภาพน้ำ
2. เพื่อหาแนวโน้มในการนำไดอะตอมพื้นท้องน้ำในชุมชนยึดเกาะแบบต่างๆ ในการประยุกต์ใช้เพื่อการบ่งชี้คุณภาพน้ำ

ระเบียบวิธีวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาในบริเวณแม่น้ำวังที่ไหลผ่านอำเภอวังเหนือและอำเภอเมือง จังหวัดลำปาง โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 5 จุดเก็บตัวอย่าง (ภาพที่ 1) ทั้งหมด 3 ครั้ง เดือนกรกฎาคม พฤศจิกายน 2560 และเดือนมีนาคม 2561 การศึกษาครั้งนี้จะทำการศึกษาคูณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมีและชีวภาพ รวมถึงชนิดและปริมาณของไดอะตอมในชุมชนยึดเกาะแบบต่างๆ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การเก็บน้ำตัวอย่างและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

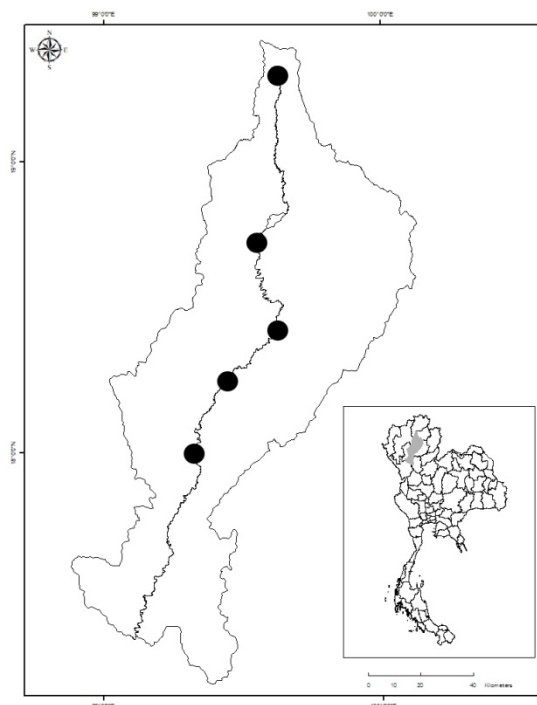
ในการวิจัยครั้งนี้จะทำการเก็บข้อมูลและตัวอย่างน้ำในช่วงเวลาที่กล่าวไว้ในข้างต้น รวมไปถึงการเก็บข้อมูลของลักษณะโดยรอบของจุดเก็บตัวอย่าง ลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ ซึ่งการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ และเคมีบางประการสามารถทำการวิเคราะห์ได้ในภาคสนาม ได้แก่ อุณหภูมิของน้ำและอากาศ ความเร็วกระแสน้ำ ค่าการนำไฟฟ้า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเป็นต่าง ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนและปริมาณออร์โธฟอสเฟต (APHA, AWWA and WPCF, 1998).2. การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นส่วนที่ระบุให้ทราบวิธีการในการวิเคราะห์ข้อมูล ทั้งเชิงปริมาณ และคุณภาพ ทั้งนี้ขึ้นกับลักษณะของการวิจัยแต่ละประเภท หรือตามแต่ละสาขาที่เกี่ยวข้อง

2.การเก็บตัวอย่างและวินิจัยชนิดของไดอะตอมพื้นท้องน้ำ

ในการเก็บตัวอย่างไดอะตอมพื้นท้องน้ำจะทำการสุ่มเก็บตัวอย่างวัตถุใต้พื้นท้องน้ำโดยใช้แปลงจตุรัส (Quadrat) ขนาด 5x10 เมตร แล้วสุ่มเลือกวัตถุใต้พื้นท้องน้ำได้แก่ หิน พืชและเม็ดทรายขึ้นมาทั้งหมดอย่างละ 3 ซ้ำ แล้วใช้แปรงสีฟันปัดผิวของวัตถุใต้พื้นท้องน้ำโดยคลุมพื้นที่ผิวด้วยพลาสติกที่มีการตัดซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 10 ตารางเซนติเมตร หลังจากนั้น นำตัวอย่างไดอะตอมพื้นท้องน้ำที่ได้มาทำการทำความสะอาดโดยด้วยกรด HNO_3 เข้มข้น 15 นาที แล้วต้มต่อด้วย H_2O_2 30% 15 นาที แล้วปรับน้ำตัวอย่างที่ได้ให้ที่ความเป็นกรดเบสเท่ากับ 7 ด้วยน้ำกลั่น เมื่อได้ตัวอย่างแล้วจะนำตัวอย่างที่ได้มาทำสไลด์ถาวรโดยใช้ Naphrax เป็นสาร mounting reagent แล้วนำไปถ่ายภาพใต้กล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบที่กำลังขยาย 1000 เท่า (Rott et al.,1997) ในส่วนของการวินิจัยชนิดจะทำการนำภาพถ่ายของตัวอย่างไดอะตอมพื้นท้องน้ำใต้กล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบมาทำการวินิจัยชนิดโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา ด้วยเอกสารที่เกี่ยวข้อง เช่น Krammer and Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b) เป็นต้น

3.การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ในส่วนของวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติจะนำข้อมูลเกี่ยวกับชนิด ปริมาณของไดอะตอมพื้นท้องน้ำในแต่ละชุมชนเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างไดอะตอมพื้นท้องน้ำกับคุณภาพน้ำบางประการ โดยการวิเคราะห์แบบ Canonical correspondence analysis (CCA) เพื่อหาไดอะตอมพื้นท้องน้ำชนิดที่มีแนวโน้มในการนำมาใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้



ภาพที่ 1 ภาพแสดงจุดเก็บตัวอย่างในแม่น้ำในการวิจัยส่วนที่ผ่านอำเภอเมืองปานและอำเภอเมือง

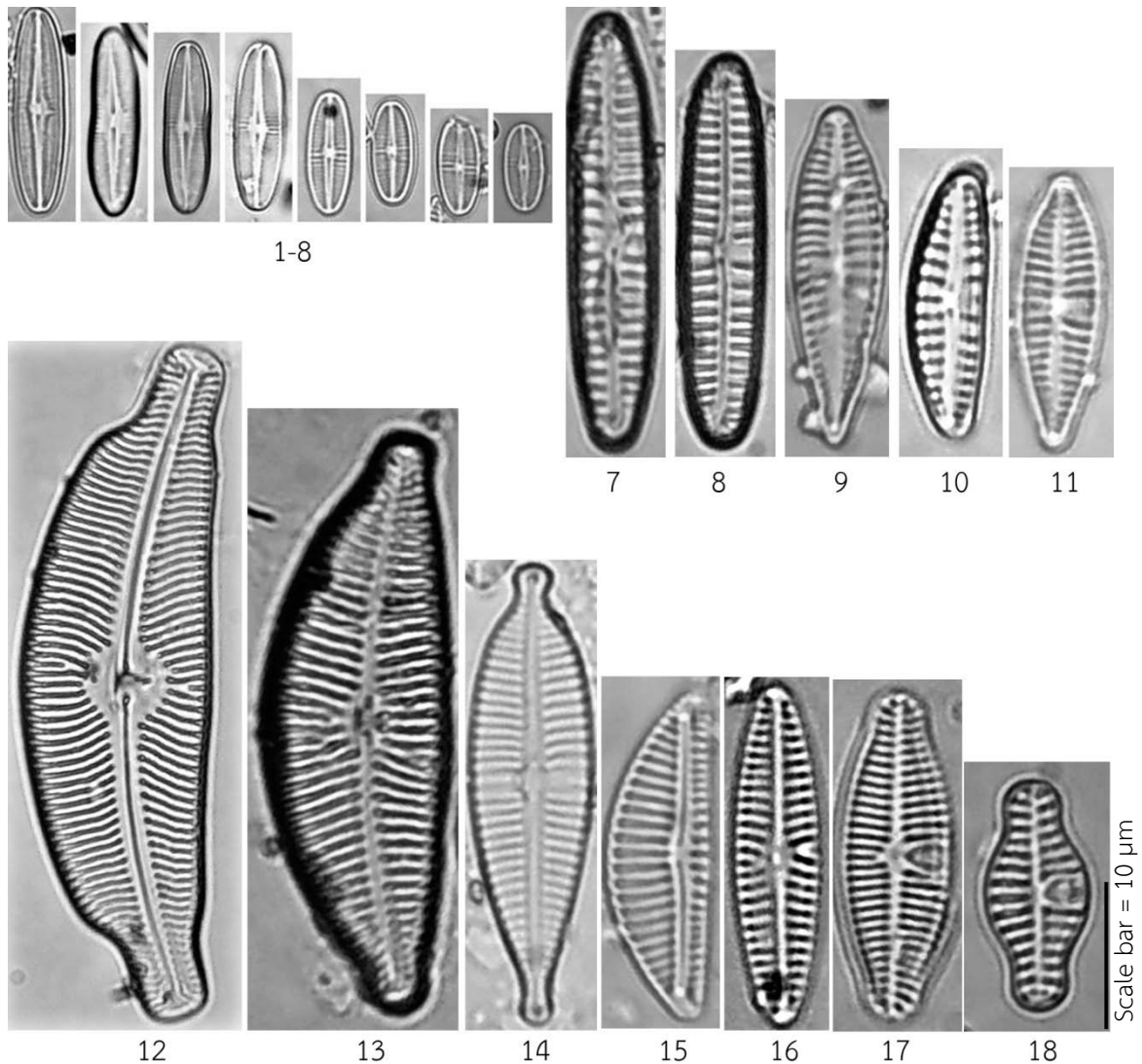
ผลการวิจัย

ในส่วนของการศึกษาความหลากหลายและการกระจายตัวของไดอะตอมพื้นท้องน้ำในชุมชนแบบต่างๆ โดยใช้ ดัชนีความหลากหลาย(Shannon Wiener's Diversity Index) และความสม่ำเสมอของการกระจายตัว (species evenness) พบว่าในการวิจัยครั้งนี้พบไดอะตอมพื้นท้องน้ำทั้งหมด 22 สกุล ได้แก่ *Acnanthidium*, *Caloneis*, *Coconeis*, *Cyclotella*, *Discostella*, *Cymbella*, *Cymbopleura*, *Diploneis*, *Encyonema*, *Fragilaria*, *Frustulia*, *Gomphonema*, *Gyrosigma*, *Navicula*, *Pinnularia* เมื่อทำการวิเคราะห์ความหลากหลายและความสม่ำเสมอของการกระจายตัวโดยแยกตามลักษณะของชุมชนแต่ละประเภทพบว่าในส่วนของชุมชนแบบยึดเกาะหินจะมีค่าดัชนีความหลากหลาย (Shanon Weiner diversity index) อยู่ในช่วง 0.31-1.02 การความสม่ำเสมอของการกระจายตัวอยู่ในช่วง 0.44-0.90 โดยในชุมชนแบบยึดเกาะหินจะพบไดอะตอมทั้งหมด 42 ชนิด และเป็นชนิดเด่น (>1% relative abundance) ทั้งหมด 15 ชนิด ได้แก่ *C. turgidula*, *C. tumidula*, *E. silesiacum*, *E. yuwadeeanum*, *E. leei*, *G. subclavatum*, *G. javanicum*, *G. lagenula*, *N. microdigitoradiata*, *N. rostellata*, *N. cryptotenella*, *N. palea*, *P. frequentissimum*, *P. rostratum*, *P. lanceolatum* ในส่วนของชุมชนแบบยึดเกาะเมืงทรายมีค่าดัชนีความหลากหลาย (Shanon Weiner diversity index) อยู่ในช่วง 0.33-0.89 การความสม่ำเสมอของการกระจายตัวอยู่ในช่วง 0.31-0.88 พบไดอะตอมทั้งหมด 29 ชนิด และเป็นชนิดเด่น (>1% relative abundance) ทั้งหมด 11 ชนิด ได้แก่ *A. straubianum*, *C. turgidular*, *E. silesiacum*, *E. yuwadeeanum*, *E. leei*, *G. minutum*, *G. lagenula*, *G. scalproides*, *N. microdigitoradiata*, *N. cataracta*, *N. rostellata*, *P. lanceolatum* และในส่วนของชุมชนแบบยึดเกาะพีช มีค่าดัชนีความหลากหลาย(Shanon Weiner diversity index) อยู่ในช่วง 0.18-0.94 การความสม่ำเสมอของการกระจายตัวอยู่ในช่วง 0.31-0.84 พบไดอะตอมทั้งหมด 31 ชนิด และเป็นชนิดเด่น (>1% relative abundance) ทั้งหมด 12 ชนิด ได้แก่ *A. straubianum*, *C. parva*, *E. silesiacum*, *E. yuwadeeanum*, *E. leei*, *N. microdigitoradiata*, *N. cataracta*, *N. simulata*, *N. rostellata*, *N. cryptotenella*, *P. lanceolatum* (ตารางที่ 1, ภาพที่ 2)

ตารางที่ 1 ดัชนีความหลากหลาย (Shanon Weiner diversity index) ความสม่ำเสมอของการกระจายตัวและจำนวนชนิดของไดอะตอมพื้นท้องน้ำในชุมชนแต่ละประเภทของแม่น้ำวัง

(WK = วังแก้ว, MM = เมืองมาย, TC = ท่าโทกมลลชัย, SPD = สะพานดำ, KK = เกาะคา)

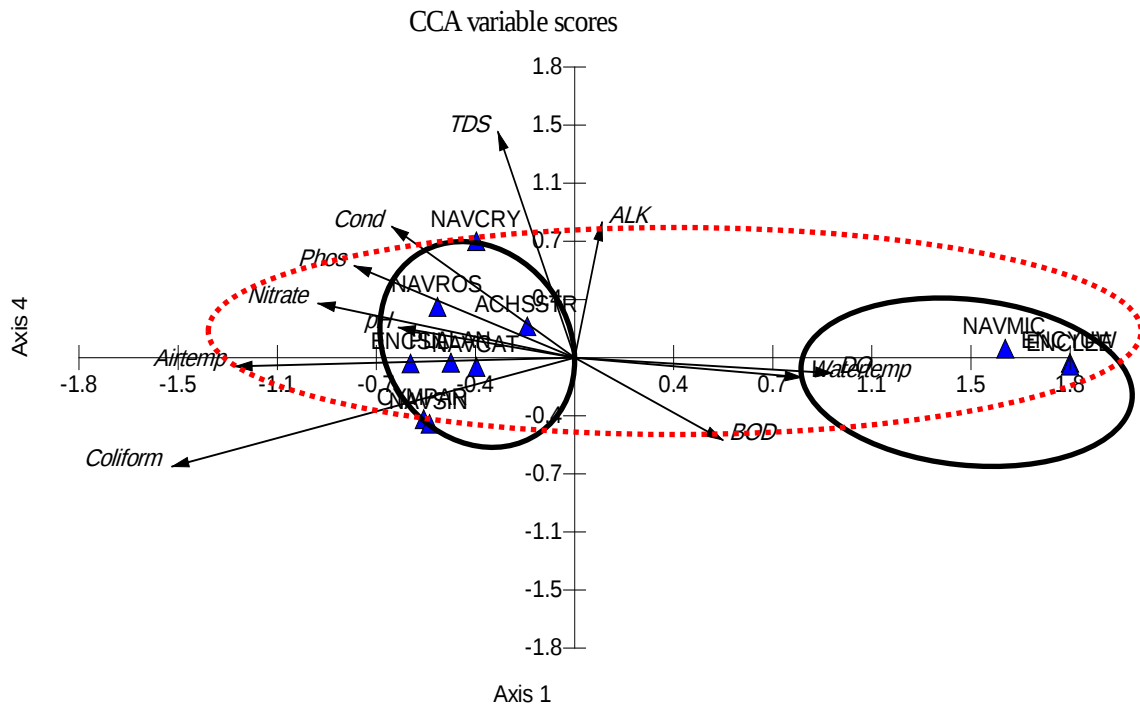
จุดเก็บ ตัวอย่าง	ชุมชนยึดเกาะหิน			ชุมชนยึดเกาะทราย			ชุมชนยึดเกาะพีชน้ำ		
	Index	Evenness	Num.Spec.	Index	Evenness	Num.Spec.	Index	Evenness	Num.Spec.
WK1	0.66	0.60	13.00	0.76	0.65	15.00	0.76	0.68	13.00
MM1	0.93	0.68	23.00	0.89	0.85	11.00	1.11	0.83	22.00
TC1	0.59	0.59	10.00	0.48	0.44	12.00	0.67	0.60	13.00
SPD1	0.72	0.60	16.00	0.61	0.59	11.00	0.50	0.50	10.00
KK1	0.88	0.69	19.00	0.33	0.31	12.00	0.30	0.31	9.00
WK2	0.76	0.70	12.00	0.74	0.68	12.00	0.68	0.75	8.00
MM2	1.00	0.90	13.00	0.70	0.83	7.00	0.94	0.82	14.00
TC2	0.28	0.40	5.00	0.46	0.50	8.00	0.54	0.69	6.00
SPD2	0.29	0.37	6.00	0.39	0.50	6.00	0.23	0.38	4.00
KK2	0.81	0.75	12.00	0.41	0.39	11.00	0.18	0.38	3.00
WK3	0.67	0.64	11.00	0.65	0.65	10.00	0.63	0.70	8.00
MM3	1.02	0.91	13.00	0.61	0.88	5.00	0.99	0.84	15.00
TC3	0.65	0.83	6.00	0.51	0.57	8.00	0.61	0.68	8.00
SPD3	0.31	0.44	5.00	0.49	0.71	5.00	0.50	0.64	6.00
KK3	0.73	0.76	9.00	0.37	0.40	8.00	0.28	0.46	4.00



ภาพที่ 2 ภาพถ่ายได้กล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบกำลังขยาย 1000 เท่าของไดอะตอมพื้นท้องน้ำชนิดเด่นในแม่น้ำวังทั้ง 5 จุดเก็บตัวอย่างของแม่น้ำวัง ในเขตอำเภอวังเหนือ เมืองและอำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง
 (1-8) *Achnanthes straubianum* (7-8) *Encyonopsis leei* K. Krammer (9,11) *Encyonema yuwadeeanum* Yana & Mayama (11) *Gomphonema javanicum* Hustedt (12) *Cymbella tumidula* Grunow (13) *Cymbella turgidula* Grunow in Cleve & Möller (14) *Gomphonema lagenula* Kützinger (15) *Encyonema silesiacum* Crawford & Mann (16) *Navicula microdigitariata* Lange-Bertalot (17) *Planorthis lanceolata* (Brébisson ex Kützinger) Lange-Bertalot (18) *Planorthis rostrata* (Østrup) H. Lange-Bertalot

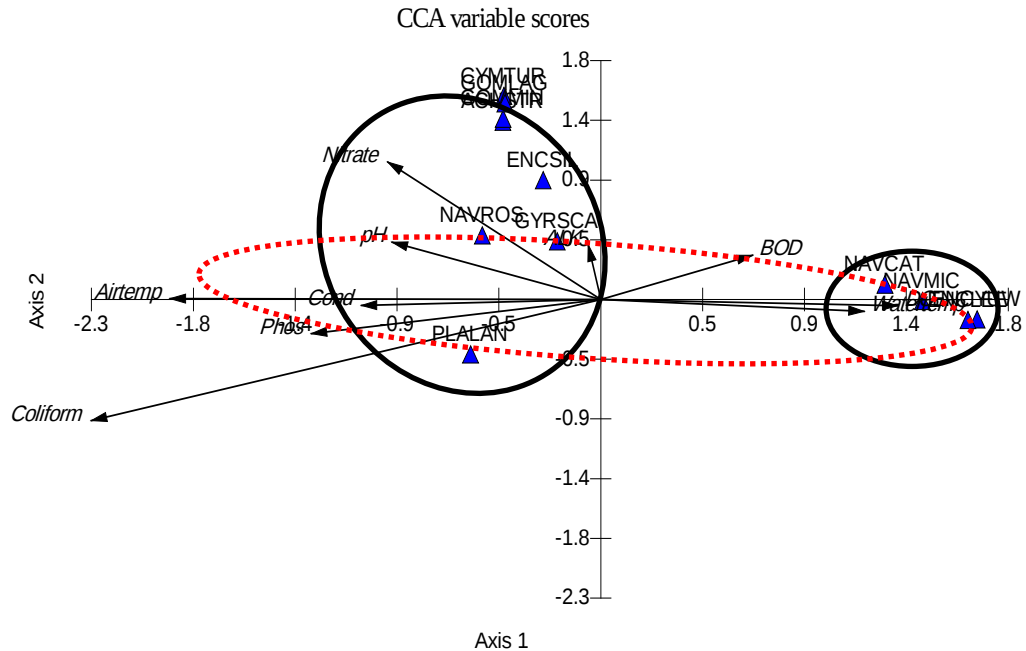
เมื่อทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของไดอะตอมพื้นท้องน้ำในชุมชนแบบยัดเกาะทั้งสามแบบและคุณภาพน้ำบางประการ โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Canonical correspondence analysis (CCA) โดยใช้โปรแกรม Multivariate Statistic Package (MVSP) เวอร์ชัน 3.1 เพื่อหาแนวโน้มชนิดของไดอะตอมที่สามารถบ่งชี้คุณภาพน้ำโดยเลือกไดอะตอมที่การกระจายตัวทั้งหมดมากกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ (>1% relative abundant) พบว่า ในชุมชนทั้งสามแบบมีความสัมพันธ์ระหว่างไดอะตอมพื้นท้องน้ำและคุณภาพน้ำที่คล้ายคลึงกัน กล่าวคือชุมชนแบบยัดเกาะหินพบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างไดอะตอมพื้นท้องน้ำชนิด *Planorthis rostrata*, *Navicula cryptocephala*, *Cymbella turgidula*, *Gomphonema lagenula*, *Gomphonema javanicum*, *cymbella*, *Gomphonema subminutum* กับค่าความเป็นด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ค่าความ





Vector scaling: 1.91

ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างไดอะตอมพื้นท้องน้ำในชุมชนแบบยึดเกาะเม็ดทราย (epispamic) กับคุณภาพน้ำบางประการในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุดของแม่น้ำวัง



Vector scaling: 2.76

ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างไดอะตอมพื้นท้องน้ำในชุมชนแบบยึดเกาะพืช (epiphytic) กับคุณภาพน้ำบางประการในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุดของแม่น้ำวัง

สรุปและอภิปรายผล

เมื่อเปรียบเทียบความหลากหลายของไดอะตอมพื้นท้องน้ำในชุมชนแบบยึดเกาะแต่ละแบบพบว่ามีความแตกต่างกันของชนิดเด่นของไดอะตอมในแต่ละชุมชน ไม่มากนัก อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบตามค่าดัชนีความหลากหลายในแต่ละชุมชนแล้วจะพบว่าชุมชนแบบยึดเกาะหินจะมีความหลากหลายที่มากกว่าชุมชนแบบยึดเกาะกับพืชและเม็ดทรายตามลำดับ เนื่องจากชุมชนแบบยึดเกาะแต่ละประเภทได้รับผลจากตำแหน่งที่อยู่ในแหล่งน้ำซึ่งส่งผลให้เกิดการหมุนเวียนหรือรับสัมผัสของมวลน้ำที่ต่างกัน กล่าวคือปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการเจริญเติบโตของไดอะตอมพื้นท้องน้ำคือแสงและอุณหภูมิซึ่งชุมชนแบบยึดเกาะแต่ละประเภทได้รับผลที่แตกต่างกันเช่นกัน ในส่วนของชุมชนแบบยึดเกาะหินนั้นจะมีพื้นที่ที่ใช้ยึดเกาะของไดอะตอมพื้นท้องน้ำที่มากกว่าจึงทำให้การรับแสงรวมไปถึงอุณหภูมิที่ได้จากแสงแดดที่แผ่ลงสู่แหล่งน้ำรวมไปถึงรับสัมผัสกับคุณภาพน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปได้อย่างทั่วถึงจึงทำให้มีการกระจายตัวและความหลากหลายของไดอะตอมมีความหลากหลายมากกว่าเมื่อเทียบกับชุมชนแบบยึดเกาะพืชและเม็ดทราย เนื่องจากพื้นที่ผิวในการยึดเกาะจะมีน้อยกว่ารวมไปถึงมีการบดบังของแสงอันเนื่องมาจากการเจริญเติบโตของส่วนต่างๆของพืช (Opote, 2002) อย่างไรก็ตามไดอะตอมที่กระจายตัวอยู่ในชุมชนแบบยึดเกาะเม็ดทรายสามารถมีการเคลื่อนที่เข้าหาแสงเพื่อใช้แสงในการสังเคราะห์อาหารรวมไปถึงเป็นการปรับตัวให้เข้ากับสภาวะแวดล้อม (Lander *et al.*, 2018) นอกจากอุณหภูมิและแสงที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตอุณหภูมิของน้ำยังส่งผลต่อคุณภาพน้ำพารามิเตอร์อื่นๆ ด้วย เช่น ความสามารถในการละลายของออกซิเจนในน้ำซึ่งมักจะเกิดบริเวณที่แสงส่องลงไปในน้ำได้ถึง (Photic Zone) ซึ่งส่งผลต่อการกระจายตัวของไดอะตอมในชุมชนแต่ละแบบ (Johannes *et al.*, 2018) และยังส่งผลต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตซึ่งสามารถทำให้เกิดการเพิ่มหรือลดอัตราการหายใจในระบบนิเวศ รวมถึงการเปลี่ยนรูปของสารประกอบต่าง ๆ ทั้งที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตหรือปฏิกิริยาเคมีในแหล่งน้ำ เช่นการเปลี่ยนรูปของสารประกอบไนโตรเจน การเปลี่ยนรูปของสารประกอบฟอสเฟต เป็นต้น (Smol and Stoermer, 2010) โดยชุมชนแต่ละแบบจะมีการหมุนเวียนหรือเกิดปฏิกิริยาดังที่กล่าวมาข้างต้นที่ต่างกันจึงทำให้การกระจายตัวของไดอะตอมพื้นท้องน้ำที่ต่างกัน อย่างไรก็ตามชุมชนที่สามารถรับสัมผัสกับคุณภาพน้ำในพารามิเตอร์ต่างๆ ในแหล่งน้ำได้อย่างทั่วถึงและมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตอย่างชัดเจนควรอยู่ในบริเวณที่มีปัจจัยจำกัดที่สำคัญในระบบนิเวศนั้นก็คือแสง ซึ่งเป็นแหล่งพลังที่สำคัญที่มีต่อระบบนิเวศทำให้การกระจายตัวของสิ่งมีชีวิตเป็นไปได้ด้วยความสมดุลชุมชนแบบยึดเกาะใดๆ ที่มีความเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตควรอยู่ในบริเวณที่สามารถรับแสงได้ทั่วถึงเพื่อความสมบูรณ์ของระบบนิเวศและในแง่ของการประยุกต์ใช้ไดอะตอมพื้นท้องน้ำเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำนั้นควรมีการคำนึงถึงปัจจัยของแสงเช่นกันส่วนในปัจจัยรองลงมาคือพื้นที่ผิวที่มีความสำคัญในการยึดเกาะโดยเฉพาะในแหล่งน้ำไหล ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่จะใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำที่ได้นั้นจำเป็นที่จะต้องมีความสามารถในการยึดเกาะกับวัตถุใต้พื้นท้องน้ำ และวัตถุใต้พื้นท้องน้ำควรจะต้องเป็นวัตถุที่มีความมั่นคงแข็งแรงรวมไปถึงต้องไม่สามารถลอยน้ำได้ หากวัตถุใต้พื้นท้องน้ำไม่มีความเหมาะสมดังที่กล่าวมาแล้วนั้นก็ไม่สามารถทำให้ความเที่ยงตรงในการบ่งชี้คุณภาพน้ำนั้นไม่ดีเท่าที่ควร

ทั้งนี้ความแตกต่างของความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างระหว่างลักษณะของชุมชนแบบต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น รวมถึงปัจจัยทางกายภาพของแหล่งน้ำที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพเคมีที่แตกต่างในแต่ละชุมชนทำให้เกิดการกระจายตัวของไดอะตอมพื้นท้องน้ำที่ต่างกันดังที่ได้กล่าวในส่วนของการเปรียบเทียบความหลากหลายในชุมชนแต่ละแบบ แต่อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ระหว่างไดอะตอมกับคุณภาพน้ำที่ได้นั้นจะมีความคล้ายคลึงกันในแง่ของสกุลของไดอะตอมที่พบจะเป็นสกุลที่มักพบในแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนของสารประกอบอินทรีย์ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โลหะหนัก ยาฆ่าแมลง ทั้งนี้เนื่องจากไดอะตอมในสกุล *Achnanthes*, *Encyonema*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Planothidium* และ *Gyrosigma* เป็นไดอะตอมที่มีช่วงความทนสูง (tolerance range) จึงทำให้สามารถกระจายตัวอยู่ในน้ำที่มีการปนเปื้อนสารประกอบดังกล่าวได้ (Núria *et al.*, 2002; Rimet and Bouchez, 2011)

นอกจากนั้นจะเห็นได้ว่าชุมชนทั้งสามแบบมีความสัมพันธ์ระหว่างไดอะตอมกับคุณภาพน้ำที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งจากการวิเคราะห์ในกลุ่มนี้สามารถตีความหมายได้ว่าไดอะตอมชนิดที่กล่าวข้างต้นนั้นสามารถนำมาเป็นตัวชี้วัดแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนของสารประกอบในปริมาณที่ต่ำได้ โดยเฉพาะไดอะตอมชนิด *E. yuwadeeanum* เป็นไดอะตอมที่พบอยู่ในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารและสารอินทรีย์ที่ต่ำหรือเป็นพื้นที่ต้นน้ำที่มีการรบกวนน้อย (Yana and Mayama, 2015) นอกจากนั้นยังงานวิจัยที่สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ข้างต้นว่าไดอะตอมชนิด *Navicula microcephala*, *Encyonema leei* และ *Cymbella tumida* สามารถกระจายตัวอยู่ในแหล่งน้ำที่มีปริมาณสารอาหารหรือการปนเปื้อนที่ต่ำได้ (Laura *et al.*, 2003)

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างไดอะตอมพื้นท้องน้ำในชุมชนแต่ละแบบกับคุณภาพน้ำบางประการโดยใช้ไดอะตอมพื้นท้องน้ำชนิดเด่นในชุมชนแบบยึดเกาะแต่ละแบบเพื่อหาแนวโน้มในการนำมาชี้วัดคุณภาพน้ำนั้นจะเห็นได้ว่ามีความสัมพันธ์ที่คล้ายคลึงกันถึงแม้การกระจายตัวของไดอะตอมพื้นท้องน้ำในแต่ละชุมชนมีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามใน

การเลือกใช้ไดอะตอมพื้นท้องน้ำเพื่อบ่งชี้คุณภาพน้ำนั้นจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยจำกัดที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของไดอะตอมพื้นท้องน้ำรวมถึงกับชนิดของวัตถุใต้พื้นท้องน้ำที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญและการรับสัมผัสของคุณภาพน้ำที่แท้จริงเพื่อให้เกิดความชัดเจนและเที่ยงตรงในการบ่งชี้คุณภาพน้ำ

ข้อเสนอแนะ

อธิบายถึงการนำผลที่ได้จากการวิจัยไปใช้ประโยชน์ หรือข้อเสนอแนะปัญหาที่พบในการวิจัย เพื่อนำไปใช้ในการวิจัยครั้งต่อไป ประโยชน์ในการนำผลการวิจัยไปปรับใช้ได้จริงหรือนำไปพัฒนาแนวคิด หรือทฤษฎีในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณการสนับสนุนงบประมาณการวิจัยจากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีถึงคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีในการอำนวยความสะดวกในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- APHA, AWWA and WPCF, 1998. Standard Methods for The Examination of Water And Wastewater. 19th edition. United Book Press, Maryland.
- FISHER, J. and DUNBAR, MJ. 2007. Towards a representative periphytic diatom sample. Hydrology and Earth Systems Science 11: 399-407.
- John, D.M., Whitton, B.A. and Brook, A. J. 2002. The Freshwater Algal Flora of the British Isles: An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae. Cambridge University Press and The Natural History Museum, Cambridge.
- Johannes, W. G., Silja, F., Lourenço, R., João, S. and Michael, K. 2018. Modulation of the light field related to valve optical properties of raphid diatoms: implications for niche differentiation in the microphytobenthos. Marine Ecology Progress Series. 558:29-42.
- Joseph, S., and Patrick, K. 2011. The diatom world. Springer Dordrecht Heidelberg. London.
- Krammer, K. and Lange-Bertalot, H.. 1986. Bacillariophyta. 1. Naviculaceae. In: E. Ettl, J. Gerloff & H. Heynig (Eds.), Süßwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer Verlag, 876 pls. Stuttgart.
- Laura, C., Jonathan, S. S., Ian, S., A, M. and Martin J. R. 2003. Effect of Metal and Petroleum Hydrocarbon Contamination on Benthic Diatom Communities near Casey Station, Antarctic: AN EXPERIMENTAL APPROACH1. Journal of Phycology. 39(3):490-503.
- Núria, I., Christiane, B., Martijs. J., Michiel H. S. K. and Wim A. 2002. Metal-induced tolerance in the freshwater microbenthic diatom Gomphonema parvulum. Environmental Pollution. 116(1): 147-157.
- Opute, F. 2002. Contribution to the knowledge of algae in Nigeria. Desmids from the Warri/Forcados Estuaries part2. The elongate baculiform desmid. Journal of Limnology. 59:131-115.
- Rimet, F., Gomà, J., Cambra, J., Bertuzzi, E., Cantonati, M., Cappelletti, C., Ciutti, F., Cordonier, A., Coste, M., Delmas, F., Tison, J., Tudesque, L., Vidal H. and Ector. L. 2007. Benthic diatom in western european streams with altitudes above 800 m: characterization of the main assemblages and correspondence with ecoregion. Diatom Research, 22: 147-157
- Rimet, F. and Bouchez, A. 2011. Use of diatom life-forms and ecological guilds to assess pesticide contamination in rivers: Lotic mesocosm approaches. Ecological Indicators. 11(2): 489-499.
- Smoel, J.P. and Stoermer, E.F. (2010) The Diatoms: Applications for the Environmental and Earth Sciences. Cambridge University Press, Cambridge.
- Yana, E. and Mayama, S. 2015. Two new taxa of Achnanthes and Encyonema (Bacillariophyceae) from the Yom River, Thailand, with special reference to the areolae occlusions implying ontogenetic relationship. Phycological Research. 63: 239-252.

- Lodish, H., Berk, A., Zipursky, S. L., Matsudaira, P., Baltimore, D., Darnell, J. (2008). *Molecular Cell Biology*. New York: W.H. Freeman: 158–159.
- Pearson, S. Jia, H. Kandachi, K. (2004). China approves first gene therapy. *Nature Biotechnology* 22 (1), 3–4.
- Sheridan C. (2011). Gene therapy finds its niche. *Nature Biotechnology* 29 (2), 121–128.
- U.S. National Library of Medicine. (2018). How does gene therapy work? Retrieved June 25, 2018, from <https://ghr.nlm.nih.gov/primer/therapy/procedures>
- WordPress. (2016). What's A Gene Therapy Worth? Retrieved June 23, 2011, from <http://www.behindthepill.com/whats-a-gene-therapy-worth/>

ความหลากหลายชนิด ความชุกชุมและความคล้ายคลึงของนกในถิ่นที่อยู่อาศัยของนก
บริเวณชายฝั่งทะเล เพื่อการอนุรักษ์และการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ
อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม

Species Diversity, Abundance and Similarity of Birds in Habitat of Birds along the
Seacoast for Conservation and Ecotourism in Muang District,
Samut Songkhram Province.

นิธินาถ เจริญโภคธำ¹, เพชรพนม จิตมัน²

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

² โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

E mail: ¹nitinath.ch@ssru.ac.th , ²petchpanom.ch@ssru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความหลากหลายชนิด ความชุกชุมและความคล้ายคลึงของนก บริเวณพื้นที่ศึกษา เพื่อจัดทำปฏิทินฤดูกาลกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ บริเวณพื้นที่ศึกษา การวิจัยครั้งนี้ใช้การเก็บรวบรวมด้วยการสำรวจภาคสนาม เกี่ยวกับความหลากหลายชนิดนกบริเวณพื้นที่หาดเลน พื้นที่นาเกลือ และพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยทำการสำรวจตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2561 – เดือนกรกฎาคม 2562 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความหลากหลายของชนิดนก ปริมาณความชุกชุม และความคล้ายคลึงของนก ผลการศึกษาพบชนิดของนก 10 อันดับ 26 วงศ์ 69 ชนิด ซึ่งอันดับ (Order) ที่มีความหลากหลายของนกมากที่สุด คือ CHARADRIIFORMES มีชนิดนก จำนวน 29 ชนิด โดยบริเวณพื้นที่นาเกลือ มีชนิดนกมากที่สุด จำนวน 51 ชนิด มีค่าดัชนีความหลากหลายของนก (Shannon Diversity Index, H') เท่ากับ 2.77 โดยพื้นที่นาเกลือเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมทั้งในด้านแหล่งอาหารและจุดแวะพัก การพักผ่อน ของนกชายเลนและนกทะเล ส่วนปริมาณความชุกชุม ในระดับ 5 นกที่พบบ่อยมาก มีจำนวน 10 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 14.49 ของชนิดนกที่พบทั้งหมด พื้นที่นาเกลือและพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มีค่าดัชนีความคล้ายคลึงของนก เท่ากับ 0.667 ส่วนสถานภาพของนก มีนกประจำถิ่น 28 ชนิด นกประจำถิ่นและนกอพยพ 8 ชนิด และนกอพยพ 33 ชนิด ด้านสถานภาพการถูกคุกคาม ที่อยู่ในสภาพใกล้ถูกคุกคาม หรือ NT (Near-threatened) มีจำนวน 6 ชนิด คือ นกกبابัว นกปากแอมทางดำ นกอีโก้ยใหญ่ นกชายเลนปากโค้ง นกอีตดเล็ก และนกสั้ด้นคอแดง สภาพใกล้สูญพันธุ์ หรือ EN (Endangered) มีจำนวน 1 ชนิด คือ นกอีตดใหญ่ โดยกิจกรรมนกอพยพ จะอยู่ในช่วงฤดูกาลอพยพในราวเดือนสิงหาคม – เดือนพฤษภาคมของทุกปี ดังนั้นชุมชนควรอนุรักษ์พื้นที่ถิ่นที่อยู่อาศัยของนก เพื่อให้กลุ่มนกชายเลนและกลุ่มนกทะเลที่เข้ามาหาอาหารในพื้นที่นาเกลือในช่วงน้ำทะเลขึ้น โดยเฉพาะพื้นที่นาเกลือ ตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม สามารถพัฒนาให้เป็นแหล่งดูนกของโปรแกรมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศและแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น เนื่องจากนกเป็นตัวชี้วัดความสมดุลธรรมชาติและความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งอาหารในระบบนิเวศ

คำสำคัญ : ความหลากหลายของนก/ ถิ่นที่อยู่อาศัยของนก/ บริเวณชายฝั่งทะเล/ การท่องเที่ยวเชิงนิเวศ

Abstract

The main objectives of this research were to study species diversity, abundance and similarity of birds in studying site for making ecotourism seasonal calendar. The data was carried out by field survey about bird species along mudflat salt fields and aquaculture sites from August 2018 – July 2019. The data was analyzed to find out species diversity, abundance and similarity of birds. the study found that there were 10 orders, 26 families and 69 species of birds. The highest number of was 29 bird species in order *Charadriiformes*. The highest number of 51 bird species were found in the salt field areas. It was 2.77 according to Shannon Diversity Index. The salt field areas were suitable in terms of foods, resting areas for shorebirds and seabirds. According abundance index, 10 bird species were in level 5 of abundance. It was 14.49 percent of all birds. the similarity index between bird species in salt fields and aquaculture sites was 0.667. In term of bird seasonal status, 28 resident birds, 8 resident and migratory birds and 33 migratory birds. in term of threatened species, 6 bird species were Near-threatened (NT) namely Painted Stork, Black-tailed Godwit, Eurasian Curlew, Curlew Sandpiper, Red Knot and Red-necked Stint. Great Knot was Endangered (EN). Migratory birding is available in bird migratory season from August – May every year. So, the community should conserve bird habitat in order to let shorebirds and seabirds in the salt fields during the high tide. The salt fields in Bang Kaew Sub-district can be developed to be birding sites for eco-touring and local knowledge resource programs because the birds are the indicators of natural balance and richness of foods in ecosystem.

Keywords: bird species diversity, bird habitat, seacoast, eco-tourism

บทนำ

พื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ติดชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนในที่มีพื้นที่หาดเลน พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและพื้นที่นาเกลือ ซึ่งเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของนกชายเลนขนาดเล็กได้หากินและพักผ่อนในระหว่างที่น้ำทะเลขึ้นท่วมหาดเลน ที่เป็นแหล่งหากินของนกอพยพในช่วงฤดูกาลอพยพในราวเดือนสิงหาคม – เดือนพฤษภาคมของทุกปี โดยกลุ่มนกชายเลนที่พบบริเวณพื้นที่นาเกลือ ตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ได้แก่ นกหัวโตหลังจุดสีทอง นกหัวโตเล็กขาเหลือง นกปากแอมทางดำ นกอีโก้ยใหญ่ เป็นต้น (ภามณีนรัตน์ ไชยปัน และ วิมาลา วิเชียรเลิศ, 2560) ดังนั้น พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และพื้นที่นาเกลือ จึงทำหน้าที่เสมือนที่รวมฝูงหลังจากที่นกบินกลับจากหากินบนหาดเลน โดยระยะทางจากนาเกลือไปยังหาดเลนก็ไม่ไกลกันมากนัก ทำให้นกประหยัดพลังงานในการบิน สามารถสะสมไขมันได้มากขึ้น โดยเฉพาะในช่วงเวลาไม่กี่สัปดาห์ก่อนจะอพยพกลับ นกต้องเร่งสะสมไขมันให้ได้มากที่สุด เพื่อให้มั่นใจว่าน่าจะจะไม่หมดระหว่างการเดินทางจากกลับ และยังมีเหลือพอสำหรับการหาคู่ผสมพันธุ์ (กรมป่าไม้, 2554) แต่ทุกวันนี้การคุกคามต่อนกหลากหลายชนิดบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลต้องประสบปัญหามากมายในการดำรงชีวิตให้อยู่รอด ไม่ว่าจะเป็นการขาดแคลนแหล่งอาหาร สภาพอากาศที่แปรปรวน การต่อสู้กันเองหรือต้องตกเป็นเหยื่อของสัตว์อื่น ซึ่งมีผลให้บางส่วนของต้องตายลงไปก่อนวัยอันควร อีกทั้งการสูญเสียที่เกิดจากฝีมือมนุษย์ ทั้งกระทำโดยตรงด้วยการล่าและการค้า หรือการกระทำทางอ้อมในรูปแบบของการพัฒนาชุมชน ที่ส่งผลกระทบทำให้สภาพแวดล้อมและถิ่นที่อยู่อาศัยของนกต้องเปลี่ยนแปลงไป อันมีผลต่อการลดลงของประชากรนกและส่งผลกระทบต่อชุมชนท้องถิ่นซึ่งต้องพึ่งพาทรัพยากรบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเล อีกทั้งปัญหาพื้นที่นาเกลือลดลงเนื่องจาก ปัจจุบันมีความเจริญเข้ามาในพื้นที่มากขึ้น มีห้างสรรพสินค้าและบ้านจัดสรรเกิดขึ้น ทำให้พื้นที่นาเกลือลดลง และประสบปัญหาราคากาเลือนตกต่ำ ราคาที่ไม่คุ้มทุน เพราะต้นทุนการทำนาเกลือขึ้นสูงมาก (บุญโปรด เจริญฤทธิ์, 2560) ดังนั้นการร่วมมือกันเพื่อหาแนวทางในการวางมาตรการจัดการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชายฝั่งทะเลรวมทั้งการรักษาถิ่นที่อยู่อาศัยของนกได้อย่างเหมาะสม เนื่องจากมนุษย์และนกต่างก็เป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศที่ต้องพึ่งพาและสัมพันธ์กัน หากส่วนใดส่วนหนึ่งขาดหายไปย่อมต้องส่งผลต่อส่วนที่เหลืออยู่อย่างแน่นอน (สมาคมอนุรักษ์นกและธรรมชาติแห่งประเทศไทย, 2557) ด้วยสาเหตุดังกล่าวจึงทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงประเด็นที่ต้องทำการศึกษา ความหลากหลาย ความชุกชุม และความคล้ายคลึงของนก ในถิ่น

ที่อยู่อาศัยของนก บริเวณชายฝั่งทะเล เพื่อการอนุรักษ์และการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม จากการศึกษาในครั้งนี้มีโอกาสที่พบชนิดนกที่อยู่ในสถานภาพการคุกคามของนก ตามหลักเกณฑ์ IUCN กำหนด ดังนั้นชุมชนควรอนุรักษ์พื้นที่ถิ่นที่อยู่อาศัยของนก เพื่อให้กลุ่มนกชายเลนและกลุ่มนกทะเลที่เข้าหากินอาหารในพื้นที่หาดเลนในช่วงน้ำทะเลลง และพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ พื้นที่นาเกลือในช่วงน้ำทะเลขึ้น โดยเฉพาะพื้นที่นาเกลือ ตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม สามารถพัฒนาให้เป็นแหล่งดูนกของโปรแกรมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศและแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น เนื่องจากนกเป็นตัวชี้วัดความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศและการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความหลากหลาย ความชุกชุมและความคล้ายคลึงของนก บริเวณพื้นที่ศึกษา
2. เพื่อจัดทำปฏิทินฤดูกาลกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ บริเวณพื้นที่ศึกษา

ระเบียบวิธีวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่หาดเลน พื้นที่นาเกลือ และพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ บริเวณชายฝั่งทะเล ตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

1. สำรวจสภาพแวดล้อมของบริเวณชายฝั่งทะเล ประกอบด้วย พื้นที่หาดเลน พื้นที่นาเกลือ และพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม

2. สำรวจชนิดของนก โดยใช้กล้องส่องทางไกลแบบ 2 ตา (Binoculars), กล้องโทรทรรศน์ (Telescope), กล้องถ่ายรูป และจำแนกนกที่พบตามหนังสือ A Guide to the Birds of Thailand โดย Boonsong Lekagul และ Philip D. Round (1991) หนังสือ A Field Guide to the Birds of Thailand and South-East Asia โดย Craig Robson (2008) และบัญชีรายชื่อ (Checklist) ของสมาคมอนุรักษ์นกและธรรมชาติแห่งประเทศไทย (2561) โดยทำการสำรวจตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2561 – เดือนกรกฎาคม 2562 เดือนละ 1 วัน ในช่วงเวลา 07.00 – 18.00 น. โดยพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ ที่จะทำให้พบนกมากที่สุดในแต่ละพื้นที่ เช่น พื้นที่หาดเลน ควรเป็นช่วงเวลาน้ำลง ส่วนพื้นที่นาเกลือ และพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ควรเป็นช่วงที่ระดับน้ำขึ้น (สมิทธิสุติบุตร, 2552) เนื่องจากนกชายเลนขนาดเล็กได้เข้ามาหากินและพักผ่อนในระหว่างที่น้ำทะเลขึ้น

3. เก็บข้อมูลจำนวนประชากรนกแต่ละชนิด และลักษณะกิจกรรมการใช้ประโยชน์พื้นที่ถิ่นที่อยู่อาศัยของนก

4. วิเคราะห์ค่าดัชนีความหลากหลายของนก ตามสมการของ Shannon – Wiener Index, H' (Shannon, 1949)

5. วิเคราะห์ปริมาณความชุกชุมของชนิดนก โดยวิธีของ Pettingill (1969) และความคล้ายคลึงกันของนกตามวิธีของ Odum E.P. (1983)

6. ศึกษาปัจจัยของฤดูกาลที่มีผลต่อความหลากหลายของนก ในการจัดทำปฏิทินฤดูกาลกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ

7. การรวบรวมผลการศึกษา

8. สรุปผลและรายงานผล

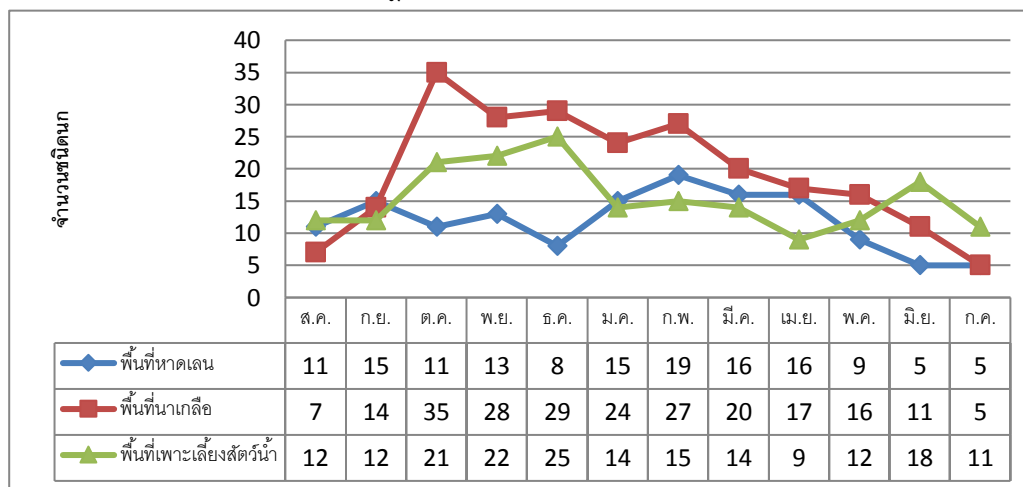
ผลการวิจัย

จากการวิจัยครั้งนี้ พบว่า

1. ความหลากหลายของนก

ในพื้นที่หาดเลน พื้นที่นาเกลือ และพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ.2561 – กรกฎาคม พ.ศ.2562 พบนก 10 อันดับ 26 วงศ์ 69 ชนิด ซึ่งอันดับ (Order) ที่มีความหลากหลายของนกมากที่สุด คือ อันดับนกชายเลนและนกทะเล (*Charadriiformes*) มีชนิดนก จำนวน 29 ชนิด โดยบริเวณพื้นที่นาเกลือ มีชนิดนกมากที่สุด จำนวน 51 ชนิด มีค่าดัชนีความหลากหลายของนก (Shannon Diversity Index, H') เท่ากับ 2.77 โดยพบชนิดนกมากที่สุด

เดือนตุลาคม เนื่องจากเป็นช่วงฤดูกาลอพยพของนก ซึ่งพื้นที่หาดเลน พื้นที่นาเกลือ และพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จะพบชนิดนกในแต่ ละเดือนตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2561 – เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ชนิดนกบริเวณชายฝั่งทะเลระหว่างพื้นที่หาดเลน พื้นที่นาเกลือ และพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ตำบลบางแก้ว จังหวัดสมุทรสงคราม ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2561– เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2562

สถานภาพของนกในพื้นที่หาดเลน พื้นที่นาเกลือ และพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มีนกประจำถิ่น 28 ชนิด นกประจำถิ่นและนก อพยพ 8 ชนิด และนกอพยพ 33 ชนิด ได้แก่ นกนางนวลแกลบเคราขาว นกนางนวลธรรมดา นกทะเลขาแดงธรรมดา นกปากแอมหางดำ นกอีโก้ยเล็ก นกชายเลนบึง นกสตันท์นิ้วยาว นกหัวโตทรายเล็ก นกหัวโตหลังจุดสีทอง นกกะเต็นหัวดำ นกอีโก้ยใหญ่ เป็นต้น

กลุ่มนกอพยพประกอบด้วย กลุ่มนกบก (Terrestrial Bird) มีจำนวน 4 ชนิด คือ นกกะเต็นหัวดำ นกกะเต็นน้อยธรรมดา นกอี เสือสีน้ำตาล และนกจับแมลงสีคล้ำ กลุ่มนกทะเล (Sea Bird) มีจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ นกนางนวลแกลบเคราขาว นกนางนวลธรรมดา นก นางนวลแกลบแคสเปียน เป็นต้น กลุ่มนกชายเลน (Shore Bird) มีจำนวน 22 ชนิด ได้แก่ นกปากแอมหางดำ นกทะเลขาแดง นกอีโก้ย ใหญ่ นกอีโก้ยเล็ก นกชายเลนบึง นกหัวโตหลังจุดสีทอง นกหัวโตทรายเล็ก เป็นต้น กลุ่มนกล่าเหยื่อ (Raptor) มีจำนวน 2 ชนิด คือ เหยี่ยว หูดำ และเหยี่ยวออสเปร

ด้านสถานภาพการถูกคุกคาม ที่อยู่ในสถานภาพใกล้ถูกคุกคาม หรือ NT (Near-threatened) มีจำนวน 6 ชนิด คือ นก กาบบัว นกปากแอมหางดำ นกอีโก้ยใหญ่ นกชายเลนปากโค้ง นกน็อตเล็ก และนกสตันท์คอแดง ด้านสถานภาพการถูกคุกคาม ที่ อยู่ในสถานภาพใกล้สูญพันธุ์ หรือ EN (Endangered) มีจำนวน 1 ชนิด คือ นกน็อตใหญ่ แสดงในภาพที่ 2 – 4



ภาพที่ 2 นกกาบบัว



ภาพที่ 3 นกชายเลนปากโค้ง



ภาพที่ 4 นกน็อตใหญ่

2. ความชุกชุมของชนิดนก

ความชุกชุมของชนิดนก ระดับ 5 นกที่พบบ่อยมาก (Abundance : A) มีจำนวน 10 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 14.49 ของชนิดนกที่พบทั้งหมด ได้แก่ นกยางกรอกพันธุ์ขาว นกยางโทนน้อย นกกาน้ำเล็ก นกตีนเทียน นกกินเปี้ยว นกหัวโตทรายเล็ก นกนางนวลแกลบเคราขาว เป็นต้น โดยในเดือนตุลาคม พบชนิดนกมากที่สุด จำนวน 48 ชนิด รองลงมาคือเดือน ธันวาคม พบจำนวน 42 ชนิดเนื่องเป็นช่วงเวลากการอพยพของนกชายเลนและนกทะเล ส่วนชนิดนกที่พบทุกเดือน มีจำนวน 6 ชนิด ได้แก่ นกยางโทนน้อย นกยางเปีย นกกาน้ำเล็ก นกตีนเทียน และนกกินเปี้ยว ดังแสดงในตารางที่ 1

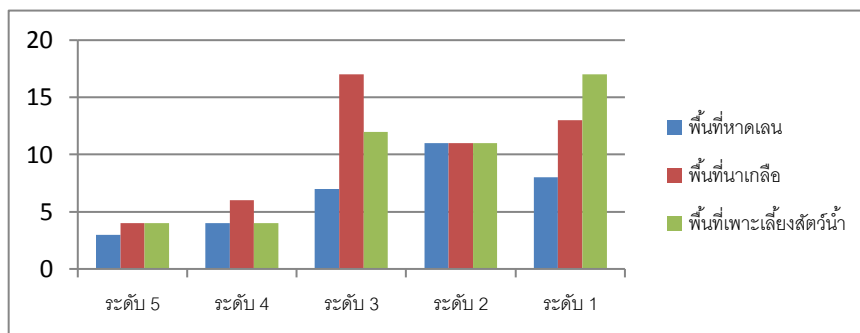
ตารางที่ 1 ชนิดของนกที่พบบริเวณพื้นที่หาดเลน พื้นที่นาเกลือ และพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ตำบลบางแก้ว

จังหวัดสมุทรสงคราม โดยแบ่งตามความชุกชุม ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ.2560 – กรกฎาคม พ.ศ.2562

ระดับความ ชุกชุม	จำนวน ชนิดนก	ร้อยละของ จำนวนชนิดนก	จำนวนชนิดนกที่เข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่ศึกษาในแต่ละเดือน											
			ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.
5	10	14.49	9	10	10	9	10	10	10	10	10	10	10	2
4	11	15.94	5	8	11	11	11	10	11	9	9	7	4	2
3	22	31.89	4	11	17	15	14	14	12	10	9	6	4	3
2	14	20.29	-	4	9	2	2	2	4	4	4	1	2	1
1	12	17.39	-	-	1	1	5	-	1	1	-	-	2	-
รวม	69	100	18	33	48	38	42	36	38	34	32	24	22	8

โดยพื้นที่หาดเลน จะมีความชุกชุมของชนิดนก ระดับ 5 นกที่พบบ่อยมาก จำนวน 3 ชนิด คือ นกยางเปีย นกกาน้ำเล็ก และนกกินเปี้ยว พื้นที่นาเกลือ จะมีความชุกชุมของชนิดนก ระดับ 5 นกที่พบบ่อยมาก จำนวน 4 ชนิด คือ นกยางโทนน้อย นกกาน้ำเล็ก นกยางเปีย และนกตีนเทียน และพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จะมีความชุกชุมของชนิดนก ระดับ 5 นกที่พบบ่อยมาก จำนวน 4 ชนิด คือ นกยางกรอกพันธุ์ขาว นกยางเปีย นกตีนเทียน และนกนางนวลแกลบเคราขาว ดังแสดงในภาพที่ 5

จำนวนชนิดนก



ภาพที่ 5 ความชุกชุมของชนิดนกบริเวณชายฝั่งทะเลระหว่างพื้นที่หาดเลน พื้นที่นาเกลือ และพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ตำบลบางแก้ว จังหวัดสมุทรสงคราม ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2561– เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2562

3. ความคล้ายคลึงของชนิดนก

พื้นที่นาเกลือและพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มีค่าดัชนีความคล้ายคลึงของนก เท่ากับ 0.667 เนื่องจากเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยที่มีสภาพแวดล้อมที่ค่อนข้างใกล้เคียง ซึ่งมีแหล่งหาอาหารของนกชายเลน นกน้ำ และนกทะเล รองลงมาคือพื้นที่หาดเลนและพื้นที่นาเกลือ มีค่าดัชนีความคล้ายคลึงของนก เท่ากับ 0.643 และพื้นที่หาดเลนและพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มีค่าดัชนีความคล้ายคลึงของนก เท่ากับ 0.548

4. การจัดทำปฏิทินฤดูกาลกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ

ที่	กิจกรรม	เดือน
1	กิจกรรมดูนกประจำถิ่น	ตลอดทั้งปี
2	กิจกรรมดูนกอพยพ	สิงหาคม-พฤษภาคม
3	กิจกรรมปลูกป่าชายเลน	กุมภาพันธ์-ตุลาคม
4	วิถีชีวิตการทำนาเกลือ	พฤศจิกายน-พฤษภาคม
5	วิถีชีวิตการเก็บหอยหลอด หอยปากเป็ด	มีนาคม-สิงหาคม

สรุปผลการวิจัย

ในถิ่นที่อยู่อาศัย บริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเล ตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม คือพื้นที่หาดเลน พื้นที่นาเกลือ และพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ พบชนิดของนก 10 อันดับ 26 วงศ์ 69 ชนิด ซึ่งอันดับ (Order) ที่มีความหลากหลายชนิดของนกมากที่สุด คือ CHARADRIIFORMES มีชนิดนก จำนวน 29 ชนิด โดยบริเวณพื้นที่นาเกลือ มีชนิดนกมากที่สุด จำนวน 51 ชนิด มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิดของนก (Shannon Diversity Index, H') เท่ากับ 2.77 โดยพื้นที่นาเกลือเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมทั้งในด้านแหล่งอาหารและจุดแวะพัก การพักผ่อน ของนกชายเลนและนกทะเล ส่วนปริมาณความชุกชุม ในระดับ 5 นกที่พบบ่อยมาก มีจำนวน 10 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 14.49 ของชนิดนกที่พบทั้งหมด พื้นที่นาเกลือและพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มีค่าดัชนีความคล้ายคลึงของนก เท่ากับ 0.667 ส่วนสถานภาพของนก มีนกประจำถิ่น 28 ชนิด นกประจำถิ่นและนกอพยพ 8 ชนิด และนกอพยพ 33 ชนิด ด้านสถานภาพการถูกคุกคาม ที่อยู่ในสภาพใกล้ถูกคุกคาม หรือ NT (Near-threatened) มีจำนวน 6 ชนิด คือ นกกبابัว นกปากแอม๋น หางดำ นกอีโก้ยใหญ่ นกชายเลนปากโค้ง นกน็อตเล็ก และนกสตันท์คอแดง สภาพใกล้สูญพันธุ์ หรือ EN (Endangered) มีจำนวน 1 ชนิด คือ นกน็อตใหญ่ โดยกิจกรรมดูนกอพยพ จะอยู่ในช่วงฤดูกาลอพยพในราวเดือนสิงหาคม – เดือนพฤษภาคมของทุกปี

อภิปรายผล

กิจกรรมดูนกประจำถิ่นสามารถดูนกได้ทั้งปี ส่วนกิจกรรมดูนกอพยพบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเล โดยเฉพาะกลุ่มชายเลนและกลุ่มนกทะเล จะอยู่ในช่วงฤดูกาลอพยพในราวเดือนสิงหาคม – เดือนพฤษภาคมของทุกปี โดยนกชายเลนที่พบพื้นที่หาดเลน พื้นที่นาเกลือ และพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ได้แก่ นกปากแอมทางดำ นกหัวโตหลังจุดสีทอง นกอีโก้ยเล็ก นกทะเลขาแดงธรรมดา เป็นต้น ส่วนที่พบตามขอบบ่อพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ได้แก่ นกเด้าดิน นกหัวโตทรายเล็ก เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับ รุ่งโรจน์ จุกมงคล (2559) ที่ได้กล่าวเกี่ยวกับ กลุ่มนกชายเลน ที่พบในประเทศไทย จะบินเลียบชายฝั่ง มาตามเส้นทางบินเอเชียตะวันออก-ออสเตรเลีย ซึ่งอ่าวไทยตอนในจัดเป็นแหล่งอาศัยหากินที่สำคัญของนกชายเลน ที่เป็นพื้นที่ที่อุดมไปด้วยสัตว์หน้าดินจำนวนมาก กลายเป็นอาหารให้นกชายเลนจับกินตลอดฤดูหนาว ดังนั้นยามที่น้ำทะเลลดต่ำลง เผยให้เห็นหาดเลนทอดตัวยาวไกล จนกลายเป็นอาณาบริเวณกว้างใหญ่ ที่เต็มไปด้วยอาหารสำหรับนกชายเลน ซึ่งนกแต่ละชนิดจะชอบพื้นที่ไม่เหมือนกัน อันเป็นกระบวนการคัดสรรตามธรรมชาติ เพื่อให้แต่ละชนิด มีอาหารกินอย่างพอเพียง และไม่แก่งแย่งกัน แม้เมื่อน้ำทะเลขึ้นท่วมหาดเลนจนมิด กลุ่มนกชายเลนก็ยังมีความเลือกในการดำรงชีพ โดยพากันบินขึ้นมากินตามพื้นที่นาเกลือ และพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ที่อยู่บริเวณชายฝั่งทะเล โดยนกที่มีความชุกชุม ระดับ 5 นกที่พบบ่อยมาก (Abundance : A) ได้แก่ นกยางกรอกพันธุ์ขาว นกยางโทนน้อย นกยางเปีย นกกาน้ำเล็ก นกตีนเทียน นกกินเปี้ยว นกหัวโตทรายเล็ก ซึ่งสอดคล้องกับ นกตล แหม่ข้อย และคณะ (2558) บริเวณพื้นที่ตำบลบางแก้ว อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี พบนกมีสถานภาพชุกชุมมาก ได้แก่ นกกาน้ำเล็ก นกยางโทนน้อย นกยางเปีย นกยางกรอกพันธุ์ขาว นกยางเขียว นกตีนเทียน นกอีโก้ยเล็ก นกปากแอมทางดำ เป็นต้น ดังนั้นกิจกรรมดูนกและวิถีชีวิตของชุมชนท้องถิ่นเป็นการส่งเสริมความรู้และเกิดความตระหนักในการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ และเพิ่มรายได้ให้แก่ชุมชนท้องถิ่น ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวจัดเป็นส่วนหนึ่งของการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ซึ่ง ชูสิทธิ์ ชูชาติ (2544) ได้กล่าวเกี่ยวกับกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ คือ กิจกรรมที่เหมาะสมสำหรับการท่องเที่ยวเชิงนิเวศควรเป็นกิจกรรมที่มีลักษณะ คือ มีโอกาสได้ใกล้ชิดและได้ประสบการณ์ตรงจากธรรมชาติและวิถีชีวิตท้องถิ่น ได้เข้าใจ เรียนรู้ และเกิดความตระหนักในคุณค่าของทรัพยากรท่องเที่ยว สร้างงานและรายได้แก่คนท้องถิ่น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป คือ การศึกษาความหลากหลายชนิดของนกและความชุกชุมของนก ในพื้นที่นาเกลือ นาุ้ง และนาข้าว เพื่อการอนุรักษ์และการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ จังหวัดสมุทรสงคราม อีกทั้งนำข้อมูลไปจัดทำเป็นหลักสูตรท้องถิ่นในหลักสูตรสถานศึกษาเพื่อจัดกิจกรรมให้ความรู้ความเข้าใจ ปลูกจิตสำนึก ความตระหนักและส่งเสริมการมีส่วนร่วมในเรื่องการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา งบรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2562

เอกสารอ้างอิง

- กรมป่าไม้. (2554). นกเกลือในอ่าวไทยตอนใน. สืบค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2561 จาก : <http://biodiversity.forest.go.th/>
- ชูสิทธิ์ ชูชาติ และคณะ .(2544). รูปแบบการท่องเที่ยวเชิงนิเวศในเขตลุ่มแม่น้ำาวาง. เชียงใหม่ : ม.ป.พ.
- นกตล แหม่ข้อย,ประทีป มีวัฒนา และไกรวุธ สุขสว่าง. (2558). ความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์มีกระดูกสันหลังตำบลบางแก้ว จังหวัดสมุทรสงคราม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- บุญปรอด เจริญฤทธิ์. (2560).บุญปรอด เจริญฤทธิ์. (2560). ปัญหาพื้นที่นาเกลือ. สืบค้นเมื่อ 28 กันยายน 2561จาก <https://www.matichon.co.th/news/131106>
- ภามณิรัตน์ ไชยปิ่น และ วิมาลา วิเชียรเลิศ.(2560).การศึกษาความหลากหลายชนิดและความชุกชุมของนก บริเวณพื้นที่นาเกลือและพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ตำบลบางแก้ว อำเภอบางละมุง จังหวัดสมุทรสงคราม.กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

- รุ่งโรจน์ จุกมงคล.(2559). นกชายเลนในอ่าวไทยตอนใน วัฏจักรและชะตาชีวิตบนหาดเลน. สืบค้นเมื่อวันที่ 25 มกราคม 2559, จาก sarakadee.com/feature/2001/02/bird.htm
- สมาคมอนุรักษ์นกและธรรมชาติแห่งประเทศไทย. (2557). ถิ่นอาศัยของนกในประเทศไทย. ค้นเมื่อ ตุลาคม 25, 2557, จาก http://www.bcst.or.th/?page_id=39
- สมิทธิ สุติบุตร. (2552). คู่มือการจำแนกชนิดนกชายเลนและนกทะเล. กรุงเทพฯ : สมาคมอนุรักษ์นกและธรรมชาติแห่งประเทศไทย.
- Lekagul, B. และ P.D.Round (1991). **A Guide to the Birds of Thailand**. Bangkok : Damsutha Press.
- Ludwig,J.A. and J.F. Reynolds. (1988). **Statistical Ecology**. John Wiley & Sons, New York.
- Pettingill, O.S. (1969). **A Laboratory and Field Manual of Ornithology**. Minnesota : Burgess Publication Company.
- Robson, Craig. (2008). **A Field Guide the Birds of Thailand and South-East Asia**. Bangkok; Asia Book Co., Ltd.
- Shannon, C.E.(1949). **Mathematical theory of communication**. Bell System technical Journal, 27, 379-423.

การประเมินศักยภาพการเก็บกักคาร์บอนของดินตาลในจังหวัดเพชรบุรี

ปัทมาพร ยอดสันติ^{1,a}, นพพล มิ่งเมือง², เบนญมาศ เปียนตร¹, ภัททิรา กตะศรีลา¹, สิริพร มาเมือง¹,

¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

²สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

email: ^aypattamapom@gmail.com

บทคัดย่อ

ดินตาลเป็นต้นไม้สัญลักษณ์ของจังหวัดเพชรบุรีซึ่งนำมาใช้ประโยชน์ในหลายรูปแบบ ผู้วิจัยสนใจบทบาททางสิ่งแวดล้อมของดินตาล จึงศึกษาศักยภาพการดูดซับคาร์บอนของดินตาลในจังหวัดเพชรบุรี วัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ เพื่อศึกษาศักยภาพในการเก็บกักคาร์บอนของดินตาลในสวนตาลและพื้นที่ธรรมชาติ และศึกษาความแตกต่างของศักยภาพในการเก็บกักคาร์บอนของดินตาลในสวนตาลและพื้นที่ธรรมชาติ โดยเก็บข้อมูลความสูงและความยาวเส้นรอบวงของต้นตาลในแหล่งเรียนรู้ภูมิปัญญาตาลโดนดจำนวน 403 ต้นและต้นตาลในพื้นที่ธรรมชาติ 500 ต้น และนำมาคำนวณปริมาณคาร์บอนที่ถูกเก็บกักในรูปของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินที่จากสมการแอลโลเมตรี ผลการวิจัย พบว่า ปริมาณคาร์บอนที่เก็บกักในต้นตาลของแหล่งเรียนรู้ภูมิปัญญาตาลโดนดมีค่าอยู่ระหว่าง 16.90-73.07 กิโลกรัมคาร์บอน และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 58.08 กิโลกรัมคาร์บอน และปริมาณคาร์บอนที่เก็บกักในต้นตาลที่เจริญเติบโตในพื้นที่ธรรมชาติมีค่าอยู่ระหว่าง 63.45-114.47 กิโลกรัมคาร์บอน และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 76.19 กิโลกรัมคาร์บอน เมื่อนำปริมาณคาร์บอนเฉลี่ยที่ถูกเก็บกักไว้ในต้นตาลจากทั้งสองแหล่งมาเปรียบเทียบกัน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยนี้คือ ควรมีการรวบรวมข้อมูลดินตาลในจังหวัดเพชรบุรีให้เป็นปัจจุบันเพื่อการประเมินปริมาณคาร์บอนที่ถูกเก็บกักที่ถูกต้องและครบถ้วนและประโยชน์ในการอนุรักษ์ รวมถึงไม้ยืนต้นชนิดอื่นๆ ที่มีความสำคัญต่อประวัติศาสตร์ของจังหวัดเพชรบุรี ได้แก่ ต้นมะฮอกกานีและต้นยางนา

คำสำคัญ: ดินตาล การเก็บกักคาร์บอน มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

Assessing the Carbon Sequestration Potential of Sugar Palm in Phetchaburi Province

Pattamaporn Yodsanti^{1,a}, Noppon Mingmuang², Benchamat Pianet¹, Pattira Katsarila¹,
Siriporn Mamuang¹,

¹Faculty of Science and Technology, Phetchaburi Rajabhat University, Phetchaburi, Thailand

² Faculty of Engineering and Industrial Technology, Phetchaburi Rajabhat University, Phetchaburi, Thailand

E-mail; ^aypattamaporn@gmail.com,

Abstract

The sugar palm tree is a symbol of Phetchaburi province, which is used in many forms. The researcher was interested in the environmental role of sugar palm, therefore, to study the carbon sequestration potential of sugar palm in Phetchaburi province. This research aimed to assess the carbon sequestration contents of sugar palms in the Palmyra palm Wisdom Learning Center and the natural areas and to compare the difference of carbon sequestration contents in both sources. The research methodology was collecting the height and circumference of 403 sugar palm trees in the Palmyra palm Wisdom Learning Center and 500 sugar palm trees in the natural areas. The carbon sequestration contents were analyzed from the above-ground biomass values calculated by the Allometric equation. The research revealed that the range of carbon sequestration contents in the Palmyra palm Wisdom Learning Center was 16.90-73.07 kilogram Carbon and the mean value was 58.08 kilogram Carbon. While the range of carbon sequestration contents in the natural areas was 63.45-114.47 kilogram Carbon and the average value was 76.19 kilogram Carbon. When the average amount of carbon sequestered in the palm of both sources was compared. The result showed that the mean of carbon sequestered in the palm of both sources was significantly different at $p < 0.05$. Recommendations from this research were the sugar palm information in Phetchaburi province should be kept up-to-date for accurate and complete estimation of the carbon sequestration and conservation benefits. Including other perennials that are important to Phetchaburi history such as broadleaf mahogany (*Swietenia macrophylla* King) and resin tree (*Dipterocarpus alatus* Roxb.).

Keywords: Palmyra palm; Carbon sequestration; Above-ground biomass

บทนำ

กิจกรรมของมนุษย์เป็นสาเหตุหลักของการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศ ซึ่งส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิเฉลี่ยของโลกที่เพิ่มขึ้น รวมถึงสภาพอากาศที่รุนแรง ในปี พ.ศ. 2560 แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศมากถึง 37 กิกะตัน ประกอบด้วยการปล่อยจากอุตสาหกรรมพลังงาน 31 จิกะตันคาร์บอนไดออกไซด์ การขนส่งระหว่างประเทศ 1 จิกะตัน และกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ 5 จิกะตัน (Olivier, Schure & Peter, 2017) ประเทศไทยมีการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากกิจกรรมต่างๆสู่บรรยากาศเท่ากับ 260.30 ล้านตัน ซึ่งประกอบด้วยการผลิตกระแสไฟฟ้า อุตสาหกรรม การขนส่ง และอื่นๆ เท่ากับ 94 82 68 และ 17 ล้านตัน ตามลำดับ (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2561)

ในแต่ละปีป่าไม้ทั่วโลกนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงมากถึง 120 จิกะตันคาร์บอนและจะถูกเปลี่ยนไปเป็นคาร์บอนที่ถูกเก็บกักไว้ในเนื้อไม้ถึง 550 จิกะตันคาร์บอน (Riebeek, 2011) จึงจะเห็นได้ว่าต้นไม้มีส่วนสำคัญในการลดปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศได้

ต้นตาลเป็นต้นไม้สัญลักษณ์ของจังหวัดเพชรบุรี ส่วนต่างๆของต้นตาลถูกนำไปใช้ประโยชน์หลากหลายรูปแบบ เช่น อาหารคาวและหวาน งานหัตถกรรม ศิลปวัฒนธรรม เป็นต้น จำนวนต้นตาลในจังหวัดเพชรบุรีมีทั้งหมด 300,355 ต้น ในจำนวนนี้พบในอำเภอบ้านลาดจำนวน 73,858 ต้น คิดเป็นร้อยละ 24.59 ของจำนวนต้นตาลทั้งหมด (สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบุรี, 2550) ต้นตาลส่วนใหญ่เป็นต้นตาลที่เจริญเติบโตตามธรรมชาติจึงไม่มีการดูแล ประกอบกับลักษณะการดำรงชีวิตและการเกษตรกรรมโดยเฉพาะการปลูกข้าวที่เปลี่ยนไปจากอดีตจึงส่งผลกับต้นตาลบางส่วนเสื่อมโทรมและตายลง

ด้วยความสามารถของไม้ยืนต้นในการเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นคาร์บอนในรูปของมวลชีวภาพ ประกอบกับความสนใจของผู้วิจัยในบทบาทด้านสิ่งแวดล้อมของต้นตาล ผู้วิจัยจึงศึกษาศักยภาพในการเก็บกักคาร์บอนของต้นตาลในจังหวัดเพชรบุรี ทั้งต้นตาลที่ปลูกในสวนตาล และต้นตาลที่เจริญเติบโตตามธรรมชาติ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการอนุรักษ์และสร้างความตระหนักต่อคุณค่าของต้นตาลในด้านสิ่งแวดล้อมต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาศักยภาพในการเก็บกักคาร์บอนของต้นตาลในสวนตาลและพื้นที่ธรรมชาติ
2. เพื่อศึกษาความแตกต่างของศักยภาพในการเก็บกักคาร์บอนของต้นตาลในสวนตาลและพื้นที่ธรรมชาติ

ระเบียบวิธีวิจัย

การประเมินศักยภาพการเก็บกักคาร์บอนของต้นตาลในจังหวัดเพชรบุรี ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

1. การรวบรวมข้อมูลวิจัย ข้อมูลของการวิจัยนี้เป็นข้อมูลปฐมภูมิที่ได้จากการเก็บข้อมูลความสูงและเส้นรอบวงของต้นตาลในแหล่งเรียนรู้ภูมิปัญญาตาลโตนดจำนวน 403 ต้นและพื้นที่ธรรมชาติจำนวน 500 ต้น ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 พื้นที่ศึกษา ได้แก่ แหล่งเรียนรู้ภูมิปัญญาตาลโตนด (สวนตาลลุงถนอม) ในตำบลถ้ำรงค์ อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี ขนาดพื้นที่ 10 ไร่ และพื้นที่ธรรมชาติที่ติดกับตำบลถ้ำรงค์ ได้แก่ ตำบลท่าช้าง ตำบลท่าเสน ตำบลไร่มะขาม ตำบลตำรุ และตำบลไร่สะท้อน อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี ขนาดพื้นที่ 37 ไร่ (คิดเฉพาะพื้นที่ที่เก็บข้อมูลต้นตาล)

1.2 การเลือกต้นตาลเพื่อเก็บข้อมูล แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1.2.1 ต้นตาลในแหล่งเรียนรู้ภูมิปัญญาตาลโตนดประกอบด้วยต้นตาลพันธุ์ไข่ พันธุ์หม้อ และพันธุ์ผสมจำนวน 403 ต้น ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลทุกต้น

1.2.2 ต้นตาลในพื้นที่ธรรมชาติ ทำการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ด้วยการเลือกเฉพาะต้นตาลที่มีความสูงจากพื้นดิน 2 เมตรขึ้นไป และมีเส้นรอบวงของลำต้นที่ระดับอก (1.30 เมตร) ไม่น้อยกว่า 14.1 เซนติเมตร จำนวนต้นตาลที่เก็บข้อมูลมีจำนวนทั้งสิ้น 500 ต้นแบ่งเป็นพื้นที่ธรรมชาติในตำบลละ 100 ต้น

1.3 การคำนวณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและการเก็บกักคาร์บอนของต้นตาลมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.3.1 การคำนวณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นตาล เริ่มต้นด้วยการวัดความสูงของต้นตาลด้วยเครื่องโคลโนมิเตอร์ และนำความสูงของต้นตาลมาแทนค่าในสูตร (1)

$$W = 6.666 + 12.826(H^{0.25})(\ln H) \quad (1)$$

เมื่อ W = มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (กิโลกรัม)
 H = ความสูงของต้นตาล (เมตร)

1.3.2 การเก็บกักคาร์บอนของต้นตาล โดยต้นตาลและพืชอื่นๆ ในกลุ่มปาล์มมีปริมาณคาร์บอนอยู่ในมวลชีวภาพเท่ากับร้อยละ 41.30 ของมวลชีวภาพทั้งหมด (คณะวนศาสตร์, 2554) ดังนั้นจึงหาการเก็บกักคาร์บอนของต้นตาลจากสูตร (2)

$$CS = W \times 0.413 \quad (2)$$

เมื่อ CS = การเก็บกักคาร์บอน (กิโลกรัมคาร์บอน)
 W = มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (กิโลกรัม)

2. การวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ซึ่งประกอบด้วย

2.1 การเก็บกักคาร์บอนของต้นตาลในสวนตาลและพื้นที่ธรรมชาติ นำข้อมูลความสูง ความยาวของเส้นรอบวงต้นตาล มวลชีวภาพ และปริมาณการเก็บกักคาร์บอนมาวิเคราะห์ทางสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และพิสัย

2.2 การเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณการเก็บกักคาร์บอนของต้นตาลในสวนตาลและพื้นที่ธรรมชาติ สถิติที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่ t-test

ผลการวิจัย

การประเมินศักยภาพการเก็บกักคาร์บอนของต้นตาลในจังหวัดเพชรบุรี โดยการรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิจากต้นตาลในสวนตาลและพื้นที่ธรรมชาติในอำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี ได้ผลการศึกษาดังนี้

1. การเก็บกักคาร์บอนของต้นตาลในสวนตาลและพื้นที่ธรรมชาติ

จากการวัดความสูงและความยาวเส้นรอบวงของต้นตาลในสวนตาลและพื้นที่ธรรมชาติ พบว่า ต้นตาลในสวนตาลมีความสูงอยู่ระหว่าง 3.88-19.93 เมตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.97 เมตร ส่วนต้นตาลในพื้นที่ธรรมชาติมีความสูงอยู่ระหว่าง 16.62-35.12 เมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.88 เมตร ความยาวเส้นรอบวงของต้นตาลในสวนตาลมีค่าอยู่ระหว่าง 1.22-2.86 เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.21 เมตร และความยาวเส้นรอบวงของต้นตาลในพื้นที่ธรรมชาติมีค่าอยู่ในช่วง 1.03-2.66 เมตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.55 เมตร เมื่อนำข้อมูลข้างต้นมาคำนวณหามวลชีวภาพเหนือพื้นดินได้ผลดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นตาลในพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา	ขนาดพื้นที่ (ไร่)	มวลชีวภาพรวม (kg.)	มวลชีวภาพเฉลี่ย (kg.)	มวลชีวภาพต่อพื้นที่ (kg./ไร่)
สวนตาล	10	56,677.33	140.64	5,667.73
พื้นที่ธรรมชาติ	37	92,236.35	184.47	2,492.87

จากตารางที่ 1 มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นตาลในสวนตาลและพื้นที่ธรรมชาติมีค่าอยู่ในช่วง 40.92-176.92 และ 153.63-277.17 กิโลกรัม เมื่อนำคำนวณปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินรวมของต้นตาลในสวนตาลมีค่าเท่ากับ 56,677.33 กิโลกรัม และมวลชีวภาพเหนือพื้นดินรวมของต้นตาลในพื้นที่ธรรมชาติเท่ากับ 92,236.35 กิโลกรัม หรือเท่ากับ 140.64 และ 184.47 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ และเมื่อพิจารณามวลชีวภาพเหนือพื้นดินต่อพื้นที่ พบว่าต้นตาลในสวนตาลมีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินต่อพื้นที่เท่ากับ 5,667.73 กิโลกรัมต่อไร่ และต้นตาลในพื้นที่ธรรมชาติมีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินต่อพื้นที่เท่ากับ 2,492.87 กิโลกรัมต่อไร่

เมื่อนำมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นตาลในพื้นที่ศึกษามาคำนวณหาปริมาณคาร์บอนที่ถูกเก็บกัก พบว่า ปริมาณคาร์บอนที่ถูกเก็บกักโดยต้นตาลในสวนตาลและต้นตาลเจริญเติบโตในพื้นที่ธรรมชาติมีค่าอยู่ในช่วง 16.90-73.07 และ 63.45-114.47 กิโลกรัมคาร์บอน ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยของคาร์บอนที่ถูกเก็บกักโดยต้นตาลในสวนตาลและพื้นที่ธรรมชาติเท่ากับ 58.08 และ 76.19 กิโลกรัมคาร์บอนต่อต้น หรือเท่ากับปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศที่ถูกนำมาใช้ในการสังเคราะห์แสงเฉลี่ย 212.96 และ 279.36 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเก็บกักคาร์บอนของดินตาลในพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา	พื้นที่หน้าตัด* (ตารางเมตร)	คาร์บอนที่ถูก เก็บกักรวม (kg. C)	คาร์บอนที่ถูก เก็บกักเฉลี่ย (kg. C)	คาร์บอนที่ถูกเก็บ กัก ต่อพื้นที่หน้าตัด (kg. C/m ²)	คาร์บอนที่ถูกเก็บกัก ต่อพื้นที่ (kg. C/ไร่)
สวนตาล	0.39	23,407.60	58.08	148.92	2,340.76
พื้นที่ธรรมชาติ	0.20	38,093.61	76.19	380.95	1,029.56

หมายเหตุ * พื้นที่หน้าตัดของดินตาลในพื้นที่ศึกษา

จากตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาการเก็บกักคาร์บอนต่อพื้นที่หน้าตัดของดินตาล พบว่า ดินตาลในสวนตาลสามารถเก็บกักปริมาณคาร์บอนได้เท่ากับ 148.92 กิโลกรัมคาร์บอนต่อตารางเมตร ส่วนดินตาลในพื้นที่ธรรมชาติเก็บกักปริมาณคาร์บอนได้ 380.95 กิโลกรัมคาร์บอนต่อตารางเมตร และเมื่อพิจารณาการเก็บกักคาร์บอนต่อพื้นที่ พบว่า ดินตาลในสวนตาลมีความสามารถในการเก็บกักคาร์บอนเท่ากับ 2,340.76 กิโลกรัมคาร์บอนต่อไร่ และดินตาลในพื้นที่ธรรมชาติสามารถเก็บกักคาร์บอนได้เท่ากับ 1,029.56 กิโลกรัมคาร์บอนต่อไร่ เมื่อสวนตาลและพื้นที่ธรรมชาติทำการเก็บข้อมูลมีพื้นที่ 10 และ 37 ไร่ ตามลำดับ

2. ความแตกต่างของการเก็บกักคาร์บอนของดินตาลในสวนตาลและพื้นที่ธรรมชาติ

เมื่อนำปริมาณการเก็บกักคาร์บอนเฉลี่ยที่แสดงในตารางที่ 2 มาทดสอบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า ปริมาณคาร์บอนที่ถูกเก็บกักโดยดินตาลในสวนตาลและพื้นที่ธรรมชาติมีความแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของการเก็บกักคาร์บอนของดินตาลในพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา	จำนวน (ต้น)	คาร์บอนที่ถูก เก็บกักเฉลี่ย (kg. C)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	t	Sig
สวนตาล	403	58.08	6.85	-38.72	0.00
พื้นที่ธรรมชาติ	500	76.19	7.09		

การวิเคราะห์ความแตกต่างของการเก็บกักคาร์บอนของดินตาลในสวนตาลและพื้นที่ธรรมชาติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยใช้สถิติทดสอบ t-test จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าค่า Sig เท่ากับ 0.00 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 จึงสรุปได้ว่า ปริมาณคาร์บอนเฉลี่ยที่ถูกเก็บกักของดินตาลในสวนตาลมีความแตกต่างกับปริมาณคาร์บอนเฉลี่ยที่ถูกเก็บกักของดินตาลในพื้นที่ธรรมชาติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุปและอภิปรายผล

การประเมินศักยภาพการเก็บกักคาร์บอนของดินตาลในสวนตาลของแหล่งเรียนรู้ภูมิปัญญาตาลโดนดและในพื้นที่ธรรมชาติได้ผลการศึกษา ดังนี้

1. มวลชีวภาพรวมของดินตาลในสวนตาลและพื้นที่ธรรมชาติเท่ากับ 56,677.33 และ 92,236.35 กิโลกรัมและมีมวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 140.64 และ 184.47 กิโลกรัม ตามลำดับ
2. ปริมาณคาร์บอนรวมที่ถูกเก็บกักโดยดินตาลในสวนตาลและพื้นที่ธรรมชาติเท่ากับ 23,407.60 และ 38,093.61 กิโลกรัมคาร์บอน และปริมาณคาร์บอนเฉลี่ยที่ถูกเก็บกักเท่ากับ 58.08 และ 76.19 กิโลกรัมคาร์บอน ตามลำดับ
3. ปริมาณคาร์บอนเฉลี่ยที่ถูกเก็บกักโดยดินตาลในสวนตาลและพื้นที่ธรรมชาติมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งปริมาณคาร์บอนที่ถูกเก็บกักโดยดินตาลในสวนตาลมีค่าน้อยกว่าปริมาณคาร์บอนที่ถูกเก็บกักโดยดินตาลในพื้นที่ธรรมชาติ

จากผลการศึกษาจะเห็นว่าต้นตาลในพื้นที่ธรรมชาติมีมวลชีวภาพสูงกว่าต้นตาลในสวนตาล เนื่องจากต้นตาลในพื้นที่ธรรมชาติมีอายุมากกว่า 40 ปี ในขณะที่ต้นตาลในสวนตาลมีอายุประมาณ 26 ปี ซึ่งต้นตาลที่มีอายุมากจะมีความสูงของลำต้นมากกว่าต้นตาลที่มีอายุน้อย ประกอบกับสูตรที่ใช้ในการคำนวณมวลชีวภาพใช้ความสูงเป็นตัวแปรในการคำนวณเพียงตัวแปรเดียว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของฉัตรวิภา ชื่นจิตร์ (2556) ที่ศึกษาอัตราการเก็บกักคาร์บอนของปาล์มน้ำมันในช่วงอายุต่างๆ พบว่าเมื่อปาล์มน้ำมันมีอายุมากขึ้นจะสามารถเก็บกักคาร์บอนได้มากขึ้น

มวลชีวภาพและปริมาณคาร์บอนที่ถูกเก็บกักในต้นตาลของสวนตาลและพื้นที่ธรรมชาติมีค่าสูงกว่าการศึกษาของ Dey, Islam and Masum (2014) ซึ่งมีมวลชีวภาพเท่ากับ 83.81 กิโลกรัมต่อต้น ปริมาณคาร์บอนที่ถูกเก็บกักเท่ากับ 41.90 กิโลกรัมคาร์บอนต่อต้น และปริมาณคาร์บอนที่ถูกเก็บกักโดยต้นตาลต่อพื้นที่เท่ากับ 483.20 กิโลกรัมคาร์บอนต่อไร่ เนื่องจากต้นตาลมีความสูงเพียง 10.30 เมตรและมีจำนวนประมาณ 11.52 ต้นต่อไร่เท่านั้น ในขณะที่ต้นตาลในสวนตาลและพื้นที่ธรรมชาติมีความสูง 14.97 และ 20.88 เมตร และมีจำนวนต้นตาลในสวนตาลและพื้นที่ธรรมชาติเท่ากับ 40.3 และ 13.51 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ

ปริมาณคาร์บอนที่ถูกเก็บกักในต้นตาลของสวนตาลและพื้นที่ธรรมชาติมีค่าน้อยกว่าปริมาณคาร์บอนที่ถูกเก็บกักในพื้นที่ป่าไม้ประเภทต่างๆ ในอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี (นวลปราง นวลอุไร, 2548) ได้แก่ ป่าดิบชื้น ($26,886.40 \pm 17,260.80$ กิโลกรัมคาร์บอนต่อไร่) ป่าดิบแล้ง ($16,616.00 \pm 9,811.20$ กิโลกรัมคาร์บอนต่อไร่) ป่าเบญจพรรณ ($5,481.60 \pm 3,668.80$ กิโลกรัมคาร์บอนต่อไร่) และป่าเต็งรัง ($4,689.60 \pm 1,467.20$ กิโลกรัมคาร์บอนต่อไร่) ทั้งนี้เนื่องจากการคำนวณหาปริมาณคาร์บอนที่ถูกเก็บกักในไม้ยืนต้นที่ไม่ใช่กลุ่มปาล์มจะนำความยาวเส้นรอบวงของลำต้นที่ระดับอกมาคำนวณด้วย และป่าประเภทต่างๆ มีความหลากหลายชนิดของต้นไม้มากกว่า จึงทำให้ปริมาณคาร์บอนที่คำนวณได้มีค่าสูงกว่าในสวนตาลและพื้นที่ธรรมชาติ

ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศที่ต้นตาลที่เจริญเติบโตในพื้นที่ธรรมชาตินำมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงเท่ากับ 279.36 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ ในขณะที่ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยออกเท่ากับ 1,888,746,600 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ จากอัตราการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 3,900 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคน (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2559) และจำนวนประชากรจังหวัดเพชรบุรีในปี พ.ศ. 2561 จำนวน 484,294 คน จากข้อมูลข้างต้น เพื่อให้ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยออกจากกิจกรรมของประชาชนจังหวัดเพชรบุรีถูกนำมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงได้ทั้งหมดต้องใช้ต้นตาลที่เจริญเติบโตในพื้นที่ธรรมชาติมากถึง 6,760,977.23 ต้นซึ่งมากกว่าจำนวนต้นตาลที่มีอยู่ถึง 22.51 เท่า

ต้นตาลในสวนตาลมีศักยภาพในการนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศมาใช้ในปริมาณเท่ากับ 8,582.79 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ หากต้องการให้ต้นตาลในสวนตาลดึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยออกจำนวน 1,888,746,600 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์มาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงทั้งหมด จำเป็นต้องใช้พื้นที่สวนตาลมากถึง 220,062.08 ไร่ โดยสวนตาลนี้ความหนาแน่นของต้นตาล 40.3 ต้นต่อไร่

จากการวิจัยนี้พบว่า ต้นตาลมีศักยภาพในการเก็บกักคาร์บอนในรูปของมวลชีวภาพ โดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง แต่ไม่สามารถใช้ต้นตาลเพียงชนิดเดียวในการเก็บกักคาร์บอนหรือการดึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากอากาศ เนื่องจากต้องปลูกต้นตาลเพิ่มขึ้นถึง 22.51 เท่าของจำนวนต้นตาลที่มีอยู่ในปัจจุบัน หรือต้องปลูกต้นตาลในลักษณะของสวนตาลที่มีพื้นที่มากถึง 220,062.08 ไร่ แนวทางที่ดีที่สุด ได้แก่ การลดปริมาณการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากกิจกรรมต่างๆ และในขณะเดียวกันต้องมีการอนุรักษ์และบำรุงรักษาให้ต้นตาลที่มีอยู่ในปัจจุบันทั้งที่เจริญเติบโตในสวนตาลและพื้นที่ธรรมชาติให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ เพื่อที่จะสามารถคงบทบาททางสิ่งแวดล้อมที่สำคัญนี้ได้ต่อไป และรวมถึงการปลูกต้นตาลและไม้ยืนต้นชนิดอื่นๆ เพิ่มเติม เพื่อเพิ่มปริมาณคาร์บอนที่ถูกเก็บกักไว้ในมวลชีวภาพและลดปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ



ภาพที่ 1 การวัดความสูงของต้นตาล
ที่มา : ภาพถ่ายโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 20 มิถุนายน พ.ศ. 2561



ภาพที่ 2 สวนตาลของแหล่งเรียนรู้ภูมิปัญญาตาลโดนด
ที่มา : ภาพถ่ายโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 15 มิถุนายน พ.ศ. 2561



ภาพที่ 3 ต้นตาลที่เจริญเติบโตในพื้นที่ธรรมชาติ
ที่มา : ภาพถ่ายโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 18 มิถุนายน พ.ศ. 2561

ข้อเสนอแนะ

1. ควรสำรวจข้อมูลต้นตาลในจังหวัดเพชรบุรี เพื่อให้ได้ข้อมูลจำนวน เพศ ขนาดของลำต้นและความสูงที่ครบถ้วนและเป็นปัจจุบัน
2. ควรเก็บรวบรวมข้อมูลของไม้ยืนต้นชนิดอื่นๆ เพื่อใช้ในการศึกษามวลชีวภาพและการเก็บกักคาร์บอน รวมถึงสภาพแวดล้อมของไม้ยืนต้น เช่น ต้นมะฮอกกานี ต้นยางนา เป็นต้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการอนุรักษ์ไม้ยืนต้น โดยเฉพาะไม้ยืนต้นชนิดที่มีความสำคัญต่อประวัติศาสตร์ของจังหวัดเพชรบุรี

เอกสารอ้างอิง

- กรมการปกครอง. (2561). **จำนวนประชากรแยกอายุ จังหวัดเพชรบุรี**. สืบค้นเมื่อ มีนาคม 5, 2561 จากฐานข้อมูล http://stat.dopa.go.th/stat/statnew/upstat_age_disp.php
- คณะวนศาสตร์. (2554). **การศึกษาลักษณะของพรรณไม้ ปริมาณการเก็บกักก๊าซเรือนกระจกและขนาดพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด ภาคป่าไม้**. รายงานฉบับสมบูรณ์เสนอต่อองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). กรุงเทพมหานคร.
- ฉัตรัญญา ชื่นจิตร. (2556). **การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในระยะเวลาเติบโตต่าง ๆ ของปาล์มน้ำมัน**. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นวลปราง นวลอุไร. (2548). **การเปรียบเทียบค่าดัชนีพื้นที่ใบ มวลชีวภาพและปริมาณคาร์บอนสะสมที่อยู่นิ่งบนพื้นดินของระบบนิเวศป่า จากการสำรวจด้านป่าไม้และการรับรู้จากระยะไกลบริเวณอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน ประเทศไทย**. สาขาวิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2561). **การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากการใช้พลังงานปี 2561**. สืบค้นเมื่อ มีนาคม 2, 2561 จากฐานข้อมูล [http://www.eppo.go.th/index.php/th/energy-information/situation-co2/per-year?orders\[publishUp\]=publishUp&issearch=1](http://www.eppo.go.th/index.php/th/energy-information/situation-co2/per-year?orders[publishUp]=publishUp&issearch=1)
- สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบุรี. (2550). **จำนวนต้นตาล**. สืบค้นเมื่อ กุมภาพันธ์ 17, 2562, จากฐานข้อมูล http://www.phetchaburi.doae.go.th/tan_phet/tan8.htm
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2559). **ข้อมูลตัวชี้วัด “ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคน”**. สืบค้นเมื่อ กุมภาพันธ์ 25, 2562, จากฐานข้อมูล http://www.onep.go.th/env_data/00_1/
- Dey, A., Islam, M., Masum, K.M. (2014). Above ground carbon stock through palm the homegarden of Sylhet city in Bangladesh. **Journal of Forest and Environmental Science**, 30 (3): 293-300.
- Olivier, G. J., Schure, K. M., Peters, J. A. (2017). **Trends in global co2 and total greenhouse gas emissions**. Retrieved March 9, 2019, from https://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2017-trends-in-global-co2-and-total-greenhouse-gas-emissions-2017-report_2674.pdf.
- Riebeek, H. (2010). **The carbon cycle**. Retrieved March 9, 2019, from <http://earthobservatory.nasa.gov>