



Volume 35 Number 1 January - February 2016

ISSN : 1686-9664

Journal of

SCIENCE and TECHNOLOGY

MAHASARAKHAM UNIVERSITY

www.journal.msu.ac.th

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีที่ 35 ฉบับที่ 1 มกราคม - กุมภาพันธ์ 2559

Journal of SCIENCE and TECHNOLOGY MAHASARAKHAM UNIVERSITY Volume 35 Number 1 January - February 2016



ปีที่ 35 ฉบับที่ 1 มกราคม - กุมภาพันธ์ 2559

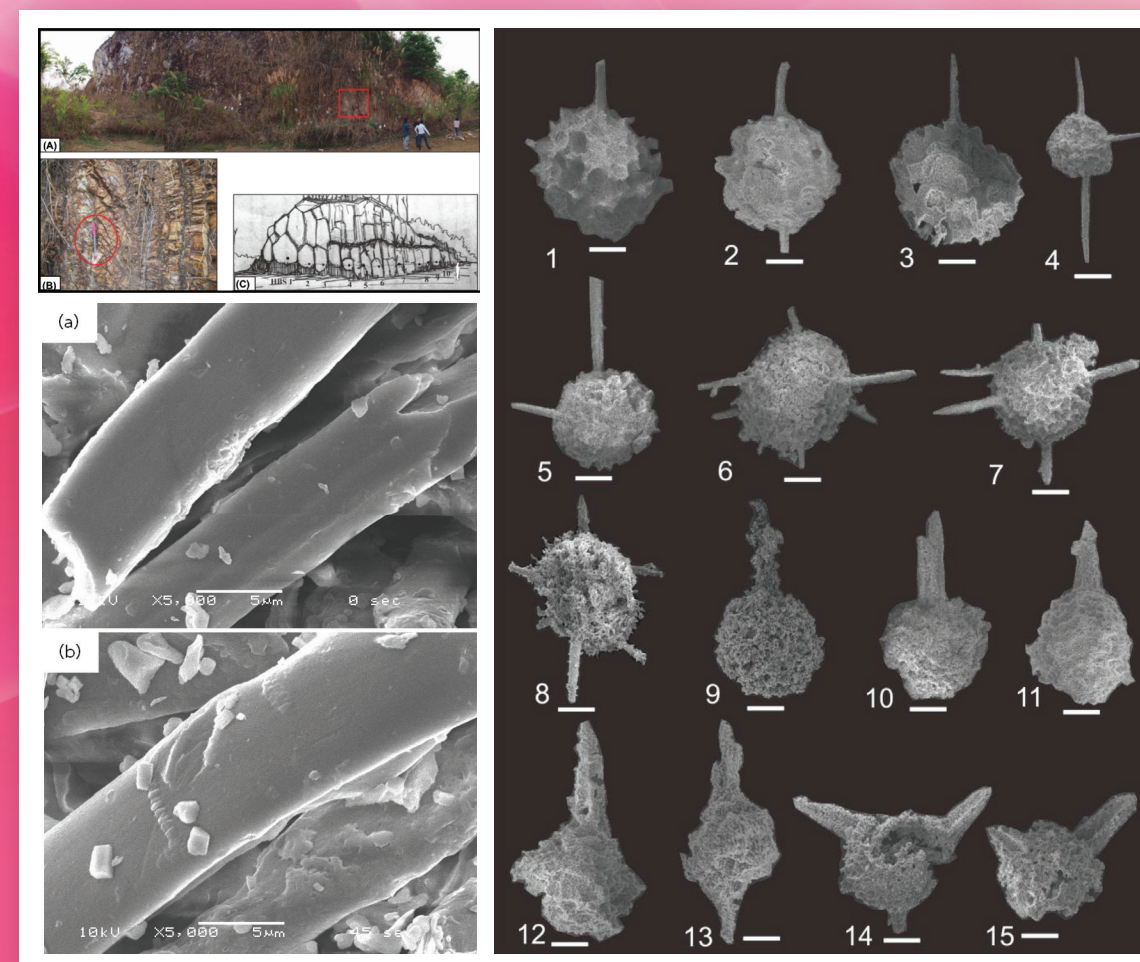
ISSN : 1686-9664

วารสาร

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

www.journal.msu.ac.th



วัตถุประสงค์

เพื่อเผยแพร่ความรู้ทางวิชาการและผลงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีเนื้อหาครอบคลุมงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์สุขภาพและวิศวกรรมศาสตร์ บทความและบทความวิจัยที่จะนำมาตีพิมพ์ในวารสารมหาวิทยาลัยมหาสารคาม จะต้องได้รับการตรวจสอบทางวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิ (peer review) ทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยเพื่อใหวารสารมีคุณภาพในระดับมาตรฐานสากล

เจ้าของ

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
สำนักงานกองบรรณาธิการ
กองส่งเสริมการวิจัยและบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150
โทรศัพท์ภายใน 1754
โทรศัพท์โทรสาร 0-4375-4416

ที่ปรึกษา

อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ศาสตราจารย์ นพ.ดร.เรื่อน สมณะ ราชบัณฑิต
ศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ์ ไบไม่
ศาสตราจารย์ ดร.วิชัย บุญแสง

บรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา ประเทพา

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.วรพล เองวานิช

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ บุญเกิด
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศาสตราจารย์ ดร.ละออศรี เสนาะเมือง
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ศาสตราจารย์ ดร.สุพรรณิณี พรหมเทศ
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ศาสตราจารย์ ดร.ปราณี อานเป็รื่อง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศาสตราจารย์ ดร.สัมพันธ์ ฤทธิเดช
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐจารุ พิชัยณรงค์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
รองศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ สายกระสุน
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
รองศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ ประมวล
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริธร ศิริอมรรณ
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
รองศาสตราจารย์ ดร.อำพล ธรรมเจริญ
มหาวิทยาลัยบูรพา
รองศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา บุญยะสิทธิ์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.ขวัญใจ กนกเมฆากุล
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.ฉันทนา อารมณดี
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

รองศาสตราจารย์ ดร.นิวัฒน์ เสนาะเมือง
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.บุญจง ขาวลิทธิวงษ์
สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.พรเทพ ถนณแก้ว
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.นฤมล แสงประดับ
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.เทอดศักดิ์ คำเหม็ง
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.ยีน ภู่วรรณ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.วิลยา สุทธิขำ
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต บุญปก
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัววรรณ ศรีชัยกุล
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บังอร กุมพล
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ศิริเกษม ศิริลักษณ์
มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัชรา ปรสพัฒนา
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพรัตน์ พุทธกาล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุชา เพียรชนะ
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
อาจารย์ ดร.เสกสรร สุขะเสนา
มหาวิทยาลัยนเรศวร
อาจารย์ ดร.รักษิณา วัฒนาลัย
มหาวิทยาลัยสยาม
อาจารย์ ดร.สมนึก พ่วงพรพิทักษ์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
Mr.Paul Dulfer
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
นางฉวีวรรณ อรรถะเศรษฐ์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

เลขานุการ

นางพิชชา โชติวรรณกุล

ผู้ช่วยเลขานุการ

นางจิราภรณ์ กุสิถฤทธิ์
นางสาวพัทศรีวิไล จันทร์ลอย

กำหนดออกและตีพิมพ์เผยแพร่

ปีละ 6 ฉบับ
ฉบับที่ 1 มกราคม - กุมภาพันธ์
ฉบับที่ 2 มีนาคม - เมษายน
ฉบับที่ 3 พฤษภาคม - มิถุนายน
ฉบับที่ 4 กรกฎาคม - สิงหาคม
ฉบับที่ 5 กันยายน - ตุลาคม
ฉบับที่ 6 พฤศจิกายน - ธันวาคม

Aim and Scope:

The MSU Journal of Science and Technology is published quarterly and dedicated to the promotion and dissemination of scientific knowledge in the disciplines of Bioscience, Physical Science and Engineering Articles and research papers to be published in the Journal of Science and Technology Maharakham University will be subject to verification of academic luminaries both from within and outside the University to assure journal quality standards.

Ownership

Maharakham University
Editorial Office
Division of Research Support and Development,
Khamriang Sub-district, Kantharawichai District,
Maha Sarakham Province 44150
Tel & Fax: 0 4375 4238 ext. 1754

Advisors

President of Maharakham University
Professor Dr. Reon Somana
Professor Dr. Visut Baimai
Professor Dr. Vichai Boonsaeng

Editor-in-Chief

Professor Dr.Preecha Prathepha

Assistant Editors

Associate Professor Dr.Worapol Aengwanich

Editorial Board

Professor Dr. Thaweesakdi Boonkerd
Chulalongkorn University
Professor Dr.La-orsri Sanoamuang
Khon Kaen University
Professor Dr.Supanee Promthet
Khon Kaen University
Professor Dr. Pranee Anprung
Chulalongkorn University
Professor Dr.Sampan Ritthidech
Maharakham University
Associate Professor Dr.Natchaporn Pichainanong
Maharakham University
Associate Professor Dr.Sunan Saikrasun
Maharakham University
Associate Professor Dr.Pairot Pramual
Maharakham University
Associate Professor Dr.Sirithon Siriamornpun
Maharakham University
Associate Professor Dr. Ampon Dhamacharoen
Burapha University
Associate Professor Dr.Suwanna Boonyaleepun
Khon Kaen University
Associate Professor Dr.Kwanjai Kanokmedhakul
Khon Kaen University
Associate Professor Dr.Chantana Aromdee
Khon Kaen University

Associate Professor Dr.Niwat Sonoamuang
Khon Kaen University
Associate Professor Dr.Boonchong Chawsithiwong
National Institute of Development Administration
Associate Professor Dr.Porntep Tanonkeo
Khon Kaen University
Associate Professor Dr.Narumon Sangpradub
Khon Kaen University
Associate Professor Dr.Terdsak Khammeng
Khon Kaen University
Associate Professor Dr.Yuen Poovarawan
Kassatsart University
Associate Professor Dr.Vallaya Sutthikhum
Maharakham University
Assistant Professor Dr.Chawalit Boonpok
Maharakham University
Assistant Professor Dr.Buavaroon Srichaikul
Maharakham University
Assistant Professor Dr.Bungon Kumphon
Maharakham University
Assistant Professor Dr.Sirikasem Sirilak
Naresuan University
Assistant Professor Dr.Supattra Porasuphatana
Khon Kaen University
Assistant Professor Dr.Napparat Buddhakala
Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Assistant Professor Dr.Anucha Pranchana
Ubon Ratchathani Rajabhat University
Dr.Seckson Sukhasena
Naresuan University
Dr.Rakjinda Wattanalai
Siam University
Dr.Somnuk Puangprongpitag
Maharakham University
Paul Dulfer
Maharakham University
Chaweewan Akkasesthang
Maharakham University

Secretary

Pichaya Chowtivannakul

Assistant secretary

Jirarat Puseerit
Phakwilai Janloy

Six issues per year

Number 1 January - February
Number 2 March - April
Number 3 May - June
Number 4 July - August
Number 5 September - October
Number 6 November - December

บทความและความคิดเห็นในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นความคิดเห็นของผู้เขียนกองบรรณาธิการ ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไปและบทความในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สงวนสิทธิ์ตามกฎหมายไทยการจะนำไปเผยแพร่ต้องได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากกองบรรณาธิการเท่านั้น

บทบรรณาธิการ

สวัสดีค่ะ ท่านนักวิจัยและผู้สนใจในความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ทุกท่าน สำหรับเนื้อหาที่บรรจุอยู่ในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคามฉบับนี้ เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับผู้สนใจในภาคการเกษตรโดยเฉพาะในกลุ่มของพืชเศรษฐกิจ ได้แก่ อ้อย ข้าว ยางพาราข้าวโพด หรือแม่แต่รังไหม โดยในวารสารฉบับนี้ได้แสดงแบบจำลองทางเลือกเชิงพื้นที่ เพื่อให้สามารถกำหนดสถานที่ตั้งโรงงานน้ำตาลที่เหมาะสมและลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งในแถบจังหวัดมุกดาหาร ที่สามารถใช้เป็นโมเดลกับพื้นที่อื่นๆ ได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังมีวิธีการคำนวณผลผลิตและต้นทุนของการทำนาแบบประณีตและการพัฒนาคุณภาพปุ๋ยภายใต้วิธีหมักปุ๋ยตามแบบปุ๋ยอินทรีย์ด้วยวิธีวิศวกรรมแบบแม่โจ้ 1 และเทคนิคสำคัญเกี่ยวกับการปรับสภาพของโปรตีนใหม่เป็นต้น นอกจากนี้สำหรับสายวิทยาศาสตร์กายภาพ ในเล่มนี้ยังได้นำเสนอผลของแรงลอยตัวต่อสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของกาซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ไหลแบบเทอร์บูเลนซ์ในสภาวะเหนือจุดวิกฤติลงในท่อนอนนูลัสเอียง 45 องศา สำหรับกระบวนการระบายความร้อน และงานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการท่องเที่ยวชุมชนในจังหวัดที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวสำคัญของไทยอย่างจันทบุรีและตราด ดิฉันจึงเชื่อมั่นว่า องค์ความรู้ใหม่ที่บรรจุอยู่ในวารสารฯ เล่มนี้ จะช่วยเป็นข้อมูลให้แก่นักวิจัยในสาขานั้นๆ ได้สามารถนำไปพัฒนาต่อยอด และอาจเป็นแนวทางในการพัฒนาโจทย์วิจัยต่อเนื่องไปในอนาคตค่ะ

รองศาสตราจารย์ ดร.วัลยา สุทธิขำ

กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คำอธิบายภาพปก : จากบทความเรื่อง ชากติกตำบลบรรพ์เรดิโอลาเรียนยุคตีโวเนียนตอนปลายจากชุดลำดับชั้นหินเชิร์ต อำเภอปากชมจังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย : ผลการศึกษาเบื้องต้น และบทความเรื่อง การเพิ่มความชอบน้ำของผงไหมเซริซินโดยใช้ล้าพลาสติกที่ความดันบรรยากาศ

ภาพปก : เสาวนีย์ คัดทะมาตร และคณะ. 2559, 1-11
อาทิตย์ ฉิ่งสูงเนิน และคณะ. 2559, 12-18

สารบัญ

นิพนธ์ต้นฉบับ

- ซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียในยุคดีโวเนียนตอนปลายจากชุดลำดับชั้นหินเชิร์ต
อำเภอปากชม จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย : ผลการศึกษาเบื้องต้น 1
**Late Devonian radiolarians from a chert sequence in Pak Chom district of Loei Province,
Northeastern Thailand : A preliminary result**
เสาวนีย์ คัตตะมาตวร, หทัยทิพย์ ทักษณภักดิ์, มงคล อุดชาชน
Saowani Khattamart, Hathaitip Thassanapak, Mongkol Udchachon
- การเพิ่มความชอบน้ำของผงไหมเซริซินโดยใช้ลำพลาสมาเจ็ตที่ความดันบรรยากาศ 12
Increasing Wettability of Sericin Silk Powder using on Atmospheric Pressure Plasma Jet Treatment
อาทิตย์ ฉิ่งสูงเนิน, พิษณุ พูลเจริญศิลป์, วัลยา สุทธิขำ
Artit Chingsungnoen, Phitsanu Poolcharuansin, Vallaya Suthikhum
- ผลของแรงลอยตัวต่อสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ไหลแบบเทอร์บูเลนต์
ในสภาวะเหนือจุดวิกฤติลงไหลท่อแวนนูลัสเอียง 45 องศา สำหรับกระบวนการระบายความร้อน 19
**Buoyancy Effect to Heat Transfer Coefficients of the CO₂-supercritical Turbulent Downward
Flow in an Annulus Tube Inclined 45° for Cooling Process**
ปรเมษฐ์ จันทร์เพ็ง, วีระวุฒิ อรุณวรรณนะ, ยุทธนา อุไรชื่น, กนกทิพย์ สร้อยทิพย์, สุทธาทิพย์ ปัญญาพอ
Poramate Chunpang, Weerawoot Arunwattana, Yuthana Uraichean, Kanoktip Soiltip, Sutthatip Panyapor
- แบบจำลองทางเลือกเชิงพื้นที่สำหรับหาที่ตั้งเหมาะสมของโรงงานน้ำตาลเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งอ้อย
กรณีศึกษา จังหวัดมุกดาหาร 28
**Spatial Alternative Model Designed to Locate a Proper Sugar Mill to Reduce Sugar Cane
Transportation Cost: A Case Study in Mukdahan Province, Thailand**
ปวีรัตน์ ฤทธิเดช
Patiwat Littidej
- การจัดการการท่องเที่ยวชุมชนในจังหวัดจันทบุรี และตราด โดยเทคโนโลยี ภูมิสารสนเทศ 39
**Geoinformation Technology for Managing Community Based Tourism (CBT)
in Chanthaburi and Trat Provinces**
สุเมธ สายสมุทร, ณรงค์ พลีรักษ์, สุพรรณ กาญจนสุธรรม,แก้ว นวลฉวี
Sumate Saisamute, Narong Pleerux, Supan Karnchanasutham, Kaew Nualchawee
- ทัศนคติของนักศึกษาต่อผลกระทบของการเปิดเสรีในอาเซียน ด้านการเคลื่อนย้ายแรงงานในสายอาชีพ ICT 48
**Attitudes toward Effects of the ASEAN Economic Community (AEC)
In Free Flow of Skilled Labor of ICT Career**
ปภากร อุบลศรี, พาชิตชนัด ศิริพานิช
Pabhakorn Ubonsri, Pachitjanut Siripanich

สารบัญ

ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียและฤทธิ์ยับยั้งเชื้อราของสารที่แยกได้จากจากต้นสามเเงา Anti-bacterial and Anti-fungal Activities of Isolated Compounds from <i>Clerodendrum inerme</i> สิริกอร์ ก่ออานันต์, พัฒทรา ชีร์พิบูลย์เดช Sirikorn Kor-arnan, Pattara Thiraphibundet	60
ผลผลิตและต้นทุนของการทำนาแบบประณีตและการพัฒนาคุณภาพปุ๋ยภายใต้วิธีหมักปุ๋ย ตามแบบปุ๋ยอินทรีย์วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 Production and Cost of a System of Rice Intensification (SRI) Rice Farming and Quality Improvement of Compost Derived from the Mae Jo – Engineering 1 Composting (MJE1C) Method สยามภู แสงเทพ, เพชร เฟ็งชัย Sayompoo Saengtep, Petch Pengchai	67
ปริมาณสเตอรอลและสแตนอลในเมล็ดงา (<i>Sesamun indicum</i> L.) ที่ปลูกในประเทศไทย Sterols and Stanols Content in Sesame seed (<i>Sesamun indicum</i> L.) Cultivated in Thailand ชัยสิทธิ์ สิทธิเวช Chaiyasit Sittiwet	75
การพัฒนาร้านอาหารแผงลอยเพื่อเข้าสู่มาตรฐานโดยกระบวนการกำหนดนโยบายสาธารณะ เพื่อสุขภาพอย่างมีส่วนร่วม ตำบลทรัพย์พระยา อำเภอหางรอก จังหวัดบุรีรัมย์ The Development of Standardized Stall of Sapphraya Sub - District, Nangrong District, Buriram Province Using the process to Formulate The publicies to Participate for Health วิรัช รัตนกุล, วรพจน์ พรหมสัตยพรต, สุมัตนา กลางคาร Wirat rattanakul, Vorrpoj Promsatayaprot, Sumattana Glangkarn	83
ภาวะซึมเศร้าและภาวะวิตกกังวลในผู้ป่วยสูงอายุที่มีโรคเรื้อรัง ณ โรงพยาบาลคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม Depression and Anxiety among Elderly Patients with Chronic Disease at the Faculty of Medicine, Mahasarakham University Hospital จริยา จิรานุกูล Jariya Jiranukool	94
ภาวะสุขภาพและสิ่งคุกคามสุขภาพของผู้กรีดยางพารา กรณีศึกษา: ตำบลหนองแวง และกลางใหญ่ อำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี Health Status and Health Hazards of Rubber Tree Tappers: A Case Study in Nong Waeng and Klang Yai Sub-districts, Ban Phue District, Udon Thani Province อภิญา ไพโรสินธุ์, อุไรวรรณ อินทร์ม่วง Apinya Phraisin, Uraiwan Inmuong	102

สารบัญ

- การวิจัยแบบมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาการระบาดโภชนาการ
ของนิสิตคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 113
**Participation of Teaching Management in Epidemiology Nutrition Course Students,
Faculty of Public Health, Mahasarakham University**
สุนีรัตน์ ยั้งยี่น, ธิดารัตน์ สมดี, อุดมศักดิ์ มหาวีรวัฒน์
Suneerat Yangyuen, Thidarat Somdee, Udomsak Mahaweerawat
- บทความวิชาการ
อิทธิพลของความหนาแน่นประชากรต่อผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรของข้าวโพด 123
Influence of Plant Density on Yield and Agronomic Traits of Corn (*Zea mays* L.)
ธนวัฒน์ เสนเผือก, สกุนกานต์ สิมลา, พรชัย ทาระโคตร
Thanawat Seanpheug, Sakunkan Simla, Bhornchai Harakotr
- การเรียนรู้และการยอมรับการใช้ GAP ในการผลิตข้าว 133
Learning and Acceptance using GAP Rice Production
พีระยศ แข็งขัน, จุฑามาศ คำสุนทร
Phirayot Khaengkhan, Jutamat Khumsoonthon

ซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียในยุคดีโวเนียนตอนปลายจากชุดลำดับชั้นหินเชิร์ต อำเภopakชม จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย : ผลการศึกษาเบื้องต้น

Late Devonian radiolarians from a chert sequence in Pak Chom district of Loei Province, Northeastern Thailand : A preliminary result

เสาวนีย์ คัดทะมาตร,¹ หทัยทิพย์ ทักษณภักดิ์,² มงคล อุดชาชน²

Saowani Khattamat,¹ Hathaihip Thassanapak,² Mongkol Udchachon²

Received: 30 July 2015; Accepted: 25 October 2015

บทคัดย่อ

การศึกษาหินเชิร์ตที่มีเรดิโอลาเรียถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายในการศึกษาวิวัฒนาการธรณีแปรสัณฐานของแผ่นเปลือกโลก และการเทียบสัมพันธ์การลำดับชั้นหิน การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อจัดกลุ่มชีวินซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียจากชั้นหินเชิร์ตอายุดีโวเนียนซึ่งโผล่ปรากฏทางด้านทิศตะวันออกของจังหวัดเลย พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ทางทิศเหนือของแนวชั้นหินคดโค้งเลย (Loei Foldbelt) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งทางฝั่งทิศตะวันตกของแผ่นทวีปอินโดจีน (Indochina terrane) โดยทำการเก็บตัวอย่างหินเชิร์ตจำนวน 15 ตัวอย่างจากพื้นที่บ้านห้วยบ่อซืน อำเภopakชม จังหวัดเลย พบซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียทั้งหมด ได้แก่ *Trilonche echinata*, *T. palimbola*, *Trilonche* sp., *Tetrentactinia gracilispinosa*, *Polyentactinia leptosphaera*, *Polyentactinia* sp., *Helioentactinia* sp. และชนิดที่ยังไม่สามารถจำแนกได้ จากการเทียบเคียงซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียกับพื้นที่ศึกษาอื่นพบว่าเรดิโอลาเรียที่พบในพื้นที่ศึกษามีความคล้ายคลึงกับเรดิโอลาเรียที่พบในพื้นที่อำเภอยะรัง ภาคเหนือของประเทศไทย และพื้นที่หมวดหินโกโก (Gogo Formation) ด้านตะวันตกของประเทศออสเตรเลียและพื้นที่หน่วยหิน Huron member ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งสามารถระบุอายุอยู่ในช่วงยุคดีโวเนียนตอนปลาย ซึ่งแสดงว่าสภาพแวดล้อมการสะสมตะกอนของพื้นที่เหล่านี้ในยุคดีโวเนียนตอนปลายอยู่ในเขตใกล้กันและเรดิโอลาเรียสามารถกระจายตัวได้ทั่วทั้งพื้นที่เหล่านี้

คำสำคัญ: เรดิโอลาเรีย กลุ่มชีวินซากดึกดำบรรพ์ ยุคดีโวเนียน จังหวัดเลย แผ่นทวีปอินโดจีน

Abstract

The study of radiolarian cherts has been widely used for establishing tectonic evolution of the region and for stratigraphic correlation of the sequences among the terranes (blocks). The main objective of this study is to discriminate radiolarian assemblage from a Devonian chert section exposed in the eastern part of Loei province. The study area belongs to the northern part of the Loei Foldbelt located to the western portion of the Indochina terrane. More than 15 chert samples were collected from the Ban Huai Bo Suen section, 36 km south of Pak Chom district. The obtained radiolarians are composed of *Trilonche echinata*, *T. palimbola*, *Trilonche* sp., *Tetrentactinia gracilispinosa*, *Polyentactinia leptosphaera*, *Polyentactinia* sp., *Helioentactinia* sp. and unidentified species. These fauna can be correlated to those reports in Chiang Dao (northern Thailand) and Gogo Formation (western Australia) and Huron member (United States of America), indicate the Late Devonian. The result suggests that these localities were located in a common oceanic circulation with free interchanging sea water and radiolarians.

Keywords: Radiolarian, Fossil assemblage, Devonian, Loei province, Indochina terrane

¹ นิสิตปริญญาโท, ² ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150,

¹ Master degree student, ² Assist. Prof., Faculty of Science, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha Sarakham 44150, Thailand.

* Corresponding author; Hathaihip Thassanapak, Department of Biology, Faculty of Science, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha Sarakham 44150, Thailand, Thailand, E-mail : bthaihip@yahoo.com

บทนำ

เรดิโอลาเรียน (radiolarian) เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวมีการดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอนสัตว์โดยอาศัยอยู่รวมกันเป็นกลุ่มหรือแบบเดี่ยว มีรายงานการค้นพบตั้งแต่ยุคแคมเบรียน (Cambrian) จนถึงปัจจุบัน โครงร่างแข็งของเรดิโอลาเรียนมีแร่เดิมเป็นแร่โอปอล (opal) และได้จากการดูดซึมสารประกอบซิลิกาที่ละลายอยู่ในน้ำทะเล¹ โดยเมื่อเรดิโอลาเรียนตาย โครงร่างแข็งจะตกตะกอนสะสมตัวได้ท้องทะเลจึงเรียกบริเวณนี้ว่า เรดิโอลาเรียนอูซ (radiolarian oozes) ปัจจุบันได้มีการศึกษาซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนเป็นจำนวนมาก เนื่องจากเป็นซากดึกดำบรรพ์ที่พบมากในชั้นหินเนื้อแก้ว (siliceous rock) ที่เกิดจากการสะสมตะกอนในทะเลก่อนช่วงมหายุคพาลีโอโซอิก (Paleozoic Era) ประกอบกับองค์ประกอบโครงสร้างเป็นเปลือกแข็งจึงพบการเก็บรักษาเป็นซากดึกดำบรรพ์ตามธรรมชาติได้ดี โดยซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนนั้นสามารถนำมาใช้ในการกำหนดอายุชั้นหิน และการเทียบสัมพันธ์การลำดับชั้นหินตามชีวภาพ รวมถึงการตีความสภาพแวดล้อมบรรพกาล (palaeoenvironment) โดยข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายประวัติศาสตร์แปรสัณฐานและวิวัฒนาการของมหาสมุทรทีทิส (Palaeotethys) ของพื้นที่ศึกษาได้

พื้นที่ประเทศไทยนั้นได้มีรายงานการศึกษาพบซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนในช่วงยุคดีโวเนียนจนถึงยุคไทรแอสซิก (Devonian to Triassic) ซึ่งพบเกือบทั่วทุกภาคของประเทศไทย ทั้งพื้นที่ภาคเหนือ อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ พบซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนยุคดีโวเนียนตอนกลางถึงตอนปลาย (Middle to Late Devonian) และในพื้นที่อำเภอปากชม จังหวัดเลย พบซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนตั้งแต่ยุคดีโวเนียนตอนปลายถึงคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น (Late Devonian - Early Carboniferous)^{2,3,4} พื้นที่ศึกษาอำเภอปากชม จังหวัดเลย ตั้งอยู่ทางทิศเหนือของแนวชั้นหินคดโค้งเลย ของแผ่นทวีปอินโดจีน ซึ่งมีประวัติทางธรณีวิทยาที่ยาวนานตั้งแต่ช่วงมหายุคพาลีโอโซอิกเรื่อยมาจนถึงมหายุคมีโซโซอิก การเคลื่อนตัวของแผ่นทวีปอินโดจีนกับแผ่นทวีปฉานไทยได้บีบอัดกลุ่มหินตะกอนในแนวคดโค้งเลยเกิดเป็นแนวชั้นหินคดโค้งเลย⁵ ดังนั้น ในพื้นที่ศึกษาจึงพบการโผล่ปรากฏของหินตะกอนในช่วงมหายุคพาลีโอโซอิกของยุคดีโวเนียน ได้แก่ หินเชิร์ต หินดินดาน และหินทราย เป็นต้น อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาอนุกรมวิธานซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนเพื่อใช้ในการกำหนดอายุชั้นหินและการเทียบเคียงซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนกับพื้นที่ศึกษาอื่น ถึงแม้ว่าในอดีตพื้นที่อำเภอปากชม จังหวัดเลยได้มีรายงานพบ

ซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนมาแล้วก็ตาม^{3,4,6} แต่ในพื้นที่ศึกษาบ้านห้วยบ่อซืน ที่ตั้งอยู่ทางทิศใต้ของอำเภอปากชมนั้นยังไม่พบรายงานการศึกษาซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนมาก่อน และส่วนมากผลการศึกษาในอดีตนั้นครอบคลุมเฉพาะพื้นที่ทางตอนเหนือของจังหวัดเลยที่อยู่ใกล้กับบริเวณพื้นที่แม่น้ำโขง⁴ และพื้นที่ สปป.ลาว

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอนุกรมวิธานซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียน
2. เพื่อกำหนดอายุของชั้นหินและเทียบเคียงซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนกับพื้นที่ศึกษาอื่น

ธรณีวิทยาทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

แผ่นทวีปในประเทศไทยสามารถแบ่งออกเป็นสองแผ่น ได้แก่ แผ่นทวีปฉานไทยที่ตั้งอยู่ฝั่งทางทิศตะวันตก และแผ่นทวีปอินโดจีนที่ตั้งอยู่ฝั่งทางทิศตะวันออก โดยมีแนวตะเข็บธรณีนาน-อูตรดิตถ์ คั่นกลางระหว่างทั้งสองแผ่นทวีปพื้นที่ศึกษาจังหวัดเลยตั้งอยู่ทางทิศเหนือของแนวชั้นหินคดโค้งเลย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งทางด้านทิศตะวันตกของแผ่นทวีปอินโดจีน⁷ บริเวณขอบเขตทางทิศตะวันออกของพื้นที่ศึกษาดัดกับกลุ่มหินโคราช และบริเวณแนวชั้นหินคดโค้งเลยซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินตะกอนและหินอัคนีเป็นหลัก โดยหินเหล่านี้มีอายุตั้งแต่มหายุคพาลีโอโซอิก มีโซโซอิก และซีโนโซอิก ซึ่งหินในมหายุคพาลีโอโซอิกสามารถแบ่งเป็นหินมหายุคพาลีโอโซอิกตอนล่าง ได้แก่ หินยุคไซลูเรียนถึงยุคดีโวเนียน โดยหินยุคดีโวเนียน พบปรากฏให้เห็นทางด้านตะวันออกของอำเภอปากชม จังหวัดเลย และพื้นที่อำเภอน้ำโสม จังหวัดอุดรธานี หินมหายุคพาลีโอโซอิกตอนบน ได้แก่ หินยุคคาร์บอนิเฟอรัสและยุคเพอร์เมียน ซึ่งจะปรากฏอยู่ทางด้านทิศตะวันออกของจังหวัดเลย หินมหายุคมีโซโซอิก ได้แก่ หินยุคจูแรสซิกถึงยุคครีเทเชียส พบปรากฏอยู่ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือของแนวเทือกเขาในจังหวัดเลย⁸ (Figure 2) จากการศึกษาการลำดับชั้นหินโดยทั่วไปของแนวชั้นหินคดโค้งเลยในช่วงมหายุคพาลีโอโซอิก⁷ สามารถแบ่งหมวดหินตามการลำดับชั้นหิน ได้ดังนี้ หมวดหินนาโม (Na Mo Formation) อายุไซลูเรียนถึงดีโวเนียน (Silurian to Devonian) ถูกปิดทับด้วยหมวดหินปากชม (Pak Chom Formation) อายุไซลูเรียนถึงดีโวเนียน และหมวดหินวังสะพุง (Wang Saphung Formation) อายุคาร์บอนิเฟอรัส ต่อมา Udchachon and others (2014)⁹ ได้เสนอการลำดับชั้นหิน โดยเรียงลำดับจากชั้นหินที่มีอายุแก่ไปยังหินที่มีอายุน้อย ประกอบด้วย หมวดหินปากชมถูกปิดทับ

แบบไม่ต่อเนื่องด้วยหมวดหินหนองดอกบัว (Nong Dok Bua Formation) หมวดหินวังสะพุง หมวดหินอีเล็ค (E-lert Formation) หมวดหินน้ำโพนพาร (Nam Mahoran Formation) และ หมวดหินผาเตือ (Pha Dua Formation) ตามแท่งลำดับชั้นหิน (Figure 1)

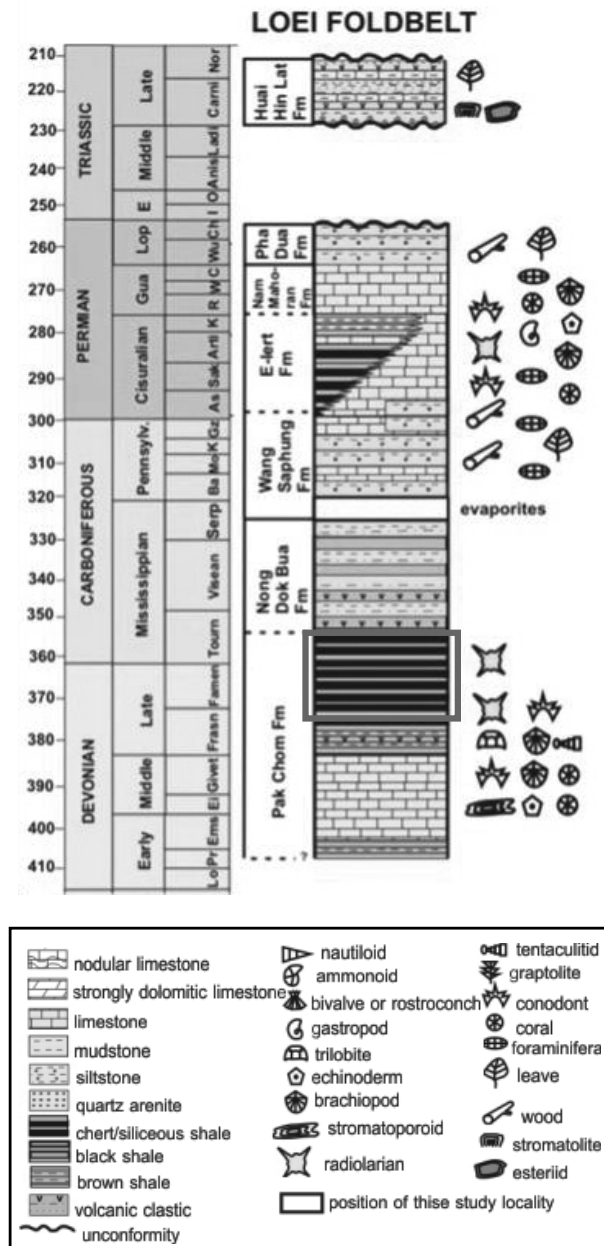


Figure 1 Stratigraphic columns of the Loei Foldbelt showing a position of radiolarian and others fossils and a position of this study locality.⁸

การโผล่ปรากฏของชั้นหินในพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาบ้านห้วยบ่อซืน ตั้งอยู่ด้านทิศใต้ของอำเภอปากชม จังหวัดเลย บริเวณหน้าตัดถนนผ่านเส้นทางบ้านห้วยบ่อซืน โดยอยู่ในตำแหน่งละติจูด 17°45 องศา

ลองจิจูด 101°50 องศา ตะวันออกเฉียงใต้ (Figure 2 A และ B) พบการโผล่ปรากฏของชั้นหินเชิร์ตสีน้ำตาลแดงแทรกสลับชั้นกับหินดินดาน โดยชั้นของหินเชิร์ตมีความหนาโดยเฉลี่ยประมาณ 1-2 เซนติเมตร ความยาวของหน้าตัดชั้นหินประมาณ 30 เมตร โดยชั้นหินวางตัวในแนวประมาณ 357 องศา มีมุมการเอียงเท ประมาณ 75 องศา ไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ การศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างหินเชิร์ตจำนวน 15 ตัวอย่าง โดยมีช่วงเก็บตัวอย่างห่างกันประมาณ 30 เซนติเมตร จนถึง 100 เซนติเมตร (Figure 3)

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

การศึกษาหินเชิร์ตเรดิโอลาเรียนจากพื้นที่บ้านห้วยบ่อซืน อำเภอปากชม จังหวัดเลย จากตัวอย่างหินเชิร์ตทั้งหมด 15 ตัวอย่าง (HBS1-HBS15) ซึ่งนำมาศึกษาในห้องปฏิบัติการเคมี โดยการสกัดตัดแยกซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนออกจากหินเชิร์ตด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก (hydrofluoric acid) ความเข้มข้นประมาณ 3% ตามวิธีการของ Pessagon and Newport (1972)⁹ จากนั้นจึงนำไปถ่ายรูปโดยใช้อุปกรณ์กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด SEM (Scanning electron microscope) และนำไปศึกษาอนุกรมวิธานด้านจุลบรรพชีวินวิทยาโดยการเปรียบเทียบกับเอกสารงานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้องเพื่อระบุชนิดของตัวอย่างที่ค้นพบ

ผลการศึกษา

อนุกรมวิธานของเรดิโอลาเรียนของการศึกษาซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนในพื้นที่ศึกษา บ้านห้วยบ่อซืน อำเภอปากชม จังหวัดเลยนี้ได้จัดหลักอนุกรมวิธานตามของ De Wever et al. (2001)¹

Class : Actinopoda

Subclass : Radiolaria Müller 1858¹⁰

Superorder : Polycystina Ehrenberg 1838¹¹, emend. Riedel 1967¹²

Family Entactiniidae Riedel 1967¹²

Genus *Helioentactinia* Nazarov 1975¹³

Type species: *Helioentactinia* Foreman 1963¹⁴

Helioentactinia sp.

Figure 4, 6-7

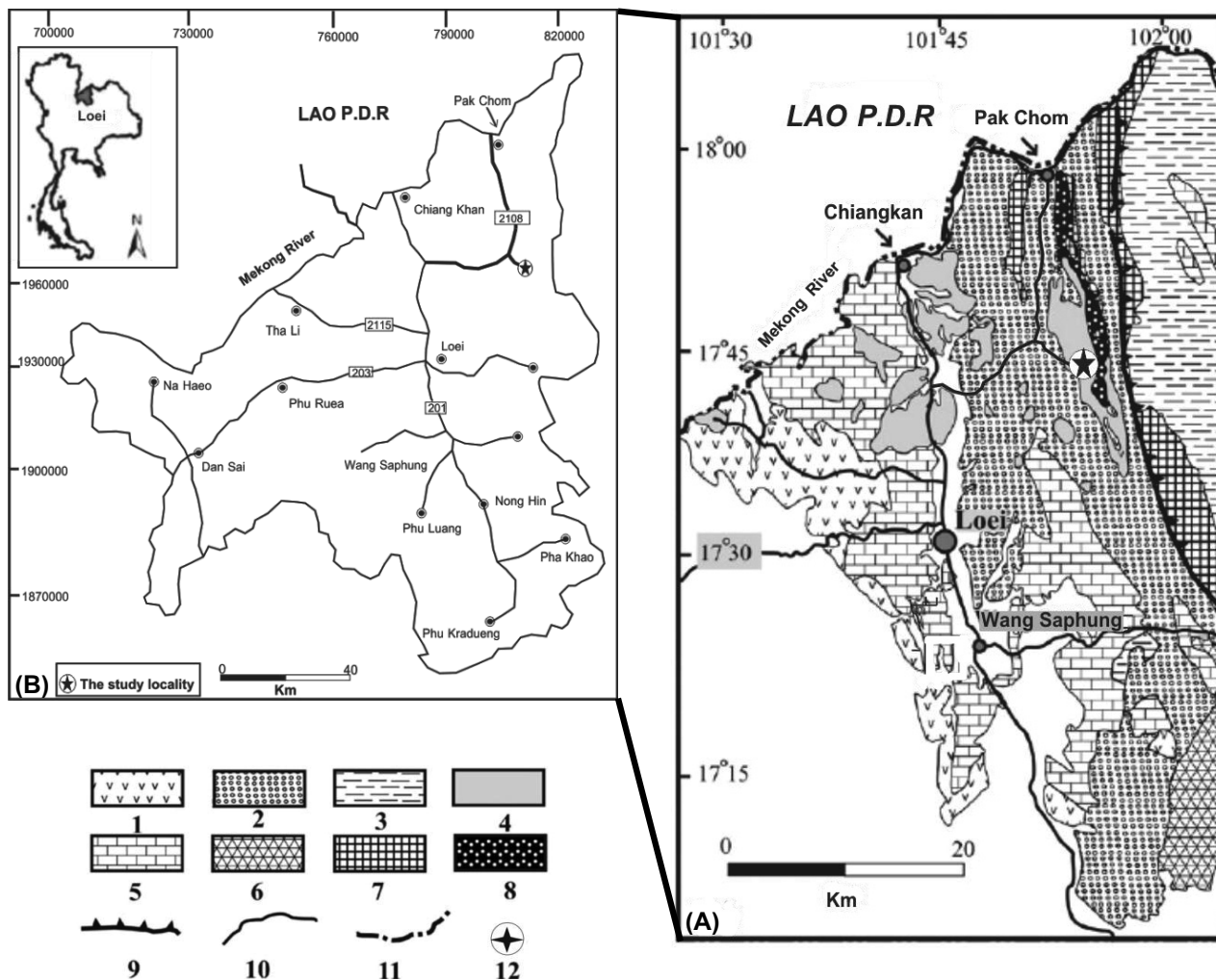


Figure 2 (A) Locality map indicates a study area in Ban Huai Bo Suen which is located to the south of the Pak Chom district. (B) Geological map of the Loei region showing distribution of the sedimentary rocks and volcanic rocks⁸ Legend: 1. Permo-Triassic volcanic rocks rhyolite, andesite, tuff, agglomerate 2. Carboniferous rock including conglomerate, sandstone, shale, slate, chert and limestone 3. Permo-Triassic rocks including sandstone, argillaceous limestone, rhyolitic tuff, shale, limestone and chert 4. Permo-Triassic granite 5. Permian rocks including limestone, shale and sandstone 6. Triassic rocks including sandstone, siltstone and mudstone 7. Devonian rocks including chert, shale and tuff 8. Devonian-Carboniferous volcanic rocks including basalt, andesite and tuff 9. Trust fault 10. road 11. Country boundary 12. The study locality

ลักษณะสัณฐานวิทยา : ลักษณะของเปลือก ทรงรี (sub-spherical shell) เปลือก 2 ชั้น ลักษณะหนาม (main spine) คล้ายปลายเข็ม (needle-like) จำนวน 6-7 อัน วางตัวตรงข้ามกัน มีขนาดและความยาวแตกต่างกัน

ช่วงอายุ และสถานที่พบ : บริเวณพื้นที่ศึกษาบ้านห้วยบ่อซืน อำเภอปากชม อายุดีโวเนียนตอนปลาย (Late Devonian) ***Polyentactinia leptosphaera*** Foreman, 1963¹⁴ Figure 4, 4-5

1963 *Polyentactinia leptosphaera* n.sp. Foreman - Foreman, Pl.1, Figure 6
2009 *Costaentactinia? leptosphaera* (Foreman) - Seo and Won, Pl. 1, Figure 13-20

ลักษณะสัณฐานวิทยา : ลักษณะเปลือกทรงรี (subspherical shell) เปลือก 1 ชั้น ลักษณะหนาม (main spine) คล้ายปลายเข็ม (needle-like) จำนวน 2-6 อัน ที่มีขนาดความยาวต่างกัน โดยหนามมีขนาดความยาวมากกว่าหนาม (spine) อื่น

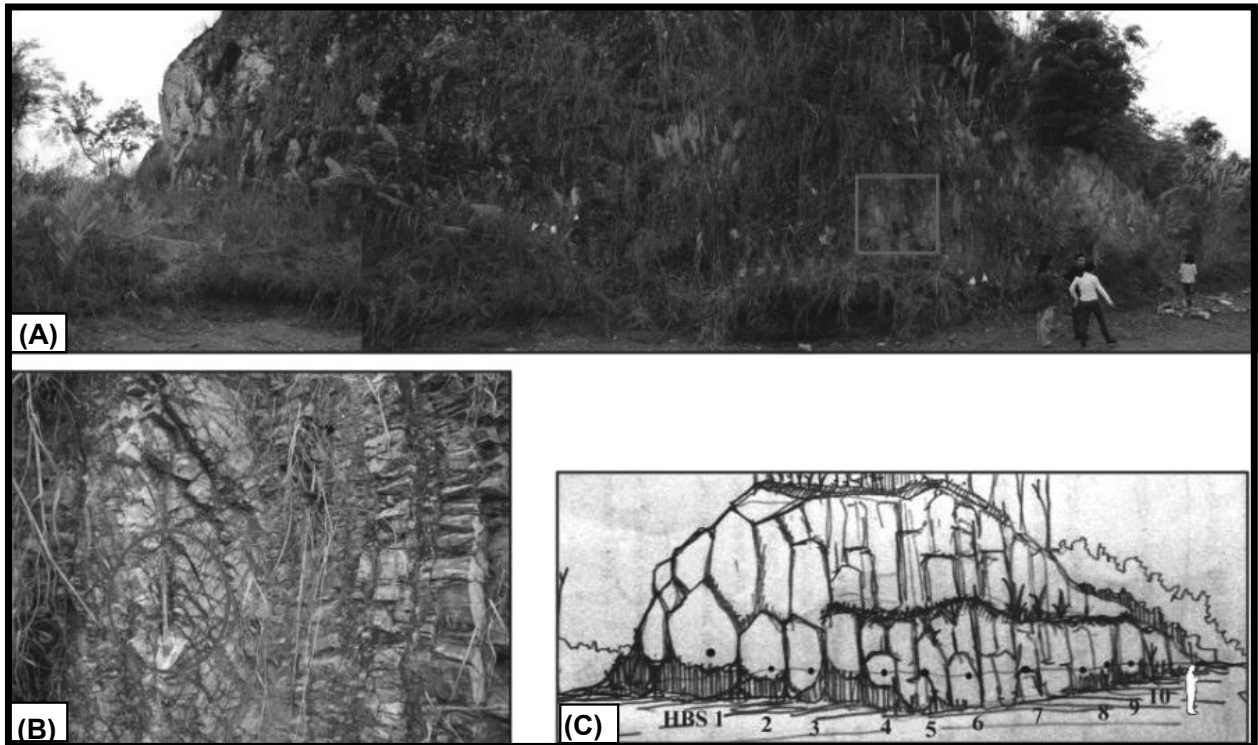


Figure 3 (A) Outcrop photographs of the study locality at Ban Huai Bo Suen section showing bedded chert (B) Photographs showing bedded chert interbedded with shale (pen is about 15 cm long.) (C) Sketch of the study section showing sampling point as drafted from outcrop photograph in A. (HBS1-HBS10)

ช่วงอายุ และสถานที่พบ : บริเวณพื้นที่หน่วยหิน Huron member หมวดหิน Ohio shale ประเทศสหรัฐอเมริกา อายุดีโวเนียนตอนปลาย (Late Devonian)

***Polyentactinia* sp.**

Figure 4, 1-3

ลักษณะสัณฐานวิทยา : ลักษณะเปลือกทรงกลมและรี (spherical-sub spherical shell) เปลือก 1 ชั้น ลักษณะหนาม (main spine) คล้ายปลายเข็ม (needle-like) จำนวนหนาม (spine) แตกต่างกัน

ช่วงอายุ และสถานที่พบ : บริเวณพื้นที่ศึกษาบ้านห้วยบ่อซืน อำเภอปากชม อายุดีโวเนียนตอนปลาย (Late Devonian)

Genus *Tetrentactinia* Foreman, n. sp.

Type species : *Tetrentactinia barysphaera* Foreman, n.sp.

***Tetrentactinia gracilispinosa* Foreman, 1963¹⁴**

Figure 4, 8

1963 *Tetrentactinia gracilispinosa* Foreman - Foreman Pl. 7, Figure 2a-b

ลักษณะสัณฐานวิทยา : ลักษณะเปลือกค่อนข้างรี (sub-spherical shell) เปลือก 1 ชั้น โดยเปลือกนอกคล้ายฟองน้ำ (spongy) เปรียบบาง ลักษณะหนาม (main spine) คล้ายปลายเข็ม (needle-like) จำนวน 6 อัน มีขนาดและความยาวแตกต่างกัน

ช่วงอายุ และสถานที่พบ : บริเวณพื้นที่หน่วยหิน Huron member หมวดหิน Ohio Shale ประเทศสหรัฐอเมริกา อายุดีโวเนียนตอนปลาย (Late Devonian)

Genus *Trilonche* Hinde, 1899; emend. Foreman, 1963; emend. Aitchison and Stratford 1997 (syn. *Entactinosphaera* (Foreman, 1963)

Type species: *Trilonche vetusta* Hinde, 1899

***Trilonche davidi* (Hinde, 1899)¹⁵**

Figure 4, 13-15

1899 *Staurolonche davidi* Hinde - Hinde, p. 46; Pl. 8, Figure 13

1997 *Trilonche davidi* (Hinde) - Aitchison and Stratford, Figure 2-8, Figure 3-4

1999 *Trilonche davidi* (Hinde) - Aitchison, Pl. 3, Figure K and L, Pl. 4, Figure C,D,F,G,K,L ; Pl. 5, Figure M and N, Pl. 6, Figure C and S
 2002 *Trilonche davidi* (Hinde) - Luo, Pl. 2, Figure 7,8
 2003 *Trilonche davidi* (Hinde) - Wang, Pl. 1, Figure 14,15, Pl. 3, Figure 21
 2012 *Trilonche davidi* (Hinde) - Thassanapak, Figure 7. 1-9

ลักษณะสัณฐานวิทยา : ลักษณะเปลือกทรงกลมขนาดเล็กถึงปานกลาง (spherical shell) เปลือก 2 ชั้นและหน้า ลักษณะ pore ทรงกลมและรี (spherical-sub spherical) ขนาดปานกลาง อยู่บริเวณข้างนอกเปลือก ลักษณะหนาม (main spine) คล้ายใบมีด (three-bladed) จำนวน 2-4 อัน ขนาดความยาวเท่ากัน

ช่วงอายุ และสถานที่พบ : บริเวณพื้นที่ Eastern New South Wales ประเทศออสเตรเลีย อายุดีโวเนียนตอนกลาง (Middle Devonian) พื้นที่ Gamilaroi terrane New England Orogen ภาคตะวันออก ประเทศออสเตรเลีย อายุดีโวเนียนตอนต้นและตอนกลาง (Early and Middle Devonian) พื้นที่หมวดหิน Tanhe Formation, Nanning, Guangxi ทางด้านตะวันตกเฉียงใต้ ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน อายุดีโวเนียนตอนต้นถึงตอนกลาง (Early to Middle Devonian) พื้นที่ Shaijingpo, Lila, Bazhai และ Shiti reservoir ตอนใต้ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน อายุดีโวเนียนตอนกลางและตอนปลาย (Middle and Late Devonian) พื้นที่บริเวณตอนกลาง สปป. ลาว อายุดีโวเนียนตอนปลาย (Late Devonian)

Trilonche echinata (Hinde, 1899)¹⁵

Figure 5, 1-4

1899 *Heliosoma echinata* Hinde - Hinde, p. 50, Pl. 9, Figure 12

1963 *Entactinosphaera echinata?* (Hinde) - Foreman, Pl. 3, Figure 10, Pl. 4, Figure 12a-b

1993 *Entactinosphaera echinata* (Hinde) - Aitchison, Pl. 5, Figure 6, 11, 14, Pl. 7, Figure 3

1997 *Trilonche echinata* (Hinde) - Aitchison and Stratford, Figure 2-5, 6,10

1999 *Trilonche echinata* (Hinde) - Aitchison, Pl. 1, Figure G-K,N, Pl. 2, Figure D,K,L,Q, Pl. 3, Figure O and

X, Pl. 4, Figure S Pl.5, Figure B-D,G,I, Pl. 6, Figure A,I,L-N,P

2002 *Trilonche echinata* (Hinde) - Luo, Pl. 1, Figure 13,14

2003 *Trilonche echinata* (Hinde) - Wang, Pl. 1, Figure 16-19, Pl. 5, Figure 26-30

2005 *Trilonche echinata* (Hinde) - Wonganan, Pl. 2, Figure 17,18

ลักษณะสัณฐานวิทยา : ลักษณะเปลือกทรงกลมขนาดใหญ่ (large spherical shell) เปลือก 2 ชั้น ลักษณะหนาม (main spine) คล้ายใบมีด (three-bladed) จำนวน 2-6 อัน ขนาดความยาวต่างกัน โดยมีเพียง 1 หนามที่มีขนาดความยาวมากกว่าหนามอื่น by-spine คล้ายปลายเข็ม (needle-like) ขนาดความยาวต่างกันเป็นจำนวนมากอยู่บริเวณโดยรอบของชั้นบน

ช่วงอายุ และสถานที่พบ : บริเวณพื้นที่หน่วยหิน Huron member หมวดหิน Ohio shale ประเทศสหรัฐอเมริกา อายุดีโวเนียนตอนปลาย (Late Devonian) พื้นที่หมวดหิน GoGo Formation, Canning Basin, ภาคตะวันตก ประเทศออสเตรเลีย อายุดีโวเนียนตอนปลาย (Late Devonian) พื้นที่ Eastern New South Wales ประเทศออสเตรเลีย อายุดีโวเนียนตอนกลาง (Middle Devonian) พื้นที่หมวดหิน Tanhe Formation, Nanning, Guangxi ภาคตะวันตกเฉียงใต้ ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน อายุดีโวเนียนตอนล่างถึงตอนกลาง (Early to Middle Devonian) พื้นที่ Shaijingpo, Lila, Bazhai และ Shiti reservoir ตอนใต้ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน อายุดีโวเนียนตอนกลางถึงตอนปลาย (Middle to Devonian) พื้นที่อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเหนือ ประเทศไทย อายุดีโวเนียนตอนกลางถึงตอนปลาย (Middle to Late Devonian)

Trilonche elegans Hinde, 1899¹⁵

Figure 5, 5-8

1899 *Trilonche elegans* Hinde - Hinde, p. 48, Pl. 8, Figure 22

1997 *Trilonche elegans* Hinde - Aitchison and Stratford, Figure 2-7, Figs. 3-6

1999 *Trilonche elegans* Hinde - Aitchison, Pl.1, Figure C,D,F,P, Pl. 4, Figure E,I, Pl. 6, Figure B,R

2003 *Trilonche elegans* Hinde - Wang, Pl.1, Figure 22,23

2005 *Trilonche elegans* Hinde - Wonganan, Pl. 2, Figure 3

ลักษณะสัณฐานวิทยา : ลักษณะเปลือกทรงรี (subspherical shell) เปลือก 2 ชั้น ลักษณะ pore ทรงกลมอยู่บริเวณข้างนอก เปลือก ลักษณะหนาม (main spine) คล้ายใบมีด (three-bladed) จำนวน 6-7 อัน ขนาดความยาวเท่ากันและวางตัวอยู่ในระนาบเดียวกัน

ช่วงอายุ และสถานที่พบ : บริเวณพื้นที่ Eastern New South Wales ประเทศออสเตรเลีย อายุดีโวเนียนตอนกลาง (Middle Devonian) พื้นที่ Gamilaroi terrane New England Orogen ภาคตะวันออก ประเทศออสเตรเลีย อายุดีโวเนียนตอนต้นถึงตอนกลาง (Early and Middle Devonian) พื้นที่ Shaijingpo, Lila, Bazhai และ Shiti reservoir ตอนใต้ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน อายุดีโวเนียนตอนกลางและตอนปลาย (Middle and Late Devonian) พื้นที่อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเหนือ ประเทศไทย อายุดีโวเนียนตอนกลางและตอนปลาย (Middle and Late Devonian)

***Trilonche palimbola* (Foreman, 1963)¹⁴**

Figure 5, 9-12

1963 *Entactinosphaera palimbola* n.sp. Foreman – Foreman, Pl. 2, Figs. 7a-e, Pl. 3, Figs. 3a-d

1993 *Entactinosphaera palimbola* (Foreman) - Aitchison, Pl. 5, Fig. 5

1994 *Entactinosphaera palimbola* (Foreman) - Kiessling, Pl. 5, Figs. 2.4-5

2005 *Trilonche palimbola* (Foreman) - Wonganan, Pl.3, Figs. 3-5

2012 *Trilonche palimbola* (Foreman) -Thassanapak, Figs. 7.20-21

ลักษณะสัณฐานวิทยา : ลักษณะเปลือกทรงกลมและทรงรี (spherical-sub spherical shell) ขนาดปานกลางถึงใหญ่เปลือกชั้นนอกหนา ลักษณะหนาม (main spine) คล้ายใบมีด (three-bladed) จำนวน 2-6 อัน มีขนาดความยาวต่างกัน โดยมีเพียง 1 หนาม ที่ดูแข็งแรงมีขนาดความยาวมากกว่าหนามอื่น

ช่วงอายุ และสถานที่พบ : บริเวณพื้นที่หน่วยหิน Huron member หมวดหิน Ohio shale ประเทศสหรัฐอเมริกา อายุดีโวเนียนตอนปลาย (Late Devonian) พื้นที่หมวดหิน GoGo Formation, Canning Basin, ภาคตะวันตก ประเทศออสเตรเลีย อายุดีโวเนียนตอนปลาย (Late Devonian) พื้นที่ตอนเหนือของ บาวาเรีย ประเทศเยอรมัน อายุดีโวเนียนตอน

ปลาย (Late Devonian) พื้นที่อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเหนือ ประเทศไทย อายุดีโวเนียนตอนปลาย (Late Devonian). พื้นที่ตอนกลาง สปป ลาว อายุดีโวเนียนตอนปลาย (Late Devonian)

***Trilonche* sp.**

Figure 4, 9-12

ลักษณะสัณฐานวิทยา : ลักษณะเปลือกทรงกลมและรี (spherical-sub spherical shell) เปลือก 2 ชั้น ลักษณะหนาม (main spine) คล้ายใบมีด (three-bladed) จำนวน 2-6 อัน ขนาดความยาวต่างกัน

ช่วงอายุ และสถานที่พบ : บริเวณพื้นที่ศึกษาบ้านห้วยบ่อซึน อำเภอปากชม อายุดีโวเนียนตอนปลาย (Late Devonian)

อภิปรายผล และสรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาพบซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนทั้งหมด 4 สกุล 6 ชนิด จากข้อมูลการศึกษาพบการปรากฏอยู่ร่วมกันของ *Polyentactinia leptosphaera* Foreman, *Tetrentactinia gracilispinosa*, *Trilonche elegans* Hinde, *Trilonche palimbola* (Hinde) และ *Helioentactinia* sp. ซึ่งที่พบจำนวนมากที่สุดคือ *Trilonche elegans* Hinde โดยกลุ่มชีวินนี้สามารถเทียบเคียงได้กับผลการศึกษาของ Foreman (1963)¹⁴ บริเวณพื้นที่หน่วยหิน Huron member หมวดหิน Ohio shale ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งสำรวจพบกลุ่มชีวินเรดิโอลาเรียนที่คล้ายคลึงกัน และได้บ่งชี้อายุของเรดิโอลาเรียนชนิด *Polyentactinia leptosphaera* Foreman, *Tetrentactinia gracilispinosa*, *Trilonche elegans* Hinde, *T. davidi* (Hinde), *T. echinata* (Hinde) และ *T. palimbola* (Hinde) อยู่ในช่วงยุคดีโวเนียนตอนปลาย (Late Devonian)^{16,17} นอกจากนี้ยังมีรายงานการค้นพบกลุ่มชีวินเรดิโอลาเรียน *Trilonche davidi* (Hinde), *T. echinata* (Hinde), *T. elegans* Hinde และ *T. palimbola* (Hinde) เกิดร่วมกันในชั้นหินจากพื้นที่หมวดหิน Gogo Formation (western Australia)¹⁸ พื้นที่ Shaijingpo, Lila, Bazhai และ Shiti reservoir ตอนใต้ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน¹⁹ พื้นที่อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่² และพื้นที่ตอนกลางของ สปป.ลาว²⁰ ต่างก็บ่งชี้อายุของซากดึกดำบรรพ์กลุ่มนี้ตรงกันว่าอยู่ในช่วงอายุดีโวเนียนตอนปลาย ดังนั้นจากหลักฐานที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนในพื้นที่ศึกษานี้ มีอายุทางธรณีวิทยาอยู่ในช่วงยุคดีโวเนียนตอนปลาย จากผลการศึกษา

ซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนร่วมกับการเทียบเคียงกลุ่มชีวิต
กับพื้นที่อื่น และจากการรายงานผลการศึกษาด้านธรณีวิทยา
และธรณีเคมี⁶ ป่งชี้สภาพแวดล้อมการสะสมตัวของชั้นหินซีิร์ต

เรดิโอลาเรียนบริเวณพื้นที่ศึกษานี้ มีการตกตะกอนสะสมตัว
ของหินซีิร์ตในทะเลลึกหรือกึ่งทะเลลึกที่บริเวณขอบทวีป
(continental margin) อย่างน้อยในช่วงยุคดีโวเนียนตอนปลาย

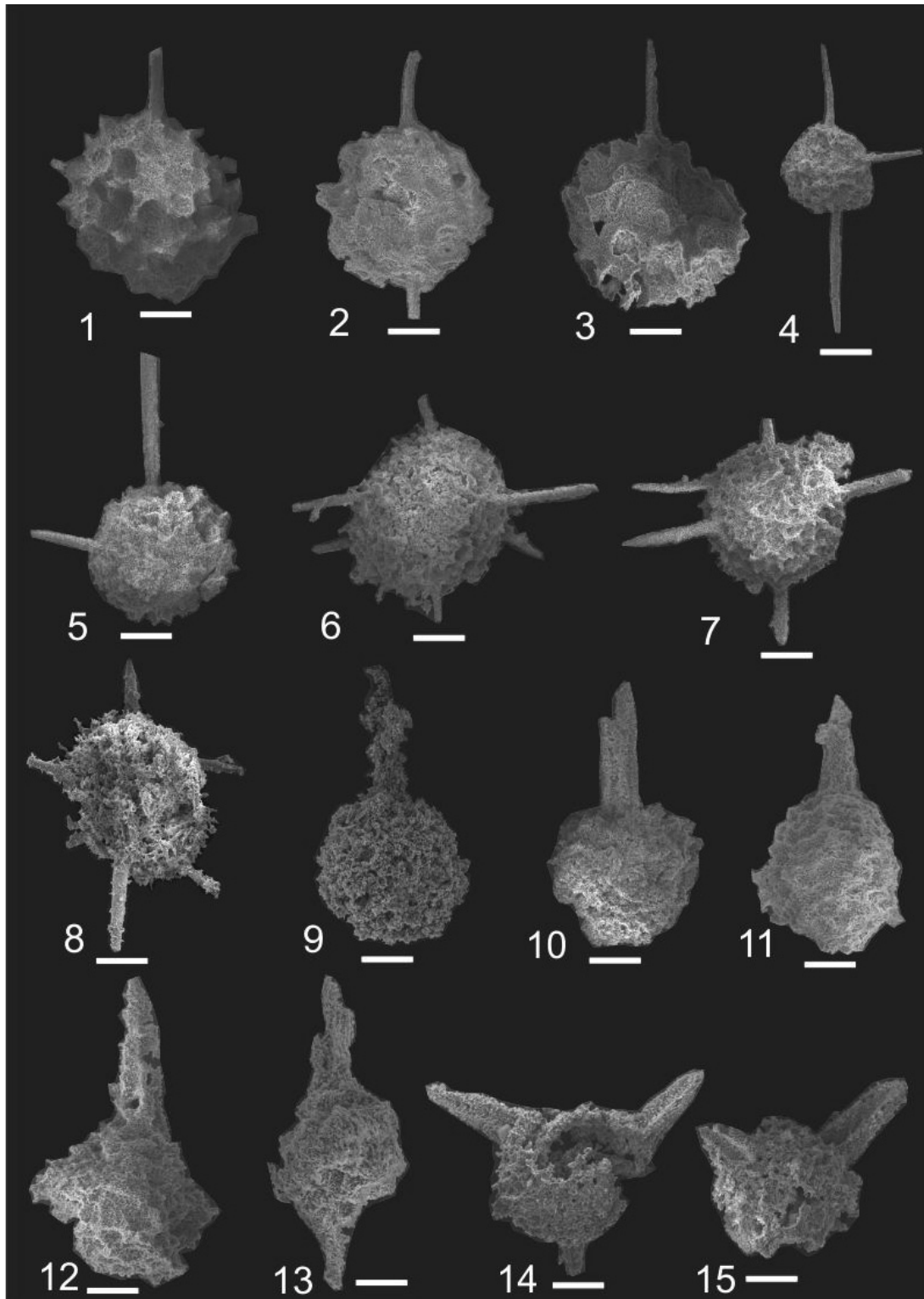


Figure 4 Scanning electron micrographs of radiolarian from the Ban Huai Bo Suen section (HBS1-HBS8) (all scale bars = 20 μ m). 1-3 = *Polyenactinia* sp. (1= HBS7; 2= HBS5; 3= HBS7), 4-5 = *Polyentactinia leptosphaera* Foreman (4= HBS2; 5= HBS8), 6-7 = *Helioentactinia* sp. (6= HBS1; 7= HBS8), 8 = *Tetrentactinia gracili-spinosa* Foreman (HBS3), 9-12 = *Trilonche* sp. (9= HBS7; 10= HBS5; 11= HBS3; 12= HBS1), 13-15 = *T. davidi* (Hinde) (13= HBS3; 14-15= HBS1)

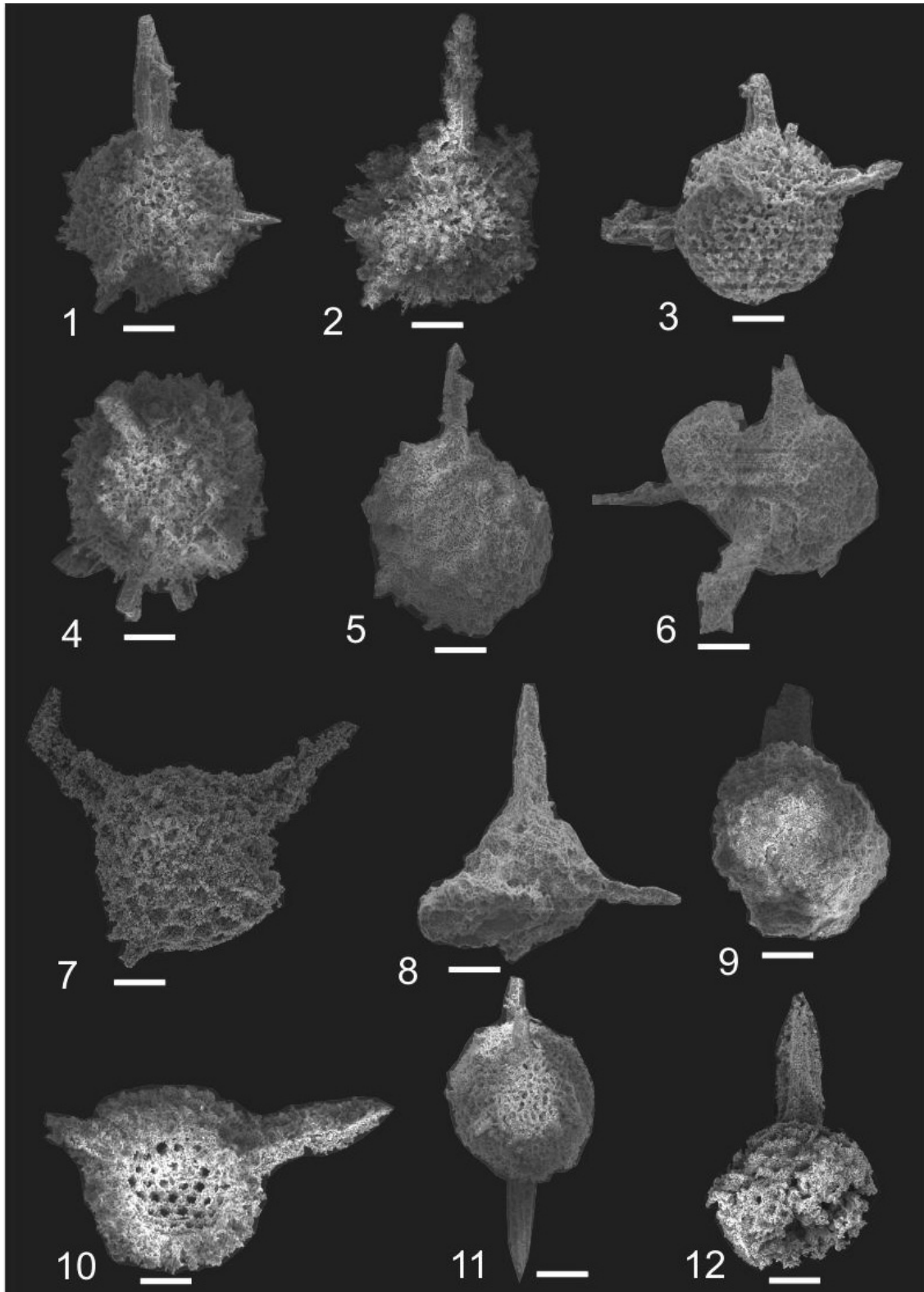


Figure 5 Scanning electron micrographs of radiolarian from the Ban Huai Bo Suen section (HBS1-HBS 5) (all scale bars = 20 μ m). 1-4 = *Trilonche echinata* (Hinde) (1-2= HBS1; 3= HBS5; 4= HBS1), 5-8 = *T. elegans* Hinde (5= HBS3; 6= HBS1; 7= HBS5; 8= HBS2), 9-12 = *T. palimbola* (Foreman) (9= HBS4; 10= HBS2; 11= HBS4; 12= HBS5)

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ โครงการทุนเรียนดีวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย (Science Achievement Scholarship of Thailand) ที่สนับสนุนทุนการศึกษาและการทำวิจัยในครั้งนี้ และขอบคุณ นายมรกต สิงห์สะสุริยะ และนายคมกฤษ อุตรวิเศษ สำหรับความช่วยเหลือตลอดงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- De Wever P, Dumitrica P, Caulet JP, Nigrini C, Caridroit M. Radiolarians in the sedimentary record; 2001.
- Wonganan N, Caridroit M. Middle and Upper Devonian radiolarian faunas from Chiang Dao area, Chiang Mai province, northern Thailand. *Micropaleontology* 2005; 51(1): 39-57.
- Sashida K, Igo H, Hisada KI, Nakornsri N, Ampornmaha A. Occurrence of Paleozoic and Early Mesozoic Radiolaria in Thailand (preliminary report). *Southeast Asian Earth Sciences* 1993; 8(1): 97-108.
- Saesaengseerung D, Sashida K, Sardud A. Late Devonian to Early Carboniferous radiolarian fauna the Pak Chom area, Loei Province, northeastern Thailand. *Paleontological Research* 2007; 11(2): 109-121.
- กรมทรัพยากรธรณี. การจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี จังหวัดเลย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: จันวณิชย์ ซีเคียวริตี้ พรินติ้ง; 2552.
- Udchachon M, Thassanapak H, Feng Q, Chonglakmani C. Geochemical constraints on the depositional environment of Upper Devonian radiolarian cherts from Loei, north-eastern Thailand. *Earth Sci* 2011; 5(2): 178-190.
- Bunopas S. Regional stratigraphic correlation Thailand. In: National Conference on "Geologic of Mineral Resources, Department of Mineral Resources, Bangkok, Thailand; 1992; 189-208.
- Udchachon M, Burrett C, Thassanapak H, Chonglakmani C, Campbell H, Feng Q. Depositional setting and paleoenvironment of an alatoconchid-bearing Middle Permian carbonate ramp sequence in the Indochina Terrane. *Asian Earth Sciences* 2014; 8: 37-55.
- Pessagno JR, Newport RL. A new technique for extracting radiolarian from radiolarian chert. *Micropaleontology* 1972; 18(2): 231-234.
- Müller J. Über die Thalassicoleen, Polycystinen und Acanthometren des Mittelmeeres. *Königliche Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Abhandlung, Jahre 1858*; 54-155.
- Ehrenberg CG. Über die Bildung der Kreidefelsen und des Kreidemergels durch unsichtbare Organismen. *Königliche Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Abhandlungen, Jahrgang 1838*: 59-147.
- Riedel WR. Chapter 8 (Protozoa). In: W. B. Harland and others, Eds. Cambridge: Cambridge University; 1967.
- Nazarov BB. Radiolyarii nizhnego-srednego paleozoya Kazakhstana (metody issledovaniia, sistematika, stratigraficheskoe znachenie (Lower and Middle Paleozoic radiolarians of Kazakhstan (methods of investigation, systematics and stratigraphic significance). In: M.E. Raaben, Ed., *Trudy Akademii Nauk SSSR, Geologicheskii Institut (Transactions of the Academy of Sciences of the USSR, Geological Institute)*; 1975; 1-203.
- Foreman HP. Upper Devonian Radiolaria from the Huron member of the Ohio shale. *Micropaleontology* 1963; 9(3): 267-304.
- Hinde GJ. On the Radiolaria in the Devonian rocks of New South Wales. *Journal of the Geological Society of London*; 55, 38-64.
- Aitchison JC, Dais AM, Stratford JMC, Spiller FCP. Lower and Middle Devonian radiolarian biozonation of the Gamilaroi terrane New England Orogen, eastern Australia. *Micropaleontology* 1999; 45(2): 138-162.
- Aitchison JC, Kong H, Stratford JMC. Middle Devonian (Givetian) Radiolaria from eastern New South Wales, Australia: A reassessment of the Hinde (1899) fauna. *Neues Jahrbuch für Geologie and Paläontologie* 1997; 203(3): 369-390.
- Aitchison JC. Devonian (Frasnian) radiolarians from the GoGo Formation, Canning Basin, Western Aus-

- tralia. *Palaeontographica Abt, A*, 1993; 228: 105-128.
19. Wang Y, Aitchison JC, Lou H. Devonian radiolarian faunas from South China. *Micropaleontology* 2003; 49(2): 127-145.
 20. Thassanapak H, Udchachon M, Burrett C. Devonian radiolarians and tentaculitids from central Laos. *Asian Earth Sciences* 2012; 60: 104-113.

การเพิ่มความชอบน้ำของผงไหมเซริซินโดยใช้ลำพลาสมาเจ็ตที่ความดันบรรยากาศ

Increasing Wettability of Sericin Silk Powder using Jet on Atmospheric Pressure Plasma

Jet Treatment

อาทิษฐ์ ฉิ่งสูงเนิน¹, พิษณุ พูลเจริญศิลป์², วลัยยา สุทธิขำ³

Artit Chingsungnoen¹, Phitsanu Poolcharuansin², Vallaya Suthikhum³

Received: 29 August 2015; Accepted: 4 November 2015

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการปรับปรุงผิวผงไหมเซริซินโดยใช้พลาสมาเจ็ตที่ความดันบรรยากาศ ในขั้นตอนการจุดพลาสมาได้ใช้อัตราการไหลของแก๊ส Ar/O₂ เท่ากับ 1.6 slm/0.02 slm และใช้ความถี่ไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟเท่ากับ 76.7 กิโลเฮิร์ตซ์ กระแสไฟฟ้าสูงสุดทางด้านบวกและลบขณะเกิดพลาสมา เท่ากับ 140 มิลลิแอมแปร์ ที่กำลังไฟฟ้า 5.31 วัตต์ ค่ามุมสัมผัสของหยดน้ำเริ่มต้นของผงไหมที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุงผิว เท่ากับ 75.7 องศา เมื่อผ่านการปรับปรุงผิวมีค่ามุมสัมผัสของหยดน้ำเริ่มต้นลดลงอยู่ที่ 60 ถึง 70 องศา เวลาการดูดซับน้ำของผงไหมที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุงผิวเท่ากับ 29 วินาที ขณะที่เวลาการดูดซับน้ำของผงไหมที่ผ่านการปรับปรุงผิวมีค่าลดลงเหลือเพียง 5 ถึง 7 วินาที ซึ่งหมายถึงการปรับปรุงผิวผงไหมด้วยการอาบลำพลาสมาเจ็ตทำให้ผงไหมเปียกน้ำดีขึ้น ซึ่งหมายถึงผงไหมมีสมบัติดูดความชื้นและเก็บน้ำได้มากขึ้น ผงไหมที่ผ่านการปรับปรุงผิวด้วยลำพลาสมา และถูกทิ้งไว้เป็นเวลานานยังคงมีความชอบน้ำเช่นเดิม นั้นแสดงว่ามีการยึดติดที่ดีของหมู่เรดิคัลจากพลาสมาที่เพิ่มพลังงานเชิงผิวของผงไหม ผลจากภาพถ่าย SEM แสดงให้เห็นว่าลำพลาสมาเจ็ตไม่ได้ไปทำลายโครงสร้างทางกายภาพของผงไหม

คำสำคัญ: พลาสมาเจ็ตที่ความดันบรรยากาศ ผงไหม การปรับปรุงผิวโดยใช้พลาสมา ความสามารถในการเปียกน้ำ

Abstract

In this research, the surface of sericin silk powder was treated using an atmospheric pressure plasma jet (APPJ). The plasma was generated with an argon and oxygen flow rate of 1.6 slm and 0.02 slm respectively. A stable discharge occurs at the RF frequency of 76.7 kHz, the plasma current of 140 mA and the RF power of 5.31 W. The silk powder before treatment had an initial water contact angle of 75.7° and the absorption time of 29 s. After treatment the initial water contact angle decreased to 60°-70° and the absorption time also dramatically decreased to 5-7 s. This result shows that the plasma can increase the hydrophilic property of silk powder. Moreover we found that the absorption time of silk powder has no change after exposure in the ambient air. This indicates that the active radicals from the plasma can be adhered tightly on the silk surface. Result from the SEM image of silk powder before and after treatment shows that the physical structure of silk powder was not destroyed by the plasma beam.

Keywords: atmospheric pressure plasma jet (APPJ), silk powder, plasma surface modification, wettability

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์, ²อาจารย์ประจำ หน่วยวิจัยเทคโนโลยีพลาสมา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

³ รองศาสตราจารย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

¹ Asst. Prof., ²Lecturer, Technological Plasma Research Unit, Faculty of Science, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha Sarakham, 44150 Thailand.

³ Assoc. Prof., Faculty of Science, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha Sarakham, 44150 Thailand.

* Corresponding author; Artit Chingsungnoen, Technological Plasma Research Unit, Faculty of Science, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha Sarakham, 44150 Thailand. artit.ching@gmail.com

บทนำ

พลาสมาเจ็ต คือ พลาสมาที่เกิดจากแก๊สถูกบีบให้ไหลผ่านหัวไฟฟ้าปลายแหลมซึ่งเป็นบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าและความถี่สูง แก๊สจะเกิดการแตกตัวเป็นพลาสมาและถูกผลักออกมาตามแรงดันแก๊สจากแหล่งจ่าย จึงเกิดเป็นลำพลาสมาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1-2 มิลลิเมตร พุ่งออกมาเรียกว่า พลาสมาเจ็ต¹⁻³ ถ้าสามารถควบคุมกระแสไฟฟ้าจากพลาสมาให้อยู่ในระดับมิลลิแอมแปร์ จะสามารถควบคุมอุณหภูมิของพลาสมาให้ต่ำกว่า 70 องศาเซลเซียส เราเรียกพลาสมาชนิดนี้ว่า พลาสมาเย็น (cold plasma)⁴ ที่สามารถทำงานได้ที่ความดันบรรยากาศ (atmospheric pressure plasma jet, APPJ) เนื่องจากพลาสมาชนิดนี้มีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้อง จึงสามารถนำลำของพลาสมาที่พุ่งออกมาไปใช้ในการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงพื้นผิวของวัสดุ (plasma surface modification) ได้หลายชนิด เนื่องจากการปรับปรุงเฉพาะระดับผิวไม่กระทบต่อสมบัติภายในของวัสดุนั้นๆ จึงสามารถประยุกต์ใช้ในหลายๆ อุตสาหกรรม อาทิเช่น อุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม เช่น การเปลี่ยนแปลงผิวของเส้นใยให้ผ้าชอบน้ำ (hydrophilic) หรือไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) หรือทำให้เส้นใยที่ผ่านการปรับปรุงด้วยพลาสมาสามารถย้อมติดสีได้ดีขึ้น เพิ่มความสามารถในการยึดเกาะโปรตีนบนวัสดุชีวภาพ เป็นต้น ในช่วงสิบกว่าปีที่ผ่านมา การปรับปรุงผิววัสดุโดยใช้พลาสมา (plasma treatment) กำลังเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย เพราะเป็นเทคโนโลยีที่มีราคาถูก (low cost) สะอาด (clean technology) และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพราะไม่ใช้สารเคมี⁶⁻⁸

ในปัจจุบันได้มีการศึกษาเพื่อนำเอาวัสดุเหลือใช้จากไหม เช่น เศษเส้นไหม ที่เกิดขึ้นระหว่างการสาวไหม หรือรังไหมที่ตัดแล้วมาพัฒนาเป็นผงไหม (silk powder)⁹⁻¹² ซึ่งเป็นโปรตีนธรรมชาติประกอบไปด้วยกรดอะมิโน 18 ชนิด แล้วนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น ใช้ทำเครื่องสำอาง อาหาร และเป็นวัสดุทางการแพทย์ สำหรับประเทศไทยมีเศษไหมเหลือทิ้งปีละประมาณ 300 ตัน สิ่งเหลือทิ้งนี้หากนำมาเพิ่มมูลค่าโดยเปลี่ยนเป็นผงไหมจะมีมูลค่าสูงถึง 1,800 ล้านบาท ผงไหมพันธุ์ไทยที่ผลิตได้มี 2 ชนิด คือ ผงไหมเซรีซิน (sericin) เป็นผงไหมสีเหลืองที่สกัดจากกาวไหม มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ขจัดเซลล์ผิว มีสมบัติดูดความชื้นและเก็บน้ำได้ดี จึงเหมาะแก่การผลิตเครื่องสำอาง เช่น แป้งฝุ่น เป็นต้น และผงไหมไฟโบรอิน (fibroin) เป็นผงไหมสีขาวที่สกัดจากเส้นไหม ส่วนใหญ่ใช้เป็นส่วนผสมผลิตภัณฑ์อาหาร เนื่องจากไม่ทำให้สีและกลิ่นของอาหารเปลี่ยนแปลง

งานวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้พลาสมาปรับปรุงผิวผงไหมเซรีซินให้มีความชอบน้ำมากขึ้น¹³ ซึ่งจะทำให้ผงไหมมีสมบัติในการดูดความชื้นและเก็บน้ำได้ดีมากขึ้นโดยใช้เทคนิคการอาบลำพลาสมาเจ็ตที่ความดันบรรยากาศ เพื่อการประยุกต์ใช้ในการผลิตเครื่องสำอางต่อไป

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

การปรับปรุงผิวผงไหมทำได้โดยนำผงไหมที่ผ่านการลดขนาดมาโรยบนกระจกสไลด์ที่มีเทพกาวสองหน้าแบบบางติดอยู่ และเกลี่ยให้ผงไหมกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ จากนั้นทำการติดตั้งระบบพลาสมาเจ็ตที่ความดันบรรยากาศ ดังแสดงใน (Figure 1) โดยจะต้องทดสอบการทำงานของหัวกำเนิดลำพลาสมาเจ็ตให้สามารถจุดพลาสมาติดที่ความดันบรรยากาศได้อย่างเสถียร ซึ่งทำได้โดยการปรับอัตราการไหลของแก๊สเข้า ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้แก๊สอาร์กอนที่อัตราการไหล 1.6 slm (standard liter per minute) ผสมแก๊สออกซิเจน ที่อัตราการไหล 0.02 slm ซึ่งต่อไปนี้จะเขียนสั้น ๆ ว่าใช้อัตราการไหลของ Ar/O₂ เท่ากับ 1.6/0.02 เมื่อใช้กำลังไฟฟ้าและความถี่ไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟที่เหมาะสม จะสังเกตเห็นลำพลาสมาพุ่งออกมาจากปลายหัวฉีด (nozzle) อย่างสม่ำเสมอ จากนั้นปรับระดับกระจกสไลด์ที่มีผงไหมติดอยู่ให้ต่ำกว่าปลายหัวฉีดประมาณ 1 เซนติเมตร จึงทำการปรับปรุงผิวโดยการอาบพลาสมา (plasma exposure) เป็นเวลาต่างๆ กัน ในช่วง 15 ถึง 75 วินาที และทิ้งไว้ที่เวลาต่างๆ กัน คือ 4 ชั่วโมง 1 วัน 2 วัน 3 วัน และ 7 วัน ตามลำดับ ในขั้นตอนสุดท้ายได้นำผงไหมที่ผ่านการอาบพลาสมาไปวิเคราะห์ความชอบน้ำ โดยการวัดมุมสัมผัสของหยดน้ำ ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

ผลการวิจัย

กระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าขณะจุดพลาสมา
เนื่องจากความถี่ในการจุดพลาสมาเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญมากต่อพฤติกรรมของอิเล็กตรอนและไอออนในพลาสมา โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้ความถี่ในการจุดพลาสมาในช่วง 50 ถึง 500 กิโลเฮิร์ตซ์ ซึ่งความถี่ในช่วงนี้สามารถกระตุ้นให้แก๊สแตกตัวเป็นพลาสมาตามการเปลี่ยนแปลงของสนามไฟฟ้าได้ แต่อย่างไรก็ตามที่ตัวแปรต่างๆ กัน เช่น ความดันสัดส่วนของแก๊สผสม และระยะห่างระหว่างหัวไฟฟ้า จะมีความถี่ที่เหมาะสมที่ทำให้พลาสมาเกิดการแตกตัวได้มากที่สุด (Figure 2) แสดงสัญญาณแรงดันไฟฟ้า V(t) และสัญญาณกระแสไฟฟ้า I(t) ของหัวกำเนิดพลาสมาเจ็ต ขณะดำเนินการที่ระดับความดันหนึ่งบรรยากาศ และ สัดส่วนอัตราไหล Ar/O₂ เท่ากับ 1.6/0.02 จะพบว่ากราฟ V(t) ไม่ได้เป็นรูปไซน์แบบ

สมบรูณ์ คือกราฟมีความไม่สมมาตรระหว่างช่วงเวลาที่เป็นค่าบวกและค่าลบ ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะตัวของพลาสมาเจ็ตที่ความดันบรรยากาศ โดยช่วงเวลาที่แรงดันไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นถึงแรงดันเบรกดาวน์ (breakdown voltage)¹⁴ จะเป็นช่วงที่แก๊สแตกตัวเป็นพลาสมา จาก (Figure 2) สามารถอ่านค่าศักย์ไฟฟ้าสูงสุดด้านบวกและลบ (V_{p-p}) ได้เท่ากับ 881 โวลต์ และคาบเวลา (T) เท่ากับ 13.04 ไมโครวินาที ซึ่งสอดคล้องกับความถี่ไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟเท่ากับ 76.7 กิโลเฮิร์ตซ์ ขณะที่แกนตั้งทางด้านขวามือแสดงลักษณะกราฟ $I(t)$ ที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา จะเห็นว่าค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้มีความไม่ต่อเนื่อง

เนื่องจากการดิสรจาร์จที่ไม่สม่ำเสมอของหัวพลาสมาเจ็ต โดยสามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดทางด้านบวกและลบ (I_{p-p}) ขณะเกิดพลาสมา ได้เท่ากับ 140 มิลลิแอมแปร์ ขณะที่เกิดการดิสรจาร์จ กำลังไฟฟ้าส่วนหนึ่งจะสูญเสียไปในวงจรของแหล่งจ่ายไฟฟ้า เช่น สูญเสียไปกับความร้อนที่เกิดกับแกนของหม้อแปลงและตัวต้านทานต่างๆ รวมถึงความร้อนที่เกิดกับหัวพลาสมาเจ็ตเอง (Figure 3) แสดงสัญญาณกำลังไฟฟ้า $P(t)$ ซึ่งได้จากผลคูณระหว่างสัญญาณ $V(t)$ และสัญญาณ $I(t)$ ในหนึ่งคาบเวลา (T) กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้จุดพลาสมา ตามสมการที่ 1 มีค่าประมาณ 5.31 วัตต์

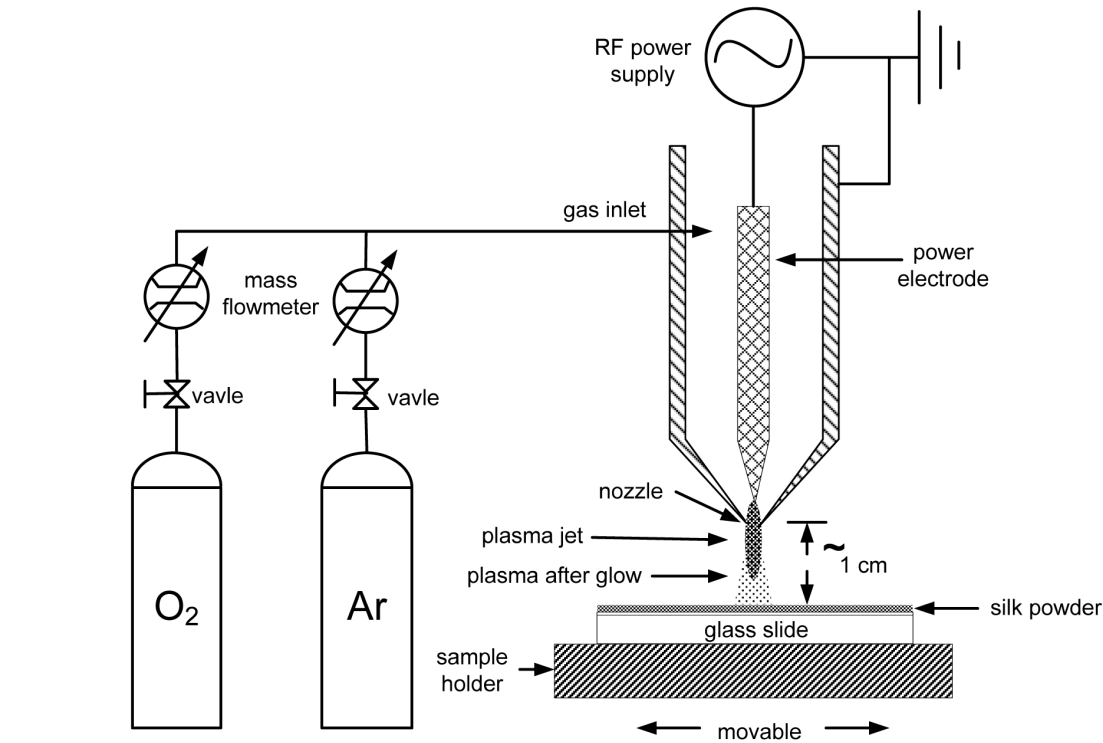


Figure 1 The system for treatment of silk powder using the atmospheric pressure plasma jet

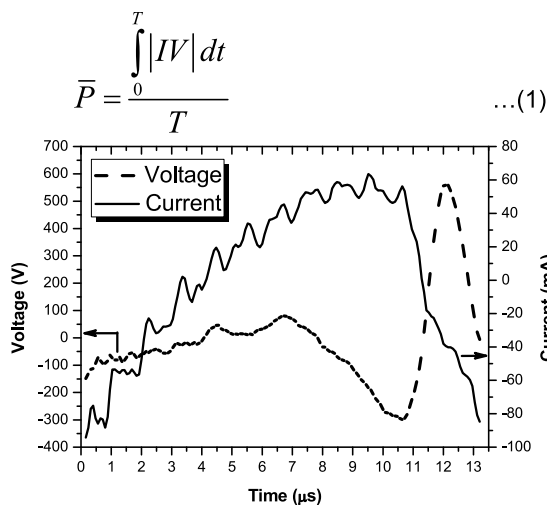


Figure 2 Current-voltage characteristic of the atmospheric pressure plasma jet

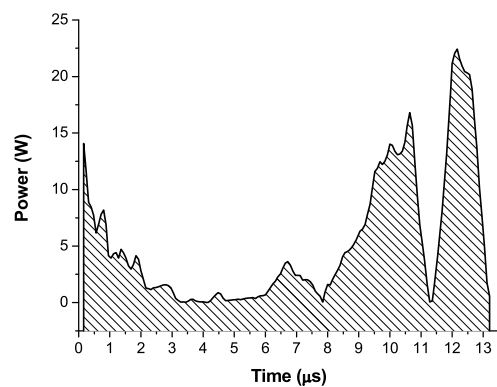


Figure 3 Power consumed by the atmospheric pressure plasma jet

ผลการวัดความชอบน้ำของผงไหมที่ผ่านการอบพลาสมา

ผงไหมที่ผ่านการปรับปรุงผิวด้วยการอบพลาสมาที่เงื่อนไขต่างๆ ได้ถูกนำมาวัดมุมสัมผัส (θ) ของหยดน้ำโดยใช้เครื่อง optical contact angle (OCA, รุ่น FTA1000 Drop Shape Instrument B Frame System) ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการเปียกน้ำ (water wettability) ซึ่งตามสมการของยัง (Young's equation)^{15,16} ค่ามุมสัมผัสถูกนิยามตามสมการที่ 2 ซึ่งเกิดจากสมดุลของแรงสามแรง คือ แรงตึงผิวของของแข็งกับของเหลว (γ_{SL}) แรงตึงผิวของของแข็งกับอากาศ (γ_{SV}) และแรงตึงผิวระหว่างของเหลวกับอากาศ (γ_{LV})

$$\gamma_{SL} - \gamma_{LV} \cos \theta = \gamma_{SV} \quad \dots(2)$$

พื้นผิวที่มีความสามารถในการเปียกสูง (high wettability) จะมีค่ามุมสัมผัส $\theta \ll 90^\circ$ ขณะที่พื้นผิวที่มีความสามารถในการเปียกต่ำ (low wettability) จะมีค่ามุมสัมผัส $\theta \gg 90^\circ$ ดังแสดงใน Figure 4

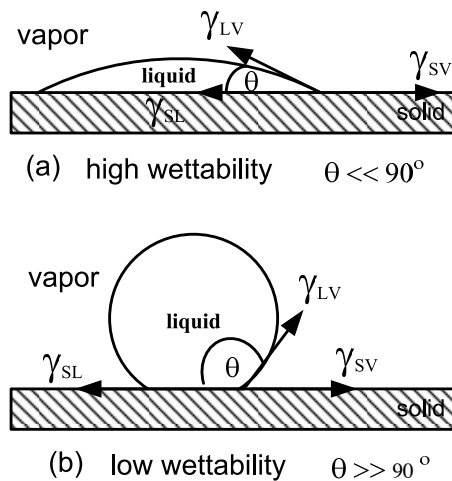


Figure 4 Schematic diagram represent water droplet shape on surface (a) high wettability and (b) low wettability¹⁷

ในกรณีของการหยดน้ำลงบนผิวชิ้นงานที่เป็นผง ค่ามุมสัมผัสจะไม่คงที่ เนื่องจากหยดน้ำสามารถซึมผ่านเข้าไปในช่องว่างระหว่างเม็ดผง ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงต้องแสดงค่ามุมสัมผัสของหยดน้ำเริ่มต้น (initial contact angle) และค่ามุมสัมผัสของหยดน้ำที่ช่วงเวลาต่างๆกันระหว่างการซึมผ่าน จนกระทั่งมุมสัมผัสของหยดน้ำคงที่ ซึ่งเป็นช่วงที่หยดน้ำได้ซึมเข้าไปในผงไหมอย่างสมบูรณ์ ดังแสดงตาม (Figure 5) แสดง

ลักษณะของหยดน้ำบนผงไหมที่ผ่านการปรับปรุงผิวด้วยลาพลาสมาเจ็ตที่อัตราการไหล Ar/O₂ เท่ากับ 1.6/0.02 เป็นเวลา 15 วินาที (Figure 5(a)) แสดงค่ามุมสัมผัสของหยดน้ำที่เวลาเริ่มต้น t = 0 วินาที (Figure 5(b)) แสดงค่ามุมสัมผัสของหยดน้ำเมื่อเวลาผ่านไป t = 4.6 วินาที จะเห็นว่าค่ามุมสัมผัสมีค่าลดลงจากตอนเริ่มต้น คือ 72.95 องศา ลดลงเหลือ 3.36 องศาเมื่อเวลาผ่านไป 4.6 วินาที และหลังจากนี้ค่ามุมสัมผัสของหยดน้ำจะคงที่ต่อไป ดังนั้นจึงถือว่าที่เงื่อนไขการปรับปรุงผิวผงไหมนี้ทำให้ผงไหมมีเวลาการดูดซับน้ำ (absorption time) เท่ากับ 4.6 วินาที

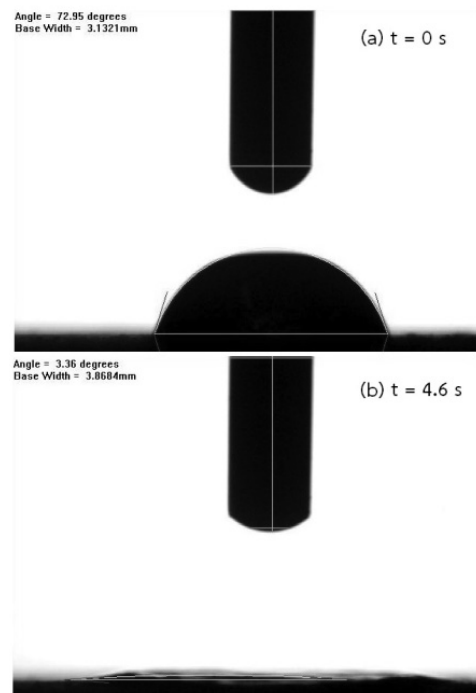


Figure 5 shows the water droplet shape on sericin silk powder after treatment using the Ar/O₂ plasma jet with the exposure time of 15 s (a) at an initial contact and (b) after 4.6 s

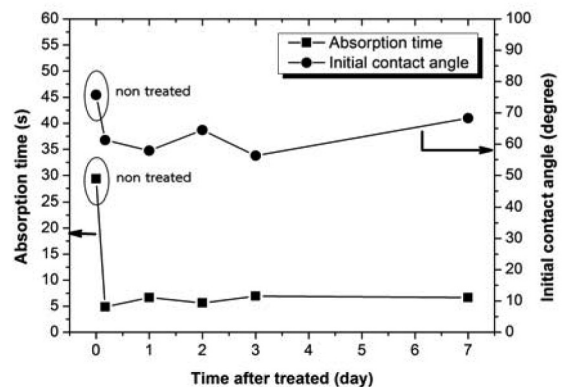


Figure 6 Absorption time and initial contact angle of water droplet on sericin silk powder after treated

(Figure 6) แสดงความสัมพันธ์ของค่ามุมสัมผัสของหยดน้ำเริ่มต้นและเวลาการดูดซับน้ำของผงไหมที่ผ่านการอบพลาสมาเจ็ตที่อัตราการใช้ Ar/O_2 เท่ากับ 1.6/0.02 เป็นเวลา 45 วินาที และถูกทิ้งไว้ให้สัมผัสกับบรรยากาศที่อุณหภูมิห้องที่เวลาต่างๆ กัน คือ 4 ชั่วโมง 1 วัน 2 วัน 3 วัน และ 7 วัน ตามลำดับ พบว่าตัวอย่างของผงไหมที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุงผิว (non-treated) เมื่อนำมาวัดค่ามุมสัมผัสของหยดน้ำเริ่มต้น ได้เท่ากับ 75.7 องศา ขณะที่ผงไหมที่ผ่านการปรับปรุงผิวจะมีค่ามุมสัมผัสของหยดน้ำเริ่มต้นอยู่ในช่วง 60 ถึง 70 องศา ซึ่งถือว่าลดลงเล็กน้อย ในขณะที่ผงไหมที่ผ่านการอบพลาสมาและถูกทิ้งไว้ 4 ชั่วโมง เวลาการดูดซับน้ำมีค่าลดลงจาก 29 วินาที (non treated) เหลือประมาณ 5 วินาที และเมื่อผงไหมที่ผ่านการปรับปรุงผิวถูกทิ้งไว้นานขึ้นถึง 1 2 3 และ 7 วัน เวลาการดูดซับน้ำของผงไหมมีค่าเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย นั่นแสดงว่าผงไหมที่ผ่านการปรับปรุงผิวด้วยพลาสมาและถูกทิ้งไว้เป็นเวลานานยังคงมีความชอบน้ำมากขึ้นเช่นเดิม

(Figure 7) แสดงความสัมพันธ์ของเวลาการดูดซับน้ำของผงไหมที่ผ่านการอบพลาสมาที่เวลา (treatment time) ต่างๆ กัน เวลาการดูดซับน้ำของผงไหมที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุงผิวซึ่งเท่ากับ 29 วินาที และเวลาการดูดซับน้ำของผงไหมที่ผ่านการปรับปรุงผิวที่เวลา 15 วินาที มีค่าลดลงเหลือเพียง 5 วินาที เท่านั้น และเมื่อเพิ่มเวลาการอบพลาสมามากขึ้นถึง 75 วินาที ค่าเวลาการดูดซับน้ำของผงไหมไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก คือมีค่าอยู่ในช่วง 4 ถึง 5 วินาที ซึ่งแสดงว่าการปรับปรุงผิวผงไหมด้วยการอบพลาสมาเพียงช่วงเวลาสั้นๆ ก็สามารถทำให้ผงไหมดูดซับน้ำได้ดีขึ้น เนื่องจากสถานะพลาสมา ประกอบไปด้วยอนุภาคหลายชนิด เช่น ไอออน อิเล็กตรอน อะตอมหรือโมเลกุลที่เป็นกลางทางไฟฟ้า และเรดิคอล (radicals) ซึ่งธรรมชาติของเรดิคอลที่เกิดจากการจุดพลาสมาที่ความดันบรรยากาศจะมีความว่องไวในการทำปฏิกิริยา ดังนั้นเมื่อนำผิววัสดุเข้าใกล้ลำพลาสมาจึงมีโอกาสที่เรดิคอลกับอะตอมที่พื้นผิวของสารจะเกิดอันตรกิริยากันซึ่งกันและกัน (plasma surface interactions)¹⁸⁻²⁰ การยึดติดของเรดิคอลที่ผิวของผงไหมจะทำให้พลังงานเชิงผิว (surface energy) ของผงไหมเปลี่ยนไป เช่น การสร้างหมู่เรดิคอลในกลุ่มคาร์บอนิล (-C=O) คาร์บอกซิล (-COOH) ไฮดรอกซิล (-OH) และเอมีน (-N-) จะเพิ่มพลังงานเชิงผิวของผงไหม ซึ่งจะทำให้ผิวของผงไหมมีความชอบน้ำมากขึ้น

(Figure 8 (a)) แสดงภาพถ่าย SEM ที่กำลังขยาย 5,000 เท่า ของผงไหมที่ไม่ได้ผ่านการอบพลาสมา จะพบว่าผงไหมมีลักษณะเป็นเส้นใยที่มีขนาดความกว้างของเส้นใย

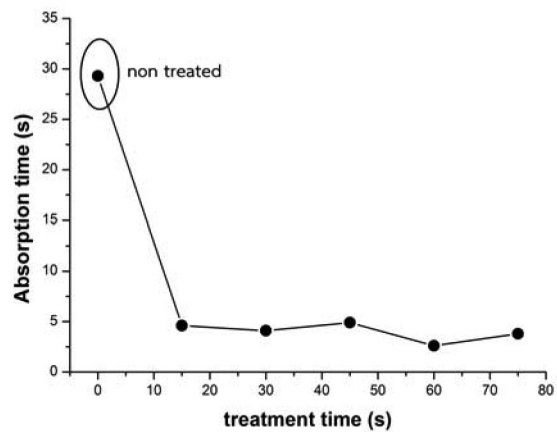


Figure 7 Absorption time of water droplet on sericin silk powder with different treatment time

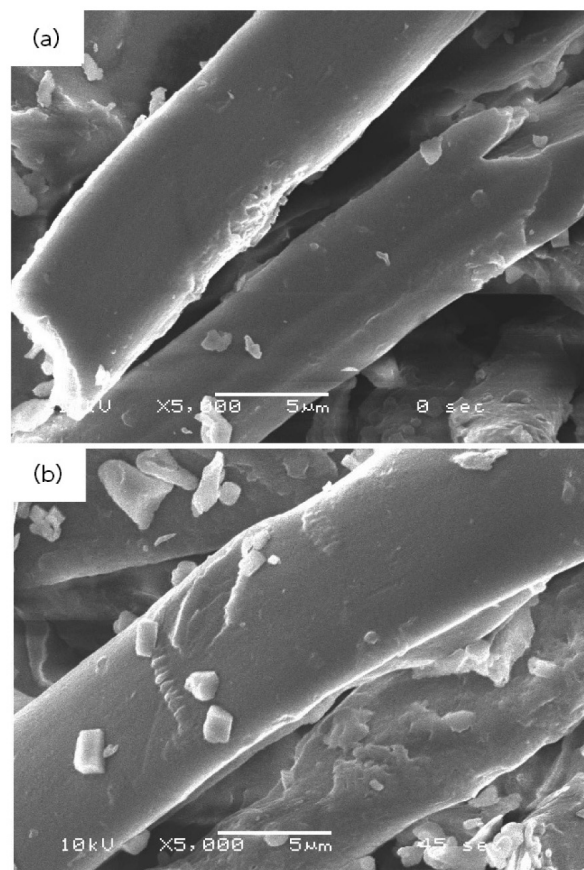


Figure 8 SEM image of sericin silk powder (a) before treatment (b) after treatment using the Ar/O_2 plasma with the exposure time of 45 s

ประมาณ 6 ถึง 8 ไมโครเมตร และมีการฉีกขาดในแนวยาวในขบวนการบดย่อย ขณะที่ (Figure 8 (b)) แสดงภาพถ่าย SEM ของผงไหมที่ผ่านการอบลำพลาสมาเจ็ตที่อัตราการใช้ของแก๊ส Ar/O_2 เท่ากับ 1.6/0.02 เป็นเวลา 45 วินาที โดยพบว่าเส้นใยของผงไหมยังคงมีลักษณะเช่นเดิม ซึ่งแสดงว่าลำ

พลาสมาเจ็ตไม่มีผลกระทบต่อโครงสร้างทางกายภาพของผงไหม

วิจารณ์และสรุปผล

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการปรับปรุงผิวผงไหมโดยใช้พลาสมาเจ็ตที่ความดันบรรยากาศ ที่อัตราการไหล Ar/O₂ เท่ากับ 1.6/0.02 และใช้ความถี่ไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟในการจุดพลาสมาเท่ากับ 76.8 กิโลเฮิร์ตซ์ โดยค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดทางด้านบวกและลบ ขณะเกิดพลาสมา เท่ากับ 140 มิลลิแอมแปร์ ที่กำลังไฟฟ้า 5.31 วัตต์ ตัวอย่างของผงไหมที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุงผิวมีค่าเวลาการดูดซับน้ำเท่ากับ 29 วินาที ในขณะที่ผงไหมที่ผ่านการอบพลาสมา จะมีค่าเวลาการดูดซับน้ำลดลงเหลืออยู่ในช่วง 4 ถึง 6 วินาที การอบผงไหมด้วยพลาสมาในช่วงเวลาอย่างน้อย 15 วินาทีทำให้ผงไหมดูดซับน้ำได้เร็วกว่า 6 เท่า ซึ่งจะทำให้ผงไหมมีสมบัติดูดความชื้นและเก็บน้ำได้ดีมากขึ้น นอกจากนี้ผงไหมที่ผ่านการปรับปรุงผิวด้วยลำพลาสมา และถูกทิ้งไว้ให้สัมผัสกับบรรยากาศนานถึง 7 วัน ยังคงมีความชอบน้ำเช่นเดิม เนื่องจากการยึดติดที่ดีของหมู่เรติคูลที่เพิ่มพลังงานเชิงผิวของผงไหม ผลจากภาพถ่าย SEM ของผงไหมที่ผ่านการอบพลาสมาแสดงให้เห็นว่าลำพลาสมาเจ็ตไม่ได้ไปทำลายโครงสร้างทางกายภาพของผงไหม ดังนั้นเทคนิคการปรับปรุงผิวผงไหมโดยการใช้พลาสมาเจ็ตที่ความดันบรรยากาศจึงเป็นเทคนิคที่น่าสนใจที่มีศักยภาพในการเพิ่มมูลค่าของผงไหมเพื่อการผลิตเครื่องสำอางได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการ HERP-NRU ประจำปีงบประมาณ 2558

เอกสารอ้างอิง

1. Tyata RB, Subedi DP, Shrestha A, Baral D. Development of atmospheric pressure plasma jet in air. Kathmandu university journal of science, engineering and technology 2012;8(12):15-22.
2. Schutze A, Jeong YJ, Babayan ES, Park J, Selwyn SG, Hicks FR. The atmospheric-pressure plasma jet: a review and comparison to other plasma sources. IEEE Trans Plasma Sci 1998;26(6):1685-94.
3. Nehra V, Kumar A, Dwivedi HK. Atmospheric non-thermal plasma sources. International Journal of Engineering 2008;2(1):1-68.
4. Thiyagarajan M, Sarani A, Gonzales XF. Characterization of an atmospheric pressure plasma jet and its applications for disinfection and cancer treatment. Stud Health Technol Inform 2013;184:443-9.
5. Hoffmann C, Berganza C, Zhang J. Cold atmospheric plasma: methods of production and application in dentistry and oncology. Medical Gas Research 2013;3(21):1-15.
6. Teschke M, Kedzierski J, Finantu-Dinu EG, Korzec D, Engemann J. High speed photographs of a dielectric barrier atmospheric pressure plasma jet. IEEE Trans Plasma Sci 2005;33(2):310-1.
7. Chen G, Chen S, Zhou M, Feng W, Gu W, Yang S. The preliminary discharging characterization of a novel APGD plume and its application in organic contaminant degradation. Plasma Sources Sci Technol 2006;15:603-8.
8. Chu PK, Chen JY, Wang LP, Huang N. Plasma-surface modification of biomaterials. Materials Science and Engineering 2002;R 36:143-206.
9. Mondal M, Trivedy K, Kumar SN. The silk proteins, sericin and fibroin in silkworm, Bombyx mori Linn., - a review. Caspian J Env Sci 2007; 5(2): 63-76.
10. ตั้งฤทัย รัตนสุวรรณ. การสังเคราะห์ผงไหมขนาดนาโนเมตรจากรังไหมด้วยเทคนิคสเปร์ย์ไฟโรลีสซิส. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2551.
11. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน). ถึงเวลา "ผงไหม" ตีตลาดของกิน-ของใช้. Available from: <http://www.manager.co.th/Science/ViewNews.aspx?NewsID=9520000048137> Accessed February 10, 2015.
12. Padamwar MN, Pawar AP. Silk sericin and its applications: A review. J SCI IND RES 2004;63:323-9.
13. Chibowski E, Perea-Carpio R. Problems of contact angle and solid surface free energy determination. Advances in Colloid and Interface Science 2002;98: 245-64.
14. Vaithanomsat P, Punyasawon C. Production of water-soluble silk powder from Bombyx mori Linn. (Nang-Noi Srisakate 1). Kasetsart J (Nat Sci) 2006;40:152-8.

15. Yu W, Shouguo W. The research about the time-effect of the wettability on the wool surface treated by the Ar plasma jet in the atmospheric pressure. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 2009;267:3137-9.
16. Fang K, Zhang C. Surface physical–morphological and chemical changes leading to performance enhancement of atmospheric pressure plasma treated polyester fabrics for inkjet printing. *Applied Surface Science* 2009;255:7561-7.
17. Yuan Y, Lee RT, Bracco G, Holst B. Contact angle and wetting properties. *Surface Science Techniques*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 2013.p.1-34.
18. Chaivan P, Pasaja N, Boonyawan D, Suanpoot P, Vilaithong T. Low-temperature plasma treatment for hydrophobicity improvement of silk, *Surf Coatings Technol*, 2005;193:356-60.
19. Noh JH, Baik HK, Noh I, Park J-C, Lee I-S. Surface modification of polytetrafluoroethylene using atmospheric pressure plasma jet for medical application, *Surface & Coatings Technology* 2007;201:5097–101.
20. Thomas M, Mittal KL. *Atmospheric pressure plasma for surface modification: Relevance to adhesion*. Massachusetts, Scrivener Publishing LLC; 2013.

ผลของแรงลอยตัวต่อสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ไหลแบบเทอร์บูเลนต์ในสภาวะเหนือจุดวิกฤติลงในท่อแวนนูลัสเอียง 45 องศา สำหรับกระบวนการระบายความร้อน

Buoyancy Effect to Heat Transfer Coefficients of the CO₂-supercritical Turbulent Downward Flow in an Annulus Tube Inclined 45° for Cooling Process

ปรเมษฐ์ จันทร์เพ็ง¹, วีระวุฒิ อรุณวรรณนะ^{2*}, ยุทธนา อุไรชื่น³, กนกทิพย์ สร้อยทิพย์⁴, สุทธาทิพย์ ปัญญาพอ⁵
Poramate Chunpang¹, Weerawoot Arunwattana^{2*}, Yuthana Uraichean³, Kanoktip Soiltip⁴, Sutthatip Panyapor⁵

Received: 29 August 2015; Accepted: 15 November 2015

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ไหลแบบเทอร์บูเลนต์ในท่อแวนนูลัสที่สภาวะเหนือจุดวิกฤติสำหรับกระบวนการระบายความร้อนด้วยวิธี Modified Wilson Plot โดยทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลที่เกิดขึ้นในสองกรณี คือ กรณีวางท่อในแนวนอน และกรณีวางท่อเอียง 45 องศา (ให้แก๊สไหลลง) ที่ความดันของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 75, 80 และ 90 บาร์ ในแต่ละความดันได้ทำการทดลองที่อุณหภูมิทางเข้าของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 30 - 90 องศาเซลเซียส โดยควบคุมอัตราการไหลของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์คงที่ที่ 0.086 กิโลกรัมต่อวินาที จากผลการทดลองพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนทั้งในท่อที่วางในแนวนอนและในแนวเอียงค่าจะมีค่าสูงสุดในแต่ละเส้นความดันที่จุดอุณหภูมิวิกฤติเทียบ และที่ความดันใกล้เคียงความดันวิกฤติค่าจะมีค่าสูงกว่าเส้นความดันที่ห่างออกไป เมื่อเปรียบเทียบค่าการไหลในท่อทั้งสอง พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของท่อที่วางในแนวเอียงมีค่าน้อยกว่าท่อที่วางในแนวนอน โดยเฉพาะในบริเวณที่อุณหภูมิเฉลี่ยของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ใกล้จุดอุณหภูมิวิกฤติเทียบจะมีค่าน้อยกว่าชัดเจน ทั้งนี้มีผลมาจากแรงลอยตัวที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างผิวผนังท่อและกลางลำท่อตลอดช่วงการไหลในท่อที่วางในแนวเอียงโดยเฉพาะบริเวณที่อยู่ใกล้จุดอุณหภูมิวิกฤติเทียบเป็นบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นมากที่สุด

คำสำคัญ: สัมประสิทธิ์การพาความร้อน การไหลแบบเทอร์บูเลนต์ สภาวะเหนือจุดวิกฤติ อุณหภูมิวิกฤติเทียบ

Abstract

This research experimented to obtain convective heat transfer coefficients of CO₂ turbulent-flow in annulus tubes for two cases (flow in horizontal and downward-flow in 45° inclined) under supercritical flow by using the Wilson plot method. In the experiments, CO₂ pressure was controlled by 75, 80 and 90 bar respectively. The controlled pressure will vary inlet CO₂ temperature from 30 to 90 °C with the constant mass flow rate of 0.086 kg/s. The results showed that the peak of the convective heat transfer coefficient for both cases in each pressure line is occurred when CO₂ bulk temperature is at the pseudo critical temperature. In comparison of convective heat transfer coefficients it was

^{1,3} อาจารย์, ²ผู้ช่วยศาสตราจารย์, ^{4,5}นิสิตปริญญาตรี สาขาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

^{1,3} Lecturer, ²Asst. Prof., ^{4,5}Undergraduate student, Applied Physics, Faculty of Science, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Mahasarakham 44150, Thailand

* Corresponding author: Weerawoot Arunwattana Department of Physics, Faculty of Science, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Mahasarakham 44150, Thailand

found that convective heat transfer coefficients for the inclined tube were less than that for the horizontal tube. Especially, when average CO_2 temperature is near the pseudo critical temperature, it is obviously lower. This effect is caused by buoyancy force only occurs in the inclined tube.

Keywords: convective heat transfer coefficient, turbulent flow, supercritical, pseudo critical temperature

บทนำ

ระบบปั๊มความร้อน (heat pump system) เป็นระบบหนึ่งที่ได้นำมาประยุกต์ใช้งานต่าง ๆ เช่น การปรับอากาศ การทำน้ำร้อน การอบแห้ง เป็นต้น เนื่องจากระบบนี้มีประสิทธิภาพทางด้านพลังงานสูง ระบบปั๊มความร้อนที่ใช้ในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นระบบแบบอัดไอ ซึ่งจะต้องใช้สารทำงานในการแลกเปลี่ยนความร้อนจากแหล่งให้ความร้อนอุณหภูมิต่ำ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการให้ความร้อน (heating process) แล้วใช้อุปกรณ์อัดไออัดขึ้นไปยังแหล่งรับความร้อนที่อุณหภูมิสูง เพื่อระบายความร้อนออกในกระบวนการระบายความร้อน (cooling process) โดยพบว่าตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ระบบปั๊มความร้อนทำงานในวัฏจักรที่อยู่ต่ำกว่าจุดวิกฤติ (sub-critical cycle) และสารทำงานที่ใช้ช่วงแรก ๆ เป็นสารจำพวก CFCs (Chlorofluorocarbons) เช่น R12, R22 เป็นต้น แต่สารนี้ถูกค้นพบว่า เป็นตัวการในการทำลายชั้นบรรยากาศโอโซน ต่อมาหลาย ๆ ประเทศโดยเฉพาะในกลุ่มประเทศที่พัฒนา ได้มีการเปลี่ยนมาใช้สารจำพวก HFCs (Hydro fluorocarbons) เช่น R134a, R410 เป็นต้น เนื่องจากส่งผลต่อการทำลายชั้นบรรยากาศโอโซนน้อยกว่า อย่างไรก็ตามสารจำพวกนี้ยังมีค่า GWP (Global Warming Potential) สูง ซึ่งมีผลกระทบต่อภาวะโลกร้อน

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ได้ถูกนำมาใช้ในระบบปั๊มความร้อน² เนื่องจากเป็นสารธรรมชาติมีราคาถูก และมีสมบัติที่เหมาะสมหลายอย่าง เช่น ไม่ติดไฟ ไม่มีฤทธิ์กัดกร่อน และที่สำคัญ คือ ไม่ทำลายชั้นบรรยากาศโอโซน และมีผลต่อสภาวะโลกร้อนน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับสารทำงานสังเคราะห์ อย่างไรก็ตาม แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีอุณหภูมิจุดวิกฤติต่ำ (31°C) และมีความดันวิกฤติสูง (73.8 บาร์) ด้วยเหตุนี้ในกระบวนการระบายความร้อน (cooling process) จะต้องทำงานเหนือจุดวิกฤติ เนื่องจากแหล่งรับความร้อนส่วนใหญ่มีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิจุดวิกฤติ จึงทำให้ระบบนี้มีข้อดีคือ pinch effect ไม่มีผลต่อการออกแบบอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (gas cooler) ในกระบวนการระบายความร้อน ในขณะที่ระบบเดิม (condenser) มีข้อจำกัดในการออกแบบเนื่องจาก pinch effect จึงทำให้ระบบปั๊มความร้อนที่ใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นสารทำงานมีความเหมาะสมกับการนำไปใช้ในกระบวนการทำความร้อน (heating processes)

เช่น การทำน้ำร้อน^{3,4} การอบแห้ง^{5,6} เป็นต้น

เนื่องจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ จะต้อง ทำงานเหนือจุดวิกฤติในกระบวนการระบายความร้อน เมื่อพิจารณาที่สภาวะนี้ พบว่า สมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าแปรปรวนค่อนข้างมาก ด้วยเหตุนี้ได้มีนักวิจัยสนใจศึกษาลักษณะการไหล และการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นเพราะมีความแตกต่างจากการไหลที่อยู่ใต้จุดวิกฤติ โดยเฉพาะการไหลแบบเทอร์บูเลนซ์เป็นการไหลที่ได้นำไปใช้ในวงการออกแบบอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนมากที่สุด โดยพิจารณาจากค่าตัวเลขเรย์โนลด์ (Reynolds number) โดยทั่วไปการไหลในท่อจะมีค่ามากกว่า 2,300 ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนเป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่สำคัญในการศึกษา เนื่องจากเป็นตัวแปรที่สำคัญสำหรับการออกแบบอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (gas cooler) ในระบบปั๊มความร้อน ส่วนมากได้ศึกษาในกรณีที่เป็นพาความร้อนแบบบังคับ (force convection) ที่ไม่คิดผลเนื่องจากการพาความร้อนแบบอิสระ (free convection) ที่เกิดขึ้นภายในท่อที่วางในแนวนอน^{7,8,9,10} แต่เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ที่สภาวะการไหลนี้มีความแปรปรวนไม่เหมือนที่เกิดขึ้นในสภาวะที่อยู่ใต้จุดวิกฤติ โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นที่เกิดขึ้นมากในบริเวณใกล้จุดอุณหภูมิวิกฤติเทียม (ค่าอุณหภูมิที่ทำให้ค่าความร้อนจำเพาะมีค่าสูงสุด) ผลของการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นนี้อาจส่งผลทำให้เกิดแรงลอยตัวเกิดขึ้นถึงแม้ว่าอุณหภูมิของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างที่ผิวผนังท่อและที่กลางลำท่อจะมีค่าแตกต่างเล็กน้อยก็ตาม และอาจเกิดการพาความร้อนแบบอิสระขึ้น (free convection) นอกเหนือจากการพาความร้อนแบบบังคับ การพาความร้อนแบบอิสระนี้อาจมีผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนเพิ่มขึ้น หรือลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับพาความร้อนแบบบังคับอย่างเดี่ยว (ไม่ได้คิดผลของแรงลอยตัว) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะการไหลที่เกิดขึ้น การศึกษาผลของแรงลอยตัวของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ไหลในสภาวะเหนือจุดวิกฤติ ส่วนมากพบในกรณีการไหลสำหรับกระบวนการทำความร้อน (Heating processes) เพื่อใช้หล่อเย็นเตาปฏิกรณ์แทนระบบเดิมที่ใช้ (น้ำหล่อเย็น) ซึ่งสามารถลดความดันลงได้ โดยส่วนมากศึกษาการไหลในแนวตั้ง^{11,12,13,14} และส่วนน้อยที่ศึกษาการไหลในแนวเอียง¹⁵ Sandeep Pidaparti

และคณะ¹⁶ ได้ทำการทดลองศึกษาผลของแรงลอยตัวต่อสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤติในกระบวนการทำความร้อนในท่อที่วางในแนวนอน และแนวตั้ง พบว่า กรณีที่อุณหภูมิของผนังท่อมีค่ามากกว่าอุณหภูมิวิกฤติเทียบ และอุณหภูมิสาของแก๊ส (bulk temperature) มีค่าน้อยกว่าค่าอุณหภูมิวิกฤติเทียบ แรงลอยตัวที่เกิดขึ้นมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อน ซึ่งพบว่า ในกรณีวางท่อในแนวนอนสัมประสิทธิ์การพาความร้อนจะมีค่าเพิ่มขึ้นในส่วนซีกด้านล่างของท่อ และมีค่าลดลงในส่วนซีกด้านบนของท่อ สำหรับในกรณีไหลขึ้นด้านบน แรงลอยตัวจะไปลดแรงเฉือนเทอร์บูเลนต์ (turbulent shear stress) ส่งผลทำให้ลดค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อน ในทางตรงข้ามในกรณีไหลลงแรงลอยตัวจะไปเพิ่มแรงเฉือนเทอร์บูเลนต์ ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนเพิ่มขึ้น

สำหรับการศึกษาผลกระทบจากแรงลอยตัวต่อสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการระบายความร้อน (cooling process) ที่นำมาประยุกต์ใช้ในระบบปั๊มความร้อน พบว่า ยังมีการศึกษาค่อนข้างน้อย ที่พบเป็นการศึกษาการไหลในท่อที่วางในแนวตั้ง¹⁷ และการศึกษาการไหลในท่อที่วางในแนวเอียง¹⁸ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาผลของแรงลอยตัวต่อการพาความร้อนของคาร์บอนไดออกไซด์ ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤติที่ไหลลงในท่อแอนนูลัสเอียง 45 องศา ในกระบวนการระบายความร้อน (cooling process) ด้วยการทดลอง

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

พิจารณาจาก (Figure 1) เป็นชุดการทดลองเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ไหลในท่อแอนนูลัสในสภาวะการไหลเหนือจุดวิกฤติ ในชุดทดลองประกอบด้วยสามส่วนที่สำคัญ คือ ส่วนของการไหลของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนการไหลของน้ำ และส่วนของการทดสอบ (test section) ส่วนการไหลของแก๊สประกอบ

ไปด้วยอุปกรณ์ (1) ถังบรรจุแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂ container) ทำหน้าที่เติมแก๊สเข้าสู่ระบบ (2) ตัวกรอง (filter) ทำหน้าที่กรองสิ่งเจือปนเข้าสู่ระบบ (3) เกจวัดความดัน (pressure gage) ทำหน้าที่วัดความดันของแก๊ส (4) สกรูวาล์ว (screw valve) ทำหน้าที่เปิด-ปิดช่องการไหลของแก๊ส (5) วาล์วปรับละเอียด (needle valve) ทำหน้าที่ปรับอัตราการไหลของแก๊ส (6) gas booster ทำหน้าที่อัดแก๊สให้มีความดันสูงขึ้น (7) ปั๊มแก๊สมหุนเวียน (circulation gas pump) ทำหน้าที่ในการหมุนเวียนแก๊สให้ไหลในระบบ (8) pre-heater ทำหน้าที่ในการอุ่นแก๊สให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น (9) pre-cooler ทำหน้าที่ลดอุณหภูมิของแก๊สลง (10) coriolis gas mass flow meter ทำหน้าที่วัดอัตราการไหลของแก๊ส และ (11) อุปกรณ์วัดความดันแตกต่างกัน

ส่วนการไหลของน้ำประกอบไปด้วยอุปกรณ์ (12) ถังน้ำ (water tank) ทำหน้าที่จ่ายน้ำและเก็บน้ำ (13) ตัวกรอง (filter) ทำหน้าที่กรองสิ่งเจือปนเข้าสู่ระบบ (14) ปั๊มน้ำ (water pump) ทำหน้าที่หมุนเวียนน้ำให้ไหลในระบบ (15) สกรูวาล์ว ทำหน้าที่เปิด-ปิดช่องการไหลของน้ำ (16) วาล์วปรับละเอียด ทำหน้าที่ปรับอัตราการไหลของน้ำ (17) pre-heater ทำหน้าที่ในการอุ่นน้ำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น (18) pre-cooler ทำหน้าที่ลดอุณหภูมิของน้ำลง (19) rota mass flow meter ทำหน้าที่วัดอัตราการไหลของน้ำ

ส่วนสุดท้าย คือ (20) ส่วนของการทดลอง ประกอบด้วย ท่อแลกเปลี่ยนความร้อนแบบ tube-in-tube ทำมาจากท่อทองแดง type K มีขนาดความยาว L = 1000 mm โดยท่อด้านในมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน $D_{1,i} = 7.045$ mm และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก $D_{1,o} = 9.525$ mm ในขณะที่ท่อด้านนอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน $D_{2,i} = 13.395$ mm และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก $D_{2,o} = 15.875$ mm โดยผิวท่อด้านนอกหุ้มฉนวนอย่างดี ในท่อแลกเปลี่ยนความร้อนจะให้น้ำไหลในท่อด้านใน และกำหนดให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไหลในช่องแอนนูลัส ดัง (Figure 2)

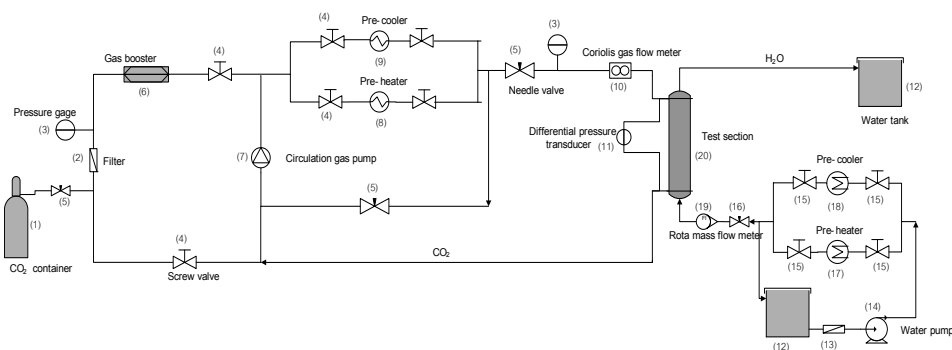
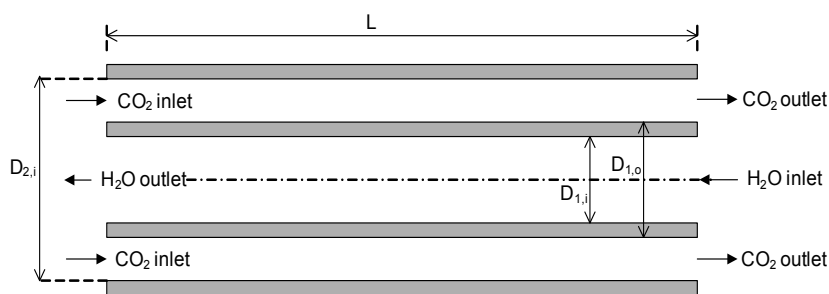


Figure 1 Schematic diagram of the test facility

Table 1 Details of instruments

Measurement	Devices	Model	Range	Uncertainty
Temperature	Thermocouple	Type K	-25 to 150 °C	±0.05%
Pressure	Pressure gage	Okura	0 to 200 bar	±0.10%
Gas mass flow rate	Coriolis mass flow meter & Transmitter	Emerson / F025 Series & IFT9701	0 to 445 kg/hr	±0.50%
Water flow rate	Rota flow meter	Dwyer RMC Series	0 to 20 GPH	±2.0%
Differential pressure	Differential pressure transducer	Endress+Hauser PMD75 Series	0.25 mbar to 40 bar	±0.05%

**Figure 2** Schematic of the test section

นอกจากนี้ได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์วัดความดันแตกต่าง (differential pressure transducer) ของแก๊สที่เกิดขึ้นในส่วนการทดลอง และได้ทำการติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิล type K ตรงตำแหน่งทางเข้าและทางออกของทั้งท่อการไหลของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ โดยมีรายละเอียดหือ รุ่ และความคลาดเคลื่อนของอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัด ดัง (Table 1) ในการทดลองได้ทำการทดลองสองกรณี คือ กรณีที่ส่วนของการทดลองวางในแนวนอน (เป็นกรณีของค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนที่เกิดขึ้นจากการพาความร้อนแบบบังคับเท่านั้น ถึงแม้ว่าการวางท่อในแนวนอนผลของแรงลอยตัวจะมีค่าเกิดขึ้น แต่จากผลการทดลองของ Sandeep Pidaparti และคณะ¹⁶ พบว่า ค่าที่เพิ่มขึ้นในส่วนซีกด้านบนของท่อและค่าที่ลดลงในส่วนซีกด้านล่างของท่อมีค่าค่อนข้างน้อยและจะหักล้างกันเอง ดังนั้นในกรณีวางท่อในแนวนอนเราไม่คิดผลเนื่องจากแรงลอยตัว) และกรณีส่วนของการทดลองติดตั้งเอียงทำมุม 45° กับแนวระดับ (มีผลมาจากแรงลอยตัว ซึ่งอาจทำให้มีค่ามากขึ้นหรือลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับท่อที่วางในแนวนอน) โดยให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไหลลง ซึ่งในแต่ละกรณีจะมีขั้นตอนการดำเนินการที่เหมือนกัน คือ อันดับแรกทำการติดตั้งส่วนของการทดลอง (แนวนอน หรือแนวเอียง) จากนั้นทำการดูดอากาศและเศษเจือปนต่าง ๆ ที่อยู่ในระบบออกให้

หมดโดยใช้ปั๊มสุญญากาศ แล้วทำการเติมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปในระบบให้ได้ความดันประมาณ 25 bar แล้วปิดวาล์วปรับละเอียด ตรงทางออกของถังแก๊ส แล้วตรวจสอบรอยรั่วจนมั่นใจว่าไม่มีรอยรั่ว แล้วปิดสกรูวาล์วก่อนไหลเข้าถังแก๊ส ดัง (Figure 1) จากนั้นใช้ gas booster อัตราความดันให้สูงขึ้นจนกระทั่งได้ความดันที่ต้องการแล้วปิดสกรูวาล์วตรงทางออก gas booster จากนั้นทำการเปิด circulation pump เพื่อให้แก๊สไหลในระบบโดยใช้วาล์วปรับละเอียดปรับให้ได้อัตราการไหลตามที่ต้องการ เมื่อได้ความดันและอัตราการไหลของแก๊สตามที่ต้องการ จากนั้นทำการปรับอุณหภูมิของแก๊สโดยการปิดสกรูวาล์วตัวที่เข้าและออกจาก pre-cooler ในกรณีที่ต้องการเพิ่มอุณหภูมิของแก๊ส แล้วปรับฮีตเตอร์จนกระทั่งได้อุณหภูมิของแก๊สตามที่ต้องการ ส่วนกรณีที่ต้องการลดอุณหภูมิของแก๊สให้ทำการปิดสกรูวาล์วตัวที่เข้าและออกจาก pre-heater ในส่วนการไหลของน้ำ อันดับแรกทำการเปิดปั๊มน้ำ จากนั้นทำการปรับอุณหภูมิของน้ำให้ได้ตามที่ต้องการ ซึ่งในกรณีเพิ่มอุณหภูมิน้ำให้ปิดสกรูวาล์วตัวที่เข้าและออกจาก pre-cooler ในขณะที่ต้องการลดอุณหภูมิของน้ำให้ปิดวาล์วตัวที่เข้าและออกจาก pre-heater จากนั้นปรับอัตราการไหลของน้ำตามที่ต้องการโดยใช้วาล์วปรับละเอียด ดัง (Figure 1)

สำหรับเงื่อนไขในการทดลอง ทั้งในกรณีที่ตั้งตั้งส่วนของการทดลองในแนวนอน และกรณีที่ตั้งตั้งในแนวเอียง 45° ได้ทำการทดลองที่ความดัน 75, 80 และ 90 bar โดยในแต่ละความดันได้ทำการทดลองที่อุณหภูมิทางเข้าของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ 30, 40, 60, 80 และ 90 °C ตามลำดับที่อัตราการไหลของแก๊สคงที่ 0.086 kg/s นอกจากนี้ในแต่ละสภาวะการทดลองของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้ทำการปรับอัตราการไหลของน้ำ 12, 14, 16, 18 และ 20 GPH ตามลำดับ โดยควบคุมให้ LMTD (Log Mean Temperature Different) ของท่อแลกเปลี่ยนความร้อนมีค่าค่อนข้างคงที่โดยการปรับอุณหภูมิของน้ำ

วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (h_{CO_2}) ที่ไหลในท่อแอนนูลัสทั้งสองกรณีที่ตั้งตั้งจะใช้วิธี Modified Wilson Plot¹⁹ จาก (Figure 2) สามารถหาความต้านทานความร้อนรวม (R_{tot}) โดยไม่คิดผลเนื่องจาก fouling factor การไหลเป็นแบบคงที่ และการถ่ายโอนความร้อนมีทิศทางในแนวรัศมีเท่านั้น ได้ดังนี้

$$R_{tot} = \frac{1}{\pi D_{1,i} L h_w} + \frac{\ln \frac{D_{1,o}}{D_{1,i}}}{2\pi k_{wall} L} + \frac{1}{\pi D_{1,o} L h_{CO_2}} \quad (1)$$

R_{tot} = ความต้านทานความร้อนรวม (°C/kW)

h_w = สัมประสิทธิ์การพาความร้อนของน้ำ (kW/m²°C)

h_{CO_2} = สัมประสิทธิ์การพาความร้อนของ CO₂ (kW/m²°C)

L = ความยาวท่อ (m)

k_{wall} = ค่าการนำความร้อนของท่อ (kW/m °C)

$D_{1,i}$ = เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อที่หนึ่ง (m)

$D_{1,i}$ = เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อที่หนึ่ง (m)

โดยค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของน้ำ (h_w) จะใช้รูปสมการของ Dittus-Boelter²⁰ สำหรับคำนวณหาสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของของไหลสถานะเดียวที่ไหลแบบปั่นป่วน ดังนี้

$$h_w = C \cdot Re^m \cdot Pr^n \cdot \frac{k_w}{D_{1,i}} \quad (2)$$

C, m, n = ค่าคงที่

Re = ตัวเลขเรย์โนลด์ (Reynolds number)

Pr = ตัวเลขพรานด์เทิล (Prattle number)

k_w = ค่าการนำความร้อนของน้ำ (kW/m °C)

สำหรับกรณีนี้ (น้ำถูกทำให้ร้อนขึ้น) $n = 0.4$ แทนสมการที่ 2 ลงในสมการที่ 1 แล้วจัดรูปแบบใหม่ได้ดังนี้

$$\left(R_{tot} - \frac{\ln \frac{D_{1,o}}{D_{1,i}}}{2\pi k_{wall} L} \right) = \frac{1}{\pi D_{1,i} L C \cdot Re^m \cdot Pr^{0.4} \cdot \frac{k_w}{D_{1,i}}} + \frac{1}{\pi D_{1,o} L h_{CO_2}} \quad (3)$$

เขียน R_{tot} ให้อยู่ในรูป (1/UA) โดย $A = A_i = \pi D_{1,i} L$ ดังนั้นจัดรูปสมการที่ 3 ใหม่ได้ดังนี้

$$\left(\frac{1}{U} - \frac{D_{1,i} \cdot \ln \frac{D_{1,o}}{D_{1,i}}}{2k_{wall}} \right) = \frac{1}{C \cdot Re^m \cdot Pr^{0.4} \cdot \frac{k_w}{D_{1,i}}} + \frac{D_{1,i}}{D_{1,o} h_{CO_2}} \quad (4)$$

U = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (kW/m²°C)

จะเห็นว่าสมการที่ (4) อยู่ในรูปของสมการเส้นตรง

$$Y = A \cdot X + B \quad (5)$$

$$\text{เมื่อ } Y = \left(\frac{1}{U} - \frac{D_{1,i} \cdot \ln \frac{D_{1,o}}{D_{1,i}}}{2k_{wall}} \right) \quad (6)$$

$$A = \frac{1}{C} \quad (7)$$

$$X = \frac{1}{Re^m \cdot Pr^{0.4} \cdot \frac{k_w}{D_{1,i}}} \quad (8)$$

$$B = \frac{D_{1,i}}{D_{1,o} h_{CO_2}} \quad (9)$$

ค่า U เป็นตัวแปรที่ทราบค่าซึ่งคำนวณได้จากสมการ

$$U = \frac{Q}{(\pi d_i L) \cdot \frac{(T_{CO_2, out} - T_{w, in}) - (T_{CO_2, in} - T_{w, out})}{\ln \left(\frac{T_{CO_2, out} - T_{w, in}}{T_{CO_2, in} - T_{w, out}} \right)}} \quad (10)$$

$$Q = \dot{m}_w c_{p,w} (T_{w, out} - T_{w, in}) \quad (11)$$

กำหนดให้ h_{CO_2} มีค่าคงที่ที่สภาวะทางเข้าคงที่ค่าหนึ่งจากนั้นปรับค่าอัตราการไหลของน้ำตามเงื่อนไขการทดลองข้างต้น ดังนั้นในการทดลองหาค่า h_{CO_2} เมื่อมีการปรับอัตราการไหลของน้ำจำเป็นต้องปรับให้ LMDI มีค่าคงที่ซึ่งจะได้จุดตัดแกน Y (B) เพื่อที่จะไปคำนวณหาค่า ดัง (Figure 3)

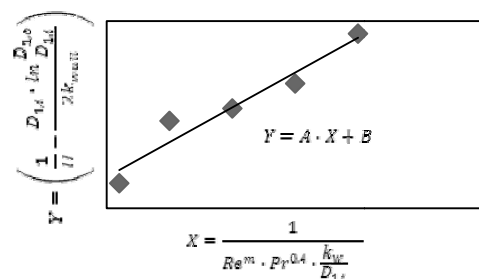


Figure 3 A Wilson Plot

อย่างไรก็ตามไม่สามารถแก้สมการเชิงเส้นโดยการพลอตดังกล่าวข้างต้นได้ เนื่องจากเรามีตัวแปรที่ไม่ทราบค่าสามตัวแปร คือ h_{CO_2} , C และ m ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการเดาค่าของ m เพื่อไปคำนวณหาค่า h_{CO_2} ที่ได้จากการเดาค่า m ครั้งแรกแล้วนำไปพลอตกราฟที่สองโดยมีรายละเอียดในการพลอตกราฟที่สองดังนี้

จากสมการที่ (4) เขียนใหม่ได้ดังนี้

$$\left\{ \left(\frac{1}{U} - \frac{D_{1,i} \cdot \ln \frac{D_{1,o}}{D_{1,i}}}{2k_{wall}} \right) - \frac{D_{1,i}}{D_{1,o} h_{CO_2}} \right\} \cdot Pr^{0.4} \cdot \frac{k_w}{D_{1,i}} = \frac{1}{C \cdot Re^m} \tag{12}$$

$$\text{ซึ่ง } y_2 = \frac{1}{C \cdot Re^m} \tag{13}$$

ใส่ \ln เข้าไปจะได้

$$\ln y_2 = -m \cdot \ln(Re) - \ln C \tag{14}$$

ซึ่งอยู่ในรูปสมการเส้นตรง

$$Y_2 = D \cdot X_2 + E \tag{15}$$

$$\text{เมื่อ } Y_2 = \ln y_2 \tag{16}$$

$$D = -m \tag{17}$$

$$X_2 = \ln(Re) \tag{18}$$

$$E = -\ln C \tag{19}$$

$$Y_2 = \ln \left[\left\{ \left(\frac{1}{U} - \frac{D_{1,i} \cdot \ln \frac{D_{1,o}}{D_{1,i}}}{2k_{wall}} \right) - \frac{D_{1,i}}{D_{1,o} h_{CO_2}} \right\} \cdot Pr^{0.4} \cdot \frac{k_w}{D_{1,i}} \right] \tag{20}$$

จากการเดาค่า m ครั้งแรกเราสามารถหาจุดตัดแกน y ได้ โดยการพลอตกราฟ (Figure 4) ถ้าความชันที่ได้ คือ $D = -m$ แสดงว่าค่าที่ได้ถูกต้อง ถ้าไม่ใช่ให้เดาจนกว่าจะถูก โดยมีขั้นตอนการคำนวณดัง (Figure 5)

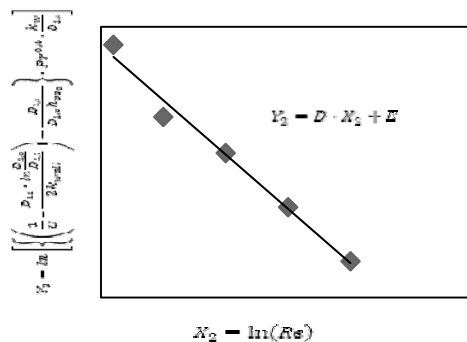


Figure 4 A logarithmic Wilson Plot

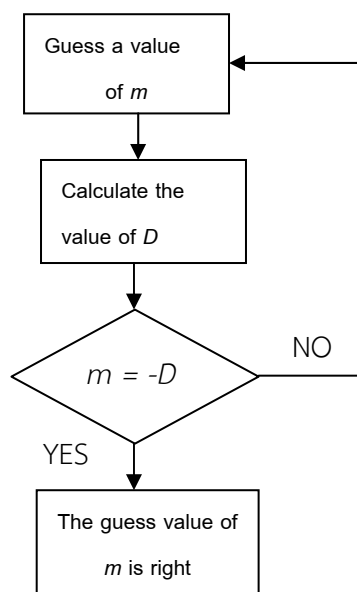


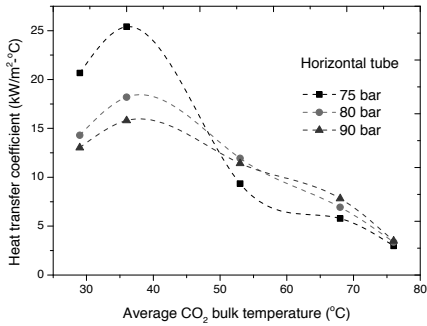
Figure 5 Flow chart diagram of the Wilson Plot algorithm

ผลการศึกษาและวิจารณ์

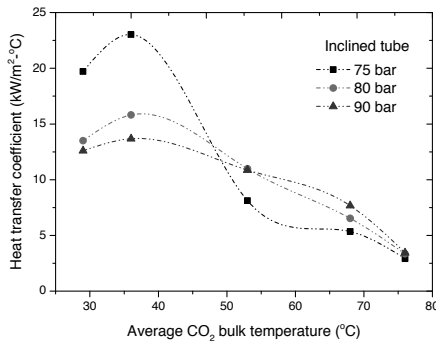
จากผลการทดลองและวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ไหลในท่อแอนนูลิสที่อัตราคงที่ 0.086 kg/s มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไฮโดรลิคส์เท่ากับ 8.5 mm ความยาวท่อ 1000 mm ในช่วงอุณหภูมิเฉลี่ยของแก๊สที่ไหลในท่อ ((อุณหภูมิเข้า + อุณหภูมิออก)/2) 29 – 76 °C ที่ความดัน 75, 80 และ 90 bar แสดงได้ดัง (Figure 6 (A)) กรณีติดตั้งในแนวนอน และ (B) ติดตั้งเอียง 45° กับแนวระดับ พบว่า แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของแก๊สมีลักษณะคล้ายๆ

กันสำหรับการติดตั้งทั้งสองแบบ เมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ที่ 36 °C ซึ่งเป็นบริเวณที่อยู่ใกล้อุณหภูมิวิกฤติเทียม ทั้งสามความดัน (อุณหภูมิวิกฤติเทียม คือ ตำแหน่งของอุณหภูมิที่ทำให้มีความร้อนจำเพาะสูงสุด โดยพบว่า ที่ความดัน 75, 80, และ 90 bar จะมีอุณหภูมิ

วิกฤติเทียม เท่ากับ 31.4 °C, 34.3 °C และ 39.6 °C ตามลำดับตั้ง (Figure 7 (A)) จะมีค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนสูงที่สุด เนื่องจากบริเวณที่อยู่ใกล้จุดวิกฤติเทียม จะมีค่าความร้อนจำเพาะสูง และจะมีค่าสูงสุดเมื่ออยู่ที่อุณหภูมิวิกฤติเทียม และนอกจากนี้ ยังพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนที่ความดัน 75 bar จะมีค่ามากกว่าที่ความดัน 80 bar และ 90 bar ตามลำดับเนื่องจากค่าความร้อนจำเพาะที่สูงกว่า



(A)

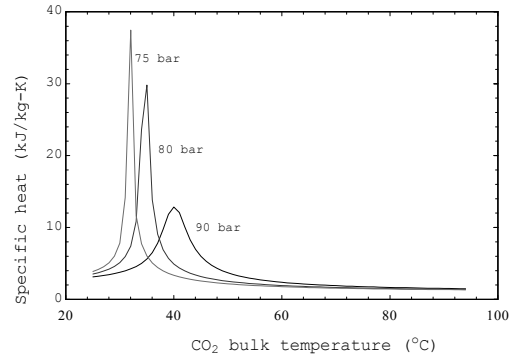


(B)

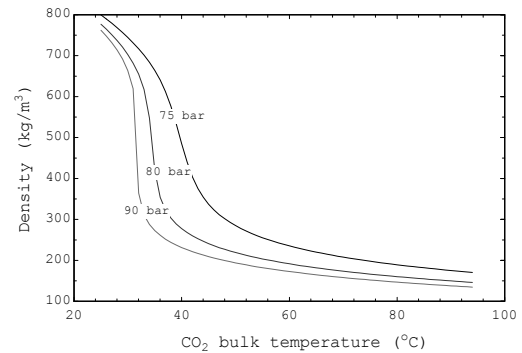
(B)
Figure 6 Comparison of heat transfer coefficient of CO₂ flow in annulus with various pressures: (A) horizontal tube and (B) 45° inclined tube

เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิเฉลี่ยของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ที่ 29 °C พบว่า มีแนวโน้มเช่นเดียวกันกับที่อุณหภูมิเฉลี่ย 36 °C ทั้งสามความดัน แต่จะมีค่าน้อยกว่า เนื่องจากค่าความร้อนจำเพาะน้อยกว่า ในขณะที่เมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วง 53 – 76 °C พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนจะมีค่าน้อยกว่าที่อุณหภูมิ

เฉลี่ย 36 °C มาก และจะมีค่าค่อย ๆ ลดลง นอกจากนี้ยังพบว่า ในช่วงอุณหภูมิเฉลี่ย 68 - 76 °C ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนที่เกิดขึ้นทั้งสามความดันมีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย (Figure 6) เนื่องจากค่าความร้อนจำเพาะมีค่าใกล้เคียงกันทั้งสามความดัน (Figure 7 (A))



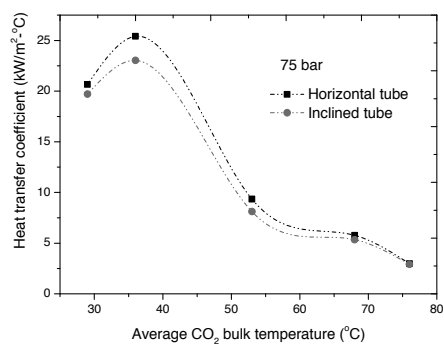
(A)



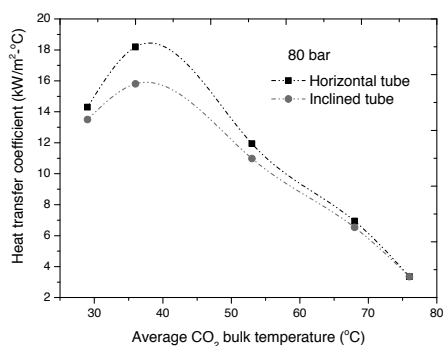
(B)

Figure 7 Thermodynamic properties of CO₂: specific heat, (B) density

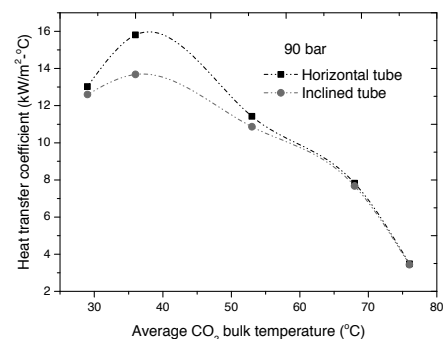
พิจารณา (Figure 8) เป็นการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างท่อที่วางในแนวนอนกับท่อที่วางในแนวเอียง 45° ที่ (A) 75 bar, (B) 80 bar และ (C) 90 bar ตามลำดับ พบว่า ที่อุณหภูมิของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย 36 °C ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่อยู่ใกล้จุดวิกฤติเทียมมากที่สุดทั้งสามความดัน การไหลในท่อเอียงจะมีค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนน้อยกว่าการไหลในแนวนอนอย่างเห็นได้ชัดทั้งสามความดัน ขณะที่อุณหภูมิของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยที่อยู่ห่างจากจุดวิกฤติเทียม การไหลในท่อเอียงจะมีค่าน้อยกว่าไม่มากนักทั้งสามความดัน



(A)



(B)



(C)

Figure 8 Comparison of heat transfer coefficient of CO₂ flow in annulus tube between horizontal and inclined 45° laying: (A) 75 bar, (B) 80 bar, and (C) 90 bar

ทั้งนี้เนื่องจากที่อุณหภูมิเฉลี่ยของแก๊สที่ 36 °C อยู่ใกล้จุดอุณหภูมิวิกฤติที่เยี่ยม ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างที่ผิวท่อและกลางลำท่อมากที่สุด ช่วงความชันของกราฟมาก ดัง (Figure 7 B) ส่งผลให้เกิดแรงลอยตัวมากในท่อที่วางในแนวเอียงมีผลทำให้เกิดการพาแบบอิสระมาก ในขณะที่แก๊ส

คาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยที่อยู่ห่างจากจุดอุณหภูมิวิกฤติที่เยี่ยม จะเกิดแรงลอยตัวน้อยกว่า เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นที่เกิดขึ้นน้อยกว่า มีผลทำให้เกิดการพาแบบอิสระน้อย โดยการพาแบบอิสระที่เกิดขึ้นนี้มีทิศทางที่ไปในแนวเดียวกับการไหล (มีทิศเดียวกับการพาแบบบังคับ) ส่งผลให้ไปลดแรงเฉือนเทอร์บูเลนซ์ (turbulent shear stress) ลง ทำให้ความเป็นเทอร์บูเลนซ์ลดลง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของท่อที่วางในแนวเอียงมีค่าน้อยกว่าของท่อที่วางในแนวนอน โดยเฉพาะบริเวณที่อยู่ใกล้จุดอุณหภูมิวิกฤติที่เยี่ยม จะมีค่าน้อยกว่ามากทั้งสามความดันดัง Figure 8

สรุปผลการศึกษา

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ไหลลงในท่อแอนนูลัสเอียง 45° ที่สภาวะการไหลแบบเทอร์บูเลนซ์เหนือจุดวิกฤติ ในกระบวนการระบายความร้อนออก มีผลต่อการลดค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้ เมื่อเปรียบเทียบกับ การไหลในท่อแอนนูลัสในแนวนอน ทั้งนี้เนื่องมาจากผลของแรงลอยตัวที่เกิดขึ้น จากการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ระหว่างที่ผิวผนังท่อและกลางลำท่อตลอดช่วงการไหลในท่อที่วางในแนวเอียง ทำให้เกิดการพาแบบอิสระเกิดขึ้น นอกเหนือจากการพาแบบบังคับ โดยมีทิศทางเดียวกันทำให้ไปลดความเป็นเทอร์บูเลนซ์ให้ลดลง โดยเฉพาะการไหลที่อุณหภูมิเฉลี่ยของแก๊สอยู่ในบริเวณหรือ อยู่ใกล้บริเวณจุดอุณหภูมิวิกฤติที่เยี่ยม ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความแตกต่างความหนาแน่นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ระหว่างที่ผิวท่อและกลางลำท่อมาก ส่งผลให้เกิดการพาความร้อนแบบอิสระสูง ทำให้มีค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์น้อยตามไปด้วย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ Coordinating Center for Thai Government Science and Technology Scholarship Students (CSTS), National Science and Technology Development Agency (NSTDA) ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนในการสร้าง Supercritical Fluid Flow and Heat Transfer Laboratory ที่ได้ใช้เพื่อทำการทดลองในงานวิจัยนี้ มา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- Rowland F, Molina M. Stratospheric sink for chlorofluoromethanes chlorine atom-catalysed destruction of ozone. *Nature* 1974; 249:810-812.

2. Neksa^o P, Zakeri G, Aarlien R, Jakobsen A. Carbon dioxide as working fluid in air conditioning and heat pump systems. The Earth Technology Forum; 1998. Washington DC.
3. Ahmed B, Bernard T. Transcritical R744 (CO₂) heat pumps Technician's Manual. Technique Des Industries A'raulques Thermiques. SHERHPA; 2007.
4. Pettersen J, Neksa^o P. CO₂ refrigeration, airconditioning and heat pump technology development in Europe. Mag Soc Air-Conditioning Refrig Engrs Korea 2002; 31(7):53-64.
5. Schmidt E, Klocker K, Facke N, Steimle F. Applying the transcritical CO₂ process to a drying heat pump. International Journal of Refrigeration 1997; 21(3):202-211.
6. Li M, Ma Y, Gong W, Su W. Analysis of CO₂ transcritical cycle heat pump dryers. Drying Technology 2009; 27:548-554.
7. Dang C, Hihara E. In-tube cooling heat transfer of supercritical carbon dioxide part 1: Experimental measurement. International Journal of Refrigeration 2004; 27:736-747.
8. Du Z, Lin W, Gu A. Numerical investigation of cooling heat transfer to supercritical CO₂ in a horizontal circular tube. The Journal of Supercritical Fluids 2010; 55:116-121.
9. Jing L, Meng F, Na Q, Bin D. Experimental study on heat transfer characteristics of supercritical carbon dioxide in horizontal tube. Front. Energy Power Eng. China 2008; 2(3):339-343.
10. Liao S, Zhao T. Measurements of heat transfer coefficients from supercritical carbon dioxide flowing in horizontal mini/micro channels. Journal of Heat Transfer 2002; 124:413-420.
11. Bae YY, Kim HY. Convective heat transfer to CO₂ at a supercritical pressure flowing vertically upward in tubes and an annular channel. Experimental Thermal and Fluid Science 2009; 33:329-339.
12. Kim DE, Kim MH. Experimental investigation of heat transfer in vertical upward and downward supercritical CO₂ flow in a circular tube. International Journal of Heat and Fluid Flow 2011; 32:176-191.
13. Lee J, Hejzlar P, Saha P, Stahle P, Kazimi M, McEligot D. Deteriorated turbulent heat Transfer (DTHT) of gas up-flow in a circular tube: Experimental data. International Journal of Heat and Mass Transfer 2008; 51:3259-3266.
14. Li ZH, Jiang PX, Zhao CR, Zhang Y. Experimental investigation of convection heat transfer of CO₂ at supercritical pressure in a vertical circular tube. Experimental Thermal and Fluid Science 2010; 34: 1162-1171.
15. Yang C, Xu J, Wang X, Zhang W. Mixed convective flow and heat transfer of supercritical CO₂ in circular tubes at various inclination angles. International Journal of Heat and Mass Transfer 2013; 64:212-233.
16. Pidaparti S, Mikhaeil M, McFarland J, Ranjan D, Anderson M. Experimental investigation of Effects of buoyancy on supercritical carbon dioxide heat transfer in round tubes. The 4th International Symposium-Supercritical CO₂ Power Cycles; 2014 Sep. 9-10, Pittsburgh, Pennsylvania.
17. Bruch A, Bontemps A, Colasson S. Experimental investigation of heat transfer of supercritical carbon dioxide flowing in a cooled vertical tube. International Journal of Heat and Mass Transfer 2009; 52:2589-2598.
18. Yang C, Xu J, Wang X, Zhang W. Mixed convection flow and heat transfer of supercritical CO₂ in circular tubes at various inclination angles. International Journal of Heat and Mass Transfer 2013; 64:212-223.
19. Munkejord ST. Varmerovergang og trykktap i ekstruderte multiportrÆr. Master's thesis, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet NTNU, Trondheim, 1997.
20. Holman JP. Heat transfer. 7th edition. Singapore: McGraw-Hill; 1992. p. 282-283.

แบบจำลองทางเลือกเชิงพื้นที่สำหรับหาที่ตั้งที่เหมาะสมของโรงงานน้ำตาลเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งอ้อย กรณีศึกษา จังหวัดมุกดาหาร

Spatial Alternative Model Designed to Locate a Proper Sugar Mill to Reduce Sugar Cane Transportation Cost: A Case Study in Mukdahan Province, Thailand

ปฏิวดี ฤทธิเดช¹

Patiwat Littidej¹

Received: 2 June 2015; Accepted: 14 September 2015

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการจัดการการขนส่งอ้อยในประเทศไทยนั้นจะขึ้นอยู่กับความคิดเห็นที่ไม่มีกฎเกณฑ์และไม่เป็นระบบ ด้วยเหตุนี้ทำให้ประสิทธิภาพในการขนส่งค่อนข้างต่ำและมีการสูญเสียต้นทุนในการขนส่งเป็นจำนวนมากโดยไม่จำเป็น การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์โครงข่ายและการโปรแกรมเชิงเส้นตรงเพื่อจัดการการขนส่งอ้อยที่เหมาะสมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย 1) สร้างชั้นข้อมูลแปลงอ้อย (.shp) ที่เป็นรูปปิดในระดับรายแปลงด้วยวิธีการนำเข้าจากภาพถ่ายเทียม Landsat 7 ETM+ แล้วนำมาแปลงเป็นชั้นข้อมูลจุดเพื่อนำมาจุดศูนย์กลางของพักอ้อยเพื่อลดจำนวนของตัวแปรของแปลงอ้อยในแต่ละตำบลด้วยวิธีการค่าเฉลี่ยจุดศูนย์กลาง และกำหนดเป็นจุดเริ่มต้นของการขนส่งอ้อยในการวิเคราะห์โครงข่าย 2) หาตำแหน่งทางเลือกของโรงงานน้ำตาลจากการถ่วงน้ำหนักเชิงพื้นที่จากประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและพิกัดภูมิศาสตร์ของแปลงอ้อยซึ่งจะกำหนดเป็นจุดตั้งโรงงานน้ำตาล 3) การหาระยะทางที่สั้นที่สุดในการขนส่งอ้อยจากแปลงอ้อยของแต่ละตำบลไปยังโรงงานน้ำตาลด้วยวิธี O-D Cost Matrix จากนั้นใช้โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming, LP) เพื่อจัดสรรปริมาณการขนส่งอ้อยให้เส้นทางที่สั้นที่สุด รูปแบบการขนส่งที่เหมาะสมที่ได้จากการวิเคราะห์โครงข่ายและการโปรแกรมเชิงเส้นตรงนั้นให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าวิธีการอื่นที่คิดอย่างไม่เป็นระบบ ซึ่งสามารถยืนยันได้จากกระบวนการตรวจสอบสมมุติฐานของการศึกษา

คำสำคัญ: อ้อยและโรงงานน้ำตาล เมทริกซ์ค่าใช้จ่าย การวิเคราะห์โครงข่าย การโปรแกรมเชิงเส้นตรง

Abstract

Currently, sugarcane transportation management in Thailand relies only on arbitrary and unsystematic decisions. This can lead to low efficiency and great loss in transportation cost. The purpose of the study is to apply Network Analysis (NA) and Linear Programming (LP) to perform transportation management of sugarcane produced in the northeast region of Thailand.

The process of the study is 1) to create the shape data (.shp) of sugar cane plots derived from satellite Landsat 7 ETM+. Their polygons were converted to point layer used to reduce a number of variables in each sub district using mean center approach. 2) To find an alternative sugar mill location from weighting on each land use type with geographic coordinates of sugar plots. Their points defined as destination point of the sugar mill in network analysis. 3) Finding the shortest distance to transport sugar cane from plots of each sub district to the sugar cane way O-D Cost Matrix then use linear programming (LP) to allocate transportation quantity of sugar cane to the shortest path. The result showed that the suitable areas for sugar factory is located in miscellaneous area of Nasok sub district.

¹ อาจารย์, หลักสูตรภูมิสารสนเทศ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม

¹ Lecturer, School of Geo-informatics, Faculty of Informatics, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Mahasarakham 44150, Thailand.

* Corresponding author; Patiwat Littidej, School of Geo-informatics, Faculty of Informatics, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Mahasarakham 44150, patiwat_noof@hotmail.com.

The optimized transportation pattern resulted from using NA and LP provides better results compared to any unsystematic methods. This can be confirmed in an example of hypothesis evaluation.

Keywords: Sugar cane and mill, O-D cost matrix, Network analysis, Linear programming (LP)

บทนำ

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจหลักที่สำคัญของประเทศ เป็นแหล่งรายได้ที่สำคัญของเกษตรกร¹ อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายจึงเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจ² ปัจจุบันภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ปลูกอ้อยจำนวนมากและมีโรงงานน้ำตาล 16 โรงงาน³ และมีการแทรกแซงการจัดโควตาการขนส่งอ้อยทำให้เกิดการขนส่งอ้อยที่ไกลเกินความจำเป็น นอกจากนี้รถบรรทุกยังใช้เส้นทางการขนส่งที่รบกวนการจราจรทำให้เกิดความล่าช้าในการเดินทางและมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นจากรถบรรทุกอ้อย¹ ตำแหน่งที่ตั้งโรงงานน้ำตาลมีความสำคัญต่อการขนส่งอ้อย เนื่องจากถ้าขนส่งอ้อยไกลเกินกว่า 100 กิโลเมตร⁴ จะทำให้เกิดทั้งความเสี่ยงอุบัติเหตุและคุณภาพอ้อยจะลดลงเนื่องจากใช้เวลาขนส่งและต้องรอคิวในการส่งเข้าโรงงานน้ำตาล งานวิจัยส่วนใหญ่จะศึกษาโครงสร้างต้นทุนอ้อยที่เกิดจากปัจจัยการผลิตเป็นหลัก เช่น⁵ ศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนการปลูกอ้อย กรณีศึกษาบ้านโคกขมิ้นจังหวัดเลย โดยได้ทำการศึกษาอ้อยตามชนิดของอ้อยคือ อ้อยปลูกใหม่ อ้อยต่อปีที่ 1 และอ้อย ต่อปีที่ 2 จากเกษตรกรทั้งสิ้น 54 ราย 28 ผลการศึกษาพบว่าด้านกิจกรรมการเพาะปลูกพบว่า เกษตรกรใช้แรงงานคนในการเพาะปลูกและเก็บเกี่ยว ผลการวิเคราะห์ต้นทุน ต้นทุนการปลูกอ้อยใหม่ เท่ากับ 5342.97 บาท/ไร่ และต้นทุนการปลูกอ้อยต่อปีที่ 2 เท่ากับ 5389.62 บาท/ไร่⁶ ได้ศึกษาเรื่องต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตอ้อยโรงงาน ตำบลดอนเจดีย์ อำเภอนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี ปีการเพาะปลูก 2550/2551 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพทั่วไปการผลิตและการตลาดของอ้อยโรงงานของเกษตรกรที่ลงทุนในการเพาะปลูกอ้อย โรงงานในจังหวัดกาญจนบุรี และวิเคราะห์ต้นทุนและอัตราผลตอบแทนต่อการลงทุนในการผลิตอ้อยของเกษตรกร ผลการศึกษาข้อมูลด้านต้นทุนและรายได้จากการผลิตอ้อยรวมทั้งปี พบว่าต้นทุนการเพาะปลูกอ้อยเฉลี่ยต่อไร่ของเกษตรกรรายใหญ่มีต้นทุนผันแปรรวมเฉลี่ย 3,527 บาท/ไร่ ต้นทุนคงที่รวมเฉลี่ย 1,147 บาทต่อไร่ งานวิจัยนี้จะเป็นการคิดค่าขนส่งรายแปลงที่เน้นด้านโครงสร้างต้นทุนด้านการผลิตเป็นหลัก นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่⁷ได้ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และการโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear programming, LP) มาใช้ในการหาพื้นที่ศักยภาพของศูนย์กระจายสินค้า

ประเภทวัสดุก่อสร้างพื้นที่เขตรอบเมืองนครราชสีมา โดยมีที่กำหนดเงื่อนไขการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ เช่นระยะทางจากหมู่บ้าน (Village), ถนน (Road, ทางรถไฟ (Railway) และแม่น้ำ (Stream) รวมทั้งการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่ได้ใช้งาน ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองสามารถจัดสรรการขนส่งวัสดุก่อสร้างได้ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดในพื้นที่ของตำแหน่งทางเลือกของ DC ไซต์ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทที่ดินที่ไม่ได้ใช้งาน ซึ่งเป็นงานวิจัยที่บูรณาการข้อมูลเชิงพื้นที่และแบบจำลองคณิตศาสตร์เข้ามาจัดสรรการขนส่งวัสดุก่อสร้างในการวิจัยส่วนใหญ่ยังไม่ได้นำการวิเคราะห์การขนส่งอ้อยรายแปลง และการนำข้อมูลเชิงพื้นที่เข้ามาร่วมวิเคราะห์ด้วยซึ่งจำเป็นอย่างมากเนื่องจากขนาดพื้นที่ที่ใหญ่และข้อมูลรายแปลงจำนวนมากสามารถทำให้ระยะทางในการขนส่งเปลี่ยนแปลงได้ ในการวิจัยนี้จึงนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่สามารถวิเคราะห์ขนาดพื้นที่ในระดับรายแปลงอ้อยได้ รวมทั้งสร้างชั้นข้อมูลแปลงอ้อยในระดับรายแปลงจากภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งเมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ร่วมกับแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่มีหลายงานวิจัยใช้มาก่อนหน้านี้จะทำให้ช่วยวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่งอ้อยรายแปลงได้แม่นยำขึ้น⁸ ทั้งนี้โรงงานน้ำตาลในจังหวัดมุกดาหารมีเพียงแห่งเดียวซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ปลูกอ้อยแล้วอาจจะไม่เพียงพอจากการศึกษางานวิจัยส่วนใหญ่ยังไม่ค่อยมีงานวิจัยใดที่ศึกษาถึงการใช้อ้อยเชิงพื้นที่เข้ามาวิเคราะห์ที่ตั้งโรงงานที่เหมาะสมซึ่งถ้าหากว่ามีการตั้งโรงงานน้ำตาลแห่งใหม่ขึ้นมาจำเป็นจะต้องใช้อ้อยเชิงพื้นที่ประกอบการตัดสินใจด้วยเพื่อความแม่นยำและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงบูรณาการด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเพื่อจัดสรรอ้อยรายแปลงเข้าสู่โรงงานในรูปแบบของตัวแปรไบนารี (binary variable)

วัตถุประสงค์

เพื่อหาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับตั้งโรงงานน้ำตาลทางเลือก และสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ในการหาที่ตั้งโรงงานเพื่อให้มีระยะทางโดยรวมของการขนส่งอ้อยจากรายแปลงไปยังโรงงานน้อยที่สุด

วิธีการวิจัย

พื้นที่ศึกษาและขอบเขตการวิจัย

จังหวัดมุกดาหารมีพื้นที่ ทั้งหมด 4,339.830 ตาราง กิโลเมตร มีประชากรโดยประมาณ 342,868 คน ส่วนใหญ่กระจายตัวอยู่ที่อำเภอเมือง ข้อมูลโรงงานน้ำตาลโดยมีโรงงานน้ำตาลอยู่ 1 แห่งคือ โรงงานน้ำตาลสหเรือง ดังแสดงใน (Figure 1) ตั้งอยู่ที่ตำบลบางทรายใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร โดยมีความสามารถในการผลิตอยู่ที่ 6,000 ตันอ้อย/วัน มีฤดูเปิดหีบอ้อยประมาณ 5 เดือน (พฤศจิกายน-มีนาคม) ข้อมูลถนน มีถนน 2 ช่องจราจร ยาวประมาณ 1,100 กิโลเมตร ถนน 4 ช่องจราจร ยาวประมาณ 8 กิโลเมตร ถนน 6 ช่องจราจรยาวประมาณ 1 กิโลเมตร พื้นที่แปลงอ้อยนำเข้าจากภาพถ่ายเทียม Landsat 7 ETM+ บันทึกภาพช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2557 ด้วยวิธีการแปลตีความด้วยสายตายร่วมกับวิธีแปลภาพแบบกำกับดูแล (Maximum Likelihood Classification) ขอบเขตการดำเนินงานคือจะใช้แปลงอ้อยที่อยู่ไม่เกินขอบเขต 100 กิโลเมตร จากตำแหน่งโรงงานเดิม และ

ค่าขนส่งต่อหน่วยคิดจากค่าขนส่ง/บาท/ตัน ของสมาคมรถบรรทุกจังหวัดมุกดาหาร ตัวแปรการตัดสินใจ (Decision variables) ในการโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming, LP) จะมีได้ไม่เกิน 200 ตัว รูปแบบของปัญหาการหาค่าเหมาะสมจะถูกสร้างแบบจำลองในรูปของแบบจำลองเชิงเส้น LP แบบ Minimization objective function การหาเส้นทางที่สั้นที่สุดจะใช้ทฤษฎี Disjktra's Algorithm ซึ่งจะถูกรวบรวมใน Network Analysis โดยอยู่ในเครื่องมือ O-D Cost Matrix คู่ของการคำนวณ LP เกิน 200 ตัวแปรการตัดสินใจ (Decision Variables) เป็นตัวแปรที่กำหนดมาจากคู่ของเมทริกซ์การเดินทางจากตำแหน่งเริ่มต้นคือจุดศูนย์กลางแปลงอ้อยของแต่ละตำบลไปยังจุดปลายทางซึ่งก็คือจุดตำแหน่งที่ตั้งของโรงงานน้ำตาลเดิม และตำแหน่งทางเลือก ซึ่งถ้ากำหนดตำแหน่งของจุดเริ่มต้นเป็นรายแปลงอ้อยจะทำให้จำนวนตัวแปรอิสระมีจำนวนมากเกินกว่า 200 เกินกว่าจำนวนที่โปรแกรมที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์การโปรแกรมเชิงเส้น (Linear programming) สามารถวิเคราะห์ให้ได้

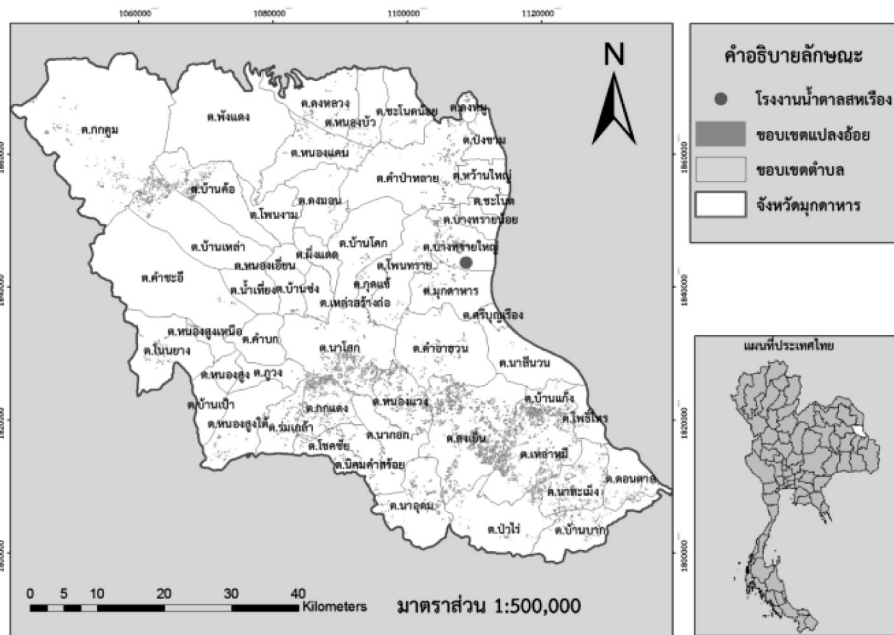


Figure 1 Sugar cane plots in Mukdahan province digitized from Landsat 7 ETM+ satellite imagery.

การวิจัยนี้ใช้การวิเคราะห์ศูนย์กลางค่าเฉลี่ยการหาจุดศูนย์กลางของแต่ละรายแปลงย่อยให้กลายเป็นจุดเดียวของแต่ละตำบลซึ่งจะทำให้ได้ผลลัพธ์เป็นจุดเดียวเมื่อนำจุดดังกล่าวไปคำนวณหาระยะทางที่สั้นที่สุดจะทำให้จำนวนของคู่ของการคำนวณใน Linear Programming ลดลงไม่เกิน 200 ตัวแปร เนื่องจากว่าโปรแกรมที่ใช้ในการโปรแกรมเชิงเส้นจะสามารถใส่ตัวแปรตัดสินใจได้ไม่เกิน 200 ตัวแปร ทำให้ในการวิจัยนี้จำเป็นต้องใช้วิธีการทางด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์และการวิเคราะห์โครงข่ายมาใช้ลดจำนวนตัวแปร

การดำเนินงานของการศึกษานี้จะใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use, LU) มาใช้ในการถ่วงน้ำหนักร่วมกับพิกัดภูมิศาสตร์ เพื่อหาที่ตั้งทางเลือกของโรงงานน้ำตาลและพิกัดตำแหน่งจุดศูนย์กลางของแต่ละตำบล โดยใช้พิกัดแปลงย่อยของแต่ละแปลงที่ตกอยู่ในแต่ละตำบลนั้นๆ มาถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชัน Central Feature ของแต่ละตำบล นอกจากนี้ยังกำหนดข้อจำกัดของการตั้งโรงงานจากประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน LU มาเป็นตัวช่วยในการหาจุดศูนย์กลางสำหรับรวบรวมย่อยเป็นจุดเริ่มต้นการขนส่ง (Origin points)

ของแต่ละตำบล เพื่อไม่ให้จุดดังกล่าวของแต่ละตำบลไปตกในพื้นที่ที่เป็นเขตหวงห้ามรวมไปถึงการหาระยะทางที่สั้นที่สุดในการขนส่งย่อยจากแปลงย่อยของแต่ละตำบลไปยังโรงงานน้ำตาล และเนื่องด้วยต้นทุนในการขนส่งย่อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลในปัจจุบันมีค่าใช้จ่ายสูงมาก จากราคาน้ำมันที่เพิ่มขึ้นตำแหน่งโรงงานน้ำตาลเดิมที่มีอยู่แล้วที่สามารถรองรับปริมาณย่อยต่อหนึ่งฤดูกาลผลิต จำเป็นจะต้องได้รับการประเมินค่าใช้จ่ายในการขนส่งเปรียบเทียบกับตำแหน่งโรงงานใหม่ที่จะใช้เป็นตำแหน่งทางเลือกในการศึกษานี้จะทำการกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมของจุดศูนย์กลางที่ตั้งโรงงานน้ำตาลนำมาทำการวิเคราะห์เชิงปริมาณและค่าใช้จ่ายในการขนส่งย่อยจากจุดศูนย์กลางแปลงในระดับตำบล ไปสู่โรงงานน้ำตาลเดิมที่มีอยู่แล้ว และตำแหน่งโรงงานน้ำตาลใหม่ที่จำลองมาจากตำแหน่งจุดศูนย์กลาง มาวิเคราะห์ด้วยการโปรแกรมเชิงเส้น ผลลัพธ์จะเป็นการเปรียบเทียบค่าขนส่งย่อยเข้าสู่สองโรงงานน้ำตาลทำให้ทราบถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นของทั้งสองโรงงานน้ำตาล และขั้นตอนการศึกษาอย่างละเอียดจะแสดงใน (Figure 2)

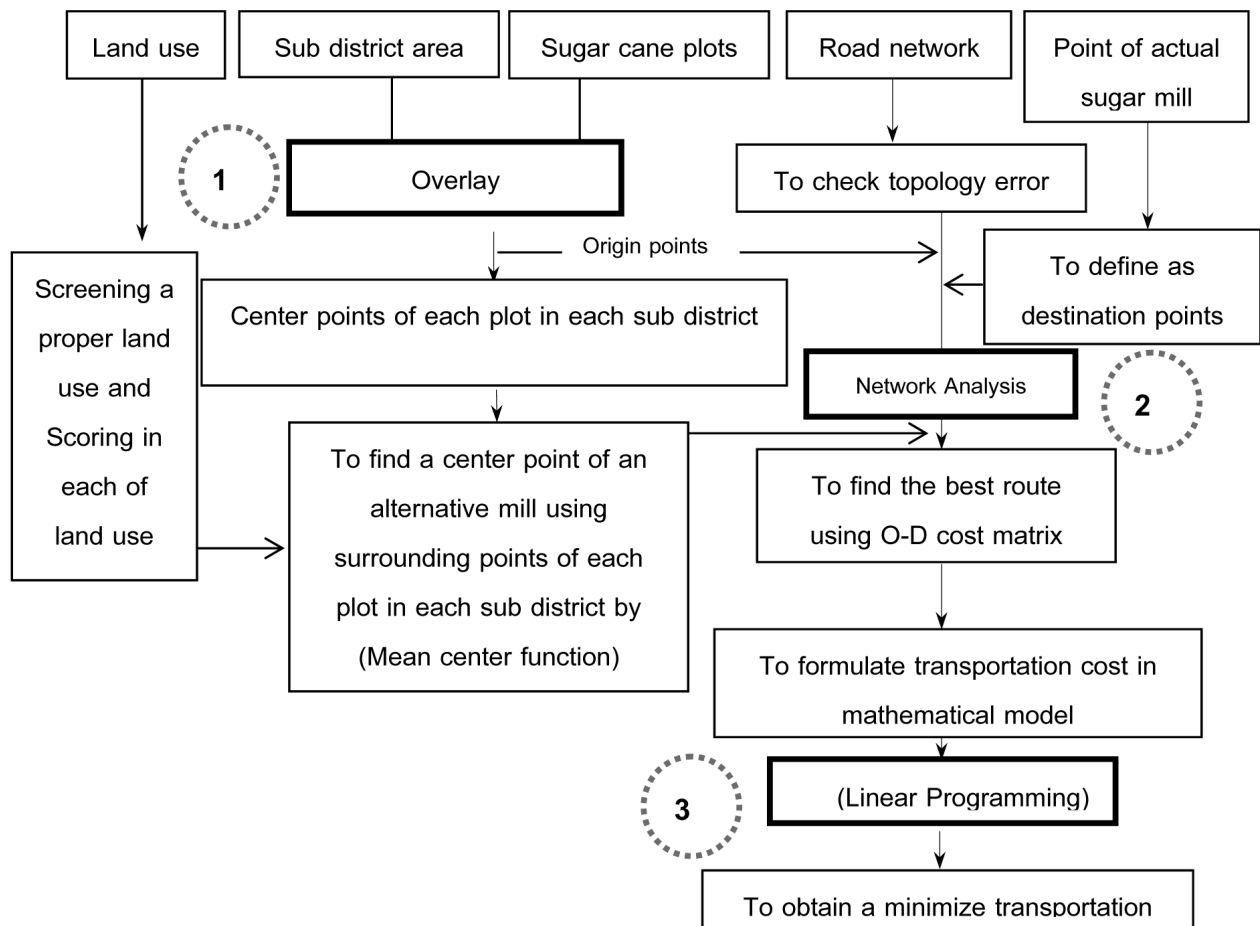


Figure 2 process of the research

ขั้นตอนที่ 1 การซ้อนทับชั้นข้อมูล (Overlay) เป็นกระบวนการหาพื้นที่เหมาะสมของการกำหนดเป็นตำแหน่งทางเลือกของที่ตั้งโรงงานน้ำตาลโดยจะกำหนดให้พื้นที่เกษตรกรรม (Agriculture) และพื้นที่โล่ง (Bare land) แสดงใน (Figure 3) มีคะแนนมากกว่าการใช้ประโยชน์ดินประเภทอื่นๆ เนื่องจากสามารถนำที่ดินมาใช้ได้ง่าย จากนั้นเป็นขั้นตอนการแปลงภาพแปลงอ้อยจากภาพดาวเทียม Landsat 7ETM+ ผสมสีแบบ R:G:B: (4:5:3) เป็นการแปลงภาพด้วยสายและนำไปเปรียบเทียบความแม่นยำกับชั้นข้อมูลแปลงอ้อยของสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาล (สอณ.) และการเก็บข้อมูลแปลงอ้อยภาคสนามพบว่ามีค่า R² เท่ากับ 0.82 ชั้นข้อมูลแปลงอ้อยจะถูกนำมาซ้อนทับกับชั้นข้อมูลขอบเขตตำบลเพื่อที่จะกรองเอาเฉพาะแปลงอ้อยที่ปลูกอยู่ในแต่ละตำบลและแปลงเป็นข้อมูลประเภทจุด (point) ข้อมูลโครงข่ายถนนจะนำมาเช็คความผิดพลาดของการเชื่อมต่อด้วยเครื่องมือ (topology error) และนำไปสร้างเป็นชุดข้อมูลโครงข่าย (network dataset) เพื่อให้สามารถใช้งานฟังก์ชันการวิเคราะห์โครงข่าย (network analysis) ได้

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์โครงข่ายจะต้องกำหนดจุดเริ่มต้น (origin point) ซึ่งจะใช้จุดแปลงอ้อยที่ตกในอยู่ในแต่ละตำบลมาทำการวิเคราะห์หาตำแหน่งศูนย์กลางค่าเฉลี่ยของปริมาณแปลงอ้อยเพื่อที่จะใช้กำหนดเป็นจุดพักอ้อยของแต่ละตำบล ซึ่งจะได้เป็นหนึ่งจุดพักต่อหนึ่งตำบล และจุดปลายทาง (destination point) ที่ใช้ตำแหน่งเดิมของโรงงานน้ำตาลสหเรืองและตำแหน่งทางเลือกที่วิเคราะห์ได้จากการนำตำแหน่งแปลงอ้อยทั้งหมดที่อยู่ในขอบเขตจังหวัดมาทำการวิเคราะห์ตำแหน่งจุดศูนย์กลางค่าเฉลี่ย จะได้เป็นจุดศูนย์กลางของจุดพักอ้อยทั้งหมดซึ่งแสดงเป็นจุดสีเหลืองใน (Figure 6) จากนั้นจะคำนวณเมทริกซ์ระยะทางด้วยฟังก์ชัน (OD cost matrix) จะได้ระยะทางในการขนส่งจากจุดเริ่มจากจุดพักอ้อยของแต่ละตำบลไปยังจุดปลายทางของโรงงานเดิมและตำแหน่งโรงงานทางเลือกแสดงใน (Figure 4-5)

ขั้นตอนที่ 3 เนื่องจากการขนส่งอ้อยมีปริมาณอ้อยเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย การวิเคราะห์เฉพาะเส้นทางในการขนส่งอาจจะไม่สามารถบอกถึงตำแหน่งศักยภาพในการลดค่าขนส่งได้ทั้งหมด ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงได้มีการสร้างแบบจำลองทางเลือกเชิงพื้นที่เข้ามาใช้จัดสรรปริมาณการขนส่งอ้อยด้วย เมื่อได้เมทริกซ์ระยะทางที่มีหน่วยเป็นระยะทาง (กิโลเมตร) จะถูกนำมาแปลงเป็นค่าใช้จ่ายจากนาราคาค่าขนส่งของสมาคมรถบรรทุกมาคูณกับระยะทางจะได้เป็นค่าขนส่ง (บาท) จากนั้นจะเข้าสู่ขั้นตอนการแปลงแบบจำลองให้เข้าสู่การโปรแกรมเชิงเส้น

การโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming)

1) สร้างแบบจำลองการขนส่งด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Modeling) ในรูปแบบฟังก์ชันค่าการขนส่งน้อยที่สุด ที่อยู่ภายใต้ข้อจำกัดของปริมาณการขนส่งอ้อยแต่ละแปลง และความสามารถในการผลิตอ้อยในแต่ละวันของโรงงาน

กำหนด ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ คือ

$$\min(Z) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} X_{ij} + \sum_{j=1}^m Y_j \dots \dots \dots (1)$$

ฟังก์ชันข้อจำกัด

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} X_{ij} \leq S_j; \forall j \dots \dots \dots (2)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} X_{ij} = C_j; \forall i \dots \dots \dots (3)$$

$$\sum_{j=1}^m Y_j = 2; \forall j(0,1) \dots \dots \dots (4)$$

$$X_{ij} \geq 0; \forall ij \dots \dots \dots (5)$$

โดยที่

i คือ จุดพักอ้อยของตำบล *i* ใดๆ

j คือ โรงงานน้ำตาล *j* ใดๆ

X_{ij} คือ ปริมาณการขนส่ง มีหน่วยเป็น ตัน

m คือ จำนวนโรงงานน้ำตาล *j*

n คือ จำนวนจุดส่งอ้อยของตำบล *i*

C_{ij} คือ ค่าใช้จ่าย (Cost) ที่เกิดจากการขนส่งอ้อยของแปลง Central Feature (*i*) ไป โรงงาน มีหน่วยเป็น (บาท)

C_j คือ ปริมาณการผลิตน้ำตาลของโรงงาน (*j*) ใดๆ กำหนด 6,000 ตัน/วัน

X_{ij} คือ ปริมาณการขนส่งอ้อยจาก จุดพักอ้อยของตำบล *i* ใดๆ ไปยังโรงงาน (*j*) ใดๆ มีหน่วยเป็น (ตัน)

(*S_j*) คือ ปริมาณอ้อยที่ผลิตได้จากตำบล (*i*) ใดๆ กำหนดผลผลิตอ้อย 30 ตัน/ไร่

สมการที่ (1) ต้องการหาค่าขนส่งที่น้อยที่สุดและปริมาณการขนส่งอ้อยจากตำบล (*i*) ใดๆไปยังโรงงาน (*j*) ใดๆ สร้างขึ้นมาเพื่อให้วัตถุประสงค์ของแบบจำลองทำการจัดสรรให้เกิดคู่ของการเดินทางมีระยะทางน้อยที่สุดจากตำแหน่งจุดเริ่มต้นใดๆไปยังจุดปลายทางใดๆ โดยจะเป็นฟังก์ชันของผล

รวมของผลคูณ (sum product) ของค่าขนส่งอ้อยที่มีระยะทางขนส่งน้อยที่สุดส่งไปยังจุดตั้งโรงงาน โดยโรงงานใดถูกเลือกให้ตั้งจะมีค่าเป็น 1 ถ้าไม่ตั้งเป็น 0 สมการที่ (2) แสดงถึงความสามารถในการขนส่งอ้อยจะต้องไม่เกินความสามารถของตำแหน่งรับอ้อยที่ (i) ใดๆ หมายถึงปริมาณการขนส่งอ้อยออกจากจุดพักอ้อยใดๆในตำบลจะต้องไม่เกินปริมาณของอ้อยที่ตกอยู่ในขอบเขตตำบลนั้นๆด้วย ฟังก์ชันข้อจำกัดนี้สร้างขึ้นมาเพื่อให้เกิดการขนส่งอ้อยออกจากจุดพักอ้อยในแต่ละจุดพักของแต่ละตำบล สมการที่ (3) แสดงถึงความสามารถในการรับปริมาณอ้อยได้ภายในหนึ่งวันของโรงงานผลิตน้ำตาลที่ (j) ใดๆ ฟังก์ชันจะทำการกำหนดความสามารถในการรับอ้อยของแต่ละโรงงานโดยจะกำหนดให้เป็นค่าคงที่เท่ากันทุกๆตำแหน่งโรงงานเพื่อที่จะสามารถวัดค่าขนส่งได้ดีกว่าการกำหนดปริมาณการผลิตอ้อยที่ต่างกัน แต่ถ้าวางโรงงานใดๆมีอ้อยส่งจนเกินความสามารถในการผลิต แบบจำลองจะทำการจัดสรรให้ไปส่งอ้อยไปยังตำแหน่งโรงงานใกล้เคียงที่ยังคงให้ได้ค่าขนส่งน้อยอยู่ สมการที่ (4) แสดงการวิเคราะห์ปัญหากรณีให้ตั้งโรงงาน ณ ตำแหน่งที่ตั้งทั้งสองโรงงาน ข้อจำกัดนี้จะถูกนำมาใช้กรณีที่ตั้งโรงงานเดิมรวมกับโรงงานทางเลือกใหม่ซึ่งจะกำหนดตำแหน่งของโรงงานทางเลือกใหม่ขึ้นมา 5 ตำแหน่ง และจะใช้ข้อจำกัดนี้ในการระบุถึงถ้ามีการสร้างทั้งสองโรงงาน ตำแหน่งโรงงานไหนจะมีค่าขนส่งน้อยที่สุดและสามารถรับการจัดสรรอ้อยได้โดยโรงงานน้ำตาลใดถูกเลือกให้เป็น 1 และโรงงานใดไม่ถูกเลือกให้เป็น 0 และสมการที่ (5) แสดงถึงว่าต้องมีการขนส่งเกิดขึ้นจากทุกๆจุด (i) ใดๆไปจุด (j) ใดๆ ซึ่งเป็นข้อจำกัดพื้นฐานของการโปรแกรมเชิงเส้นที่จะต้องกำหนดให้ตัวแปรตัดสินใจจะต้องมีค่ามากกว่าศูนย์ การทำงานของแบบจำลองถึงจะเริ่ม

ผลการวิจัย

พื้นที่เหมาะสมสำหรับตั้งโรงงานน้ำตาลทางเลือกจาก (Figure 1) จะพบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ที่เป็นแปลงอ้อยจะกระจายตัวอยู่ตอนล่างและตอนกลางของพื้นที่จังหวัดมุกดาหารส่วนตำแหน่งที่ตั้งโรงงานน้ำตาลสหเรือง (เดิม) จะตั้งอยู่ตอนกลางค่อนข้างมาทางด้านทิศตะวันออก ซึ่งเมื่อมีกิจกรรมการขนส่งอ้อยจะทำให้รถอ้อยเดินทางผ่านเขตชุมชน

และเกิดความติดขัดกับสายการจราจรและเสี่ยงต่ออุบัติเหตุและมลพิษด้วย

ผลจากการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะได้พื้นที่ๆ เหมาะสมในการตั้งโรงงานน้ำตาลที่ตั้งอยู่พื้นที่เกษตรกรรมในตำบลนาโสกซึ่งจะมีคะแนนความเหมาะสมที่มากที่สุดดังแสดงใน (Figure 3) เป็นพื้นที่สีเหลือง พื้นที่นี้จะถูกนำมาสร้างเป็นชั้นข้อมูลจุดตั้งโรงงานในตำบลนาโสก (Destination point) แล้วนำไปวิเคราะห์เส้นทางที่สั้นที่สุดด้วยฟังก์ชัน O-D cost matrix ผลลัพธ์จะแสดงเป็นเส้นตรงระยะกระจัด (Straight line) แต่ระยะทางที่อัลกอริทึมใช้คำนวณจะเป็นเส้นทางจริงไม่ใช่ระยะกระจัดเพียงแต่จะแสดงเป็นระยะทางระหว่างตำแหน่งที่ตั้งโรงงานน้ำตาลเดิมกับตำแหน่งที่ตั้งโรงงานน้ำตาลใหม่ในพื้นที่ตำบลนาโสกพบว่าโครงข่ายถนนภายในจังหวัดมุกดาหารซึ่งเส้นทางที่ใช้ในการขนส่งอ้อยมี 2 เส้นทางหลักที่ตำแหน่งโรงงานเดิม และตำแหน่งโรงงานทางเลือกตั้งอยู่บนถนนสองสายหลักคือ ทางหลวงแผ่นดินสายรองหมายเลข 402 (ถนนประเภทสี่ช่องจราจร) และทางหลวงชนบท (ถนนประเภทสองช่องจราจร) นอกจากนี้โครงข่ายถนนที่ใช้ในการขนส่งอ้อยจะกำหนดข้อจำกัดและการให้สิทธิกับถนนประเภทสี่ช่องจราจรมากกว่าถนนประเภทสองช่องจราจรและถนนทางหลวงชนบท ซึ่งเมื่อนำถนนมาสร้างเป็นชุดโครงข่ายถนน (Network data set) แล้วนำมาหาเส้นทางของการขนส่งอ้อยจากจุดศูนย์กลางของแปลงอ้อยในแต่ละตำบลไปยังโรงงานน้ำตาล (เดิม) โดยใช้วิธีการ O-D Cost Matrix พบว่ามีระยะทางรวม 1708.73 กิโลเมตร สังเกตจากจุดโรงงานเดิมสีเหลือง และเมื่อหาเส้นทางที่สั้นที่สุดของการขนส่งอ้อยจากแต่ละจุดศูนย์กลางตำบลไปยังตำแหน่งโรงงานน้ำตาลใหม่ในพื้นที่ตำบลนาโสกพบว่าระยะทางรวม 1582.60 กิโลเมตร โดยแสดง (Figure 4) สังเกตจากจุดโรงงานใหม่ทางเลือกจุดสีแดง จากนั้นแปลงค่าใช้จ่ายเมตริกซ์ระยะทาง นำค่าระยะทางของแต่ละตำบลมาคำนวณค่าค่าใช้จ่าย (Cost) โดยใช้ค่ากลางในการขนส่งมาใช้ในการคำนวณ และนำเข้าสู่แบบจำลองคณิตศาสตร์ ซึ่งระยะทางดังกล่าวจะถูกนำมาแปลงเป็นค่าใช้จ่ายด้วยการคูณกับค่าขนส่งต่อหน่วยอ้อยของรถบรรทุกในเขตจังหวัดมุกดาหาร (21 บาท/กิโลเมตร/ตัน)

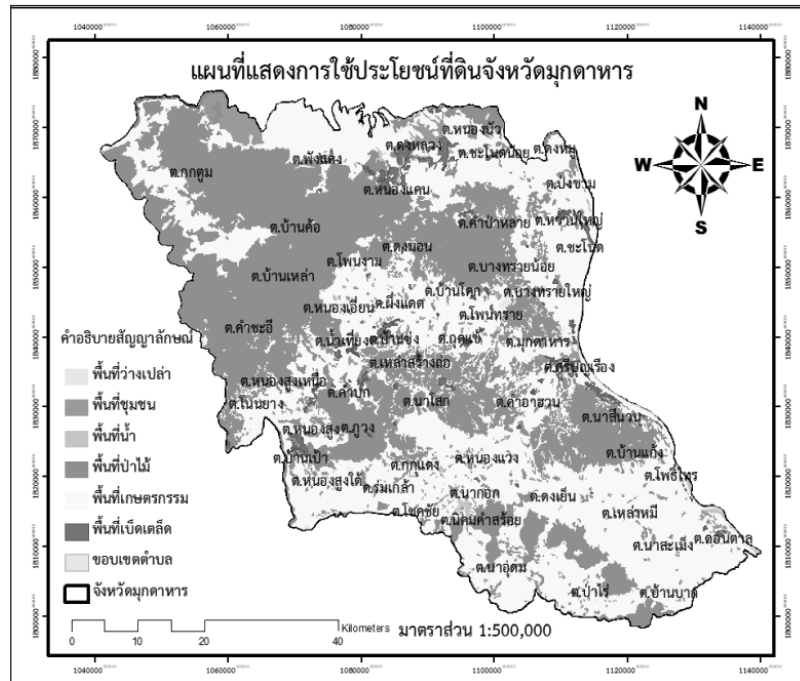


Figure 3 suitable areas of mill alternative site.

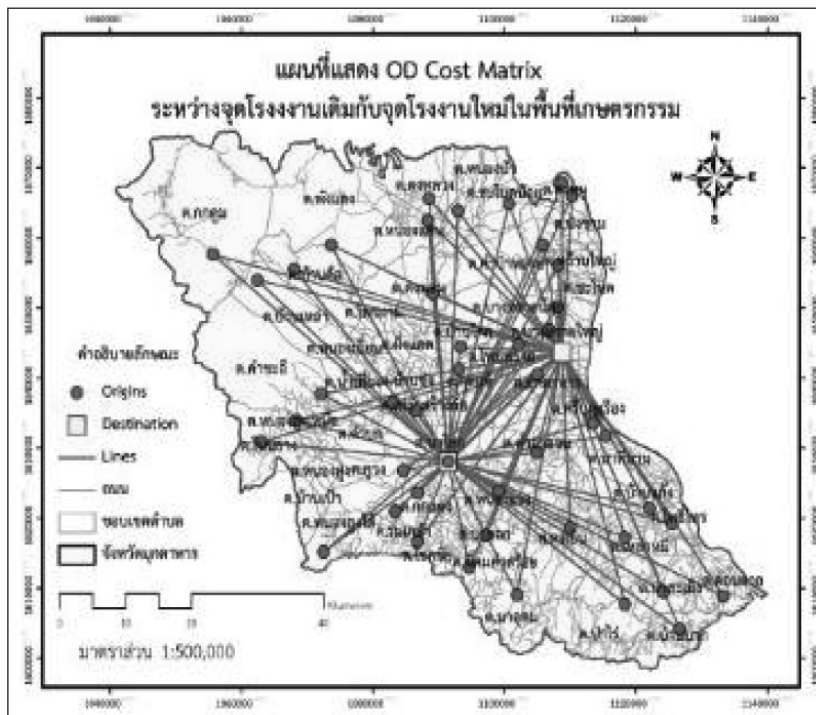


Figure 4 a pairs of O-D trips.



Figure 5 the best routes of sugar cane transportation from center of each sub district to Saharueng mill.



Figure 6 the best routes of sugar cane transportation from center of each sub district to a propose site.

Table 1 Distance matrix of Origin-Destination trips of sugar cane transportation.

Sub district	Distance to (km.)		Transportation cost (Bath)/Trip	
	Nasok sub district	Saharueng mill	Nasok sub district	Saharueng mill
Koktum	57.65	69.05	1153.06	1381.01
Pungdaeng	54.56	57.01	1091.33	1140.21
Dongluang	45.62	43.33	912.40	866.60
Nongbua	42.99	39.61	859.82	792.29
Chanodnoi	44.82	31.68	896.41	633.67
Dongmoo	55.27	33.83	1105.43	676.66
Phakham	55.30	32.39	1106.04	647.83
Nongkaen	42.14	39.85	842.89	797.09
Khampalay	50.08	22.22	1001.69	444.52
Bankho	43.37	54.77	867.49	1095.45
Wanyai	50.98	17.69	1019.67	353.91
Dongmon	27.89	29.03	557.91	580.66
Banlao	55.25	66.65	1105.13	1333.09
Bankok	21.64	19.78	432.89	395.66
Bangsainoi	43.46	10.17	869.24	203.49
Bangsaiyai	34.62	4.20	692.40	84.03
Kamchaei	25.44	47.60	508.85	952.05
Phonsai	26.49	9.05	529.89	181.00
Mukdahan	27.09	9.45	541.95	189.13
Kudkae	18.66	20.14	373.27	402.94
Bansong	13.94	35.81	278.93	716.35
Laosangtho	12.22	34.17	244.42	683.40
Kamahuan	19.01	20.86	380.22	417.23
Sriboonrueng	32.88	15.24	657.68	304.86
Nonyang	35.73	60.56	714.60	1211.28
Nasrinuan	35.62	17.98	712.58	359.76
Nongsoongnue	35.35	57.51	707.13	1150.33
Phuwong	22.27	48.91	445.48	978.37
Nongwaeng	12.26	29.91	245.39	598.22
Dongyen	25.59	33.23	511.83	664.76
Kokdaeng	18.31	44.95	366.31	899.19
Romklaow	21.27	47.92	425.54	958.42
Nongsoongtai	40.95	67.60	819.12	1352.01
Bankaeng	39.36	32.12	787.33	642.47
Phosai	40.44	36.89	808.96	737.88
Nakok	15.68	38.13	313.68	762.74
Laomee	34.57	39.26	691.40	785.26
Nikomsoi	40.05	52.31	801.13	1046.35
Chokchai	21.34	46.06	426.80	921.31
Nasamoeng	44.41	44.80	888.26	896.10
Dontan	52.69	53.08	1053.81	1061.65
Naudom	35.74	48.00	714.95	960.16
Parai	52.50	52.89	1050.00	1057.84
Banbak	56.92	57.31	1138.55	1146.39

*transportation cost unit is 21 (Bath/ton/kilometer)

การทดสอบสมมติฐาน

การทดสอบสมมติฐานว่าเส้นทางที่โปรแกรมทำการคำนวณให้กับเส้นทางที่รถขนอ้อยใช้ขนส่งจริงจะใช้การจำลองเส้นทางของการขนส่งใน ตำบล หนองแวงและดงเย็น ซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกอ้อยหนาแน่นที่สุดในจังหวัด โดยทำการเปรียบเทียบระยะทางในการเดินทางของรถบรรทุกอ้อยจากแต่ละรายแปลงอ้อยไปยังโรงงานน้ำตาลสหเรือง และตำแหน่งโรงงานทางเลือกตำบลหายโศกพบว่า มีระยะทางในการขนส่งน้อยลงจากการขนส่งไปโรงงานน้ำตาลสหเรืองมีระยะทางรวมเท่ากับ 594.86 กิโลเมตร เทียบกับการขนส่งรายแปลงไปตำแหน่งโรงงานทางเลือกนาโสกเท่ากับ 315.24 กิโลเมตร เนื่องจากว่าแปลงอ้อยที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ตอนล่างซึ่งอยู่ใกล้กับตำแหน่งโรงงานทางเลือกทำให้ค่าขนส่งน้อยกว่า แต่ถ้าเทียบกับปริมาณขนส่งต่อระยะทางของตำแหน่งโรงงานทางเลือกกับโรงงานเดิมแล้วมีความคุ้มค่ามากกว่าเพราะตำแหน่งโรงงานเดิมอยู่ไกลพื้นที่ส่วนใหญ่ของการปลูกอ้อย

วิจารณ์และสรุปผล

กรณีตั้งโรงงานน้ำตาลที่ตำแหน่งเดิม (โรงงานน้ำตาลสหเรือง) เนื่องจากต้นทุนในการเก็บเกี่ยวและขนส่งอ้อยมีค่าใช้จ่ายในหลาย ๆ ส่วน ในการวิจัยนี้จะศึกษาเฉพาะค่าใช้จ่ายจากการขนส่งอ้อยบนโครงข่ายถนนเท่านั้น และนำระยะทางมาแปลงเป็นค่าใช้จ่าย จากการวิจัยเส้นทางของการขนส่งอ้อยในแต่ละตำบลไปยังโรงงานน้ำตาลสหเรือง พบว่ามีระยะทางการขนส่งโดยรวมเท่ากับ 1,708.73 กิโลเมตร ดังแสดงดัง (Table 1) และรูปเส้นทางแสดงดังรูป (Figure 5) ความสามารถในการรับอ้อยได้ต่อวันมีจำกัดเพียงแค่ 6,000 ตัน/วัน ทำให้ไม่สามารถนำอ้อยทั้งหมดเข้าสู่โรงงานเดียวได้ทั้งหมด อีกทั้งเมื่อมีการขนอ้อยมาด้วยระยะทางที่ไกลเมื่อมาถึงโรงงานยังไม่สามารถนำอ้อยเข้าสู่กระบวนการผลิตได้เลยเนื่องจากมีคิวของรถบรรทุกที่ต้องมีการจัดลำดับตามคิวตาอ้อยทำให้คุณภาพน้ำตาลลดน้อยลง ทั้งนี้เมื่อมีการดำเนินการแค่โรงงานเดียวจะทำให้ไม่สามารถรับอ้อยที่มีระยะทางการขนส่งที่น้อยที่สุดได้

กรณีตั้งโรงงานน้ำตาลที่ตำแหน่งทางเลือกในตำบลนาโสก

จากการวิจัยเส้นทางของการขนส่งอ้อยในแต่ละตำบลไปยังตำแหน่งทางเลือกในตำบลนาโสก พบว่ามีระยะทางการขนส่งโดยรวมเท่ากับ 1,582.6 กิโลเมตร ดังแสดงดัง (Table 1) และ (Figure 6) กรณีที่ตั้งโรงงานใหม่โดยการย้ายตำแหน่งของโรงงานใหม่จะตั้งอยู่บนพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่เกษตรกรรม โดยถ้าวางโรงงานใหม่ที่อยู่ในพื้นที่ดังกล่าว

จะสามารถลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งลงคิดเป็น 23.08% จากค่าระยะของการขนส่งอ้อยไปยังโรงงานน้ำตาลเดิม (ลดลงจาก 1,708.73 กิโลเมตร เป็น 1,582.6 กิโลเมตร) ทั้งนี้เป็นการกำหนดความสามารถในการผลิตน้ำตาลต่อวันของโรงงานแห่งใหม่ให้เท่ากับโรงงานเดิมคือ 6,000 ตัน/วัน แม้ว่าระยะทางการขนส่งโดยรวมจะลดลงแต่ก็ไม่สามารถรับอ้อยได้หมดทั้งฤดูกาลเนื่องจากว่าความสามารถในการผลิตเท่าเดิม

กรณีตั้งโรงงานทั้งสองร่วมกัน (กำหนดใส่ข้อจำกัดใน Linear programming, $Y_i = 2$)

กรณีที่เสนอให้ตั้งโรงงานแห่งใหม่ร่วมกับตำแหน่งเดิมทำให้ได้ระยะทางโดยรวมของการขนส่งน้อยที่สุด (ลดลงจาก 1,708.73 และ 1,582.60 กิโลเมตร เป็น 1,385.4 กิโลเมตร) เนื่องจากไม่ต้องขนส่งข้ามเขตที่มีระยะทางไกล และไม่จำเป็นต้องพักอ้อยนาน อีกทั้งยังเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตน้ำตาล แต่จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างโรงงานน้ำตาลเพิ่มขึ้น ซึ่งเมื่อมองในระยะยาวมีโอกาสที่จะคุ้มทุน เพราะพื้นที่ปลูกอ้อยมีการขยายตัวเพิ่มมากขึ้นก็อาจจะมี ความจำเป็นในการตั้งโรงงานแห่งใหม่ จากผลผลิตอ้อยส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ย 30 ตัน/ไร่ จังหวัดมุกดาหารมีพื้นที่ปลูกอ้อยประมาณ 101,712.55 ไร่ ดังนั้นปริมาณอ้อยที่จะต้องขนส่งในรอบหนึ่งฤดูกาลผลิต (5 เดือน) เท่ากับ 3,051,376.5 ตัน ดังนั้นควรกำหนดให้โรงงานแห่งใหม่สามารถผลิตอ้อย/วันให้มากกว่า 15,000 ตัน/วัน ซึ่งทำให้สามารถรับอ้อยได้ประมาณ 3,150,000 ตัน/ฤดูกาลผลิต ซึ่งเพียงพอต่อการรับอ้อยจากรายแปลงในพื้นที่จังหวัดมุกดาหาร

สรุปทั้งสามกรณีแบบจำลองเชิงพื้นที่ที่สามารถที่จะจัดสรรการขนส่งอ้อยให้มีค่าขนส่งที่ต่ำลงได้ สำหรับการศึกษาค้างต่อไปต้องมีกรนำค่าความต้านทานของเส้นทาง (impedance) โดยใช้ความชัน (slope) เข้ามาร่วมวิเคราะห์ด้วยซึ่งจะทำให้รูปแบบเส้นทางมีการเปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้ในการศึกษานี้ต้องการที่จะทดสอบเฉพาะระยะทางขนส่งโดยรวม นอกจากนี้แบบจำลองเชิงพื้นที่นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการขนส่งสินค้าประเภทอื่น ๆ ที่มีจำนวนแปลงเยอะ และปริมาณการขนส่งหลายตัน และมีพื้นที่ศึกษาที่มีจำนวนแปลงเกษตรมาก นอกจากนี้สามารถที่จะเพิ่มข้อจำกัดด้านเวลาของจุดพักสินค้าเข้ามาในแบบจำลองได้ด้วย

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย งบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2558 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

เอกสารอ้างอิง

1. นายเฉลิมพร นวโชติรส และนายณัฐกานต์ เคียงขุนทด. การจัดลำดับคิวในการตัดอ้อยของแปลงอ้อย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2549.
2. พรวิภา เตชะสุข. การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจการเก็บเกี่ยวอ้อยสำหรับระบบโลจิสติกส์ขาเข้าของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2551.
3. สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย การศึกษาการเชื่อมโยงโลจิสติกส์ของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย. กระทรวงอุตสาหกรรม. 2549.
4. กริยาพร เทพรัตน์. ศึกษาเรื่องต้นทุนและผลตอบแทนในการปลูกอ้อยเพื่อส่งโรงงาน อุตสาหกรรม ในจังหวัดอุดรธานี. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2548.
5. เดชา ถาวรพาท. ศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนการปลูกอ้อยอำเภอบ้านโคกขมิ้น จังหวัดเลย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2544.
6. อุกฤษฏ์ พงษ์วานิชอนันต์. ศึกษาเรื่องต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตอ้อยโรงงาน ตำบลดอนเจดีย์ อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 2552.
7. Patiwat Littidej. Application of MODA and GIS to potential area selection for construction material distribution center in the municipality area of Nakhon Ratchasima, Thailand., October. 27th Asian Conference on Remote Sensing. 2009; 105-110.
8. Warunee Aunphoklang, Sunya Sarapirome, and Patiwat Littidej. Sugarcane transportation management using Network Analysis and Linear Programming. Journal of Remote Sensing and GIS Association of Thailand. 2012; 14(2):37-45.

การจัดการการท่องเที่ยวชุมชนในจังหวัดจันทบุรี และตราด โดยเทคโนโลยี ภูมิสารสนเทศ Geoinformation Technology for Managing Community Based Tourism (CBT) in Chanthaburi and Trat Provinces

สุเมธ สายสมุทร,¹ ณรงค์ พลธีรักษ์,² สุพรรณ กาญจนสุธรรม,³ แก้ว นวลฉวี⁴

Sumate Saisamute,¹ Narong Pleerux,² Supan Karnchanasutham,³ Kaew Nualchawee⁴

Received: 2 June 2015; Accepted: 30 September 2015

บทคัดย่อ

การท่องเที่ยวชุมชนเป็นการท่องเที่ยวทางเลือกที่กำลังได้รับความนิยมและแพร่หลายมากขึ้นในปัจจุบัน การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและจัดทำฐานข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวชุมชน และจัดรูปแบบเส้นทางการท่องเที่ยวชุมชนในจังหวัดจันทบุรีและตราด การสำรวจที่ตั้งของแหล่งท่องเที่ยวโดยใช้ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System : GPS) การจัดทำฐานข้อมูลและแผนที่แหล่งท่องเที่ยวชุมชนโดยใช้เทคนิคทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) ส่วนการวิเคราะห์เส้นทางท่องเที่ยวชุมชนนั้นได้ใช้การวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis) ใน GIS โดยพบว่าในจังหวัดจันทบุรีและตราดมีแหล่งท่องเที่ยวชุมชนรวมทั้งสิ้น 50 แห่ง และแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ แหล่งท่องเที่ยวชุมชนทางประวัติศาสตร์ วัฒนธรรม ชุมชนชาติ และนิเวศ งานวิจัยนี้ได้นำเสนอเส้นทางท่องเที่ยวชุมชน 3 เส้นทาง ได้แก่ เส้นทางที่ 1 เที่ยวเมืองเก่า-ชมสถาปัตยกรรมแบบยุโรป มีระยะทาง 17.70 กิโลเมตร ใช้เวลาในการเดินทาง 13 นาที เส้นทางที่ 2 สองหาดมหัศจรรย์ มีระยะทาง 98.80 กิโลเมตร ใช้เวลาในการเดินทาง 1 ชั่วโมง 14 นาที และเส้นทางที่ 3 เที่ยวชมของดีเมืองจัน มีระยะทาง 69.40 กิโลเมตร ใช้เวลาในการเดินทาง 53 นาที

คำสำคัญ : เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ การท่องเที่ยวชุมชน การวิเคราะห์โครงข่าย

Abstract

At present, Community Based Tourism (CBT) is a popular and extensive alternative touring practise. This research aims to survey and create a database and maps of CBT, as a tool set of the CBT travel routes in Chanthaburi and Trat. The Global Positioning System (GPS) was used to survey the community attractions while Geographic Information System (GIS) with Network Analysis was used to create the CBT database, maps and travel routes. The results showed that 50 community attractions were found in Chanthaburi and Trat classified into 4 groups including, historical, cultural, natural and ecological community attraction. The 3 CBT travel routes were optimized namely: Route No.1 The old European town (17.70 kilometers and 13 minutes), Route No.2 The amazing beach (98.80 kilometers and 1 hour and 14 minutes), Route No.3 The exploring Chan City (69.40 kilometers and 53 minutes).

Keywords : Geoinformation Technology, Community Based Tourism, Network analysis

¹ นิสิตปริญญาโท, ^{2,3,4}อาจารย์, คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20131

¹ Master degree student, ^{2,3,4}Lecturer, Faculty of Geoinformatics, Burapha University, Muang, Chon Buri 20131, Thailand.

* Corresponding author; Sumate Saisamute, Faculty of Geoinformatics, Burapha University, Muang, Chon Buri 20131, Thailand.
Hongt5@hotmail.com

บทนำ

การท่องเที่ยวจัดเป็นอุตสาหกรรมบริการที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมบริการที่สร้างรายได้ให้กับประเทศอย่างมหาศาล^{1,4} เมื่อสถานที่ใดได้ถูกพัฒนากลายเป็นแหล่งท่องเที่ยวผลที่ตามมา คือ การกระจายรายได้สู่ท้องถิ่นบริเวณแหล่งท่องเที่ยวนั้น ทำให้คนในท้องถิ่นมีงานทำ มีรายได้ และคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ซึ่งต้องอาศัยการมีส่วนร่วมของชุมชน^{2,10} การท่องเที่ยวชุมชนนั้นถือเป็นการท่องเที่ยวทางเลือกใหม่ที่เป็นที่นิยมอย่างมากของนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติ แต่เมื่อชุมชนขาดการระมัดระวังและการวางแผนการในการพัฒนา ก็จะทำให้ชุมชนนั้นเสียเอกลักษณ์ เพราะถูกปรับให้เข้ากับรสนิยมของนักท่องเที่ยว⁷ การจัดการแหล่งท่องเที่ยวจึงเป็นเรื่องสำคัญ เพราะนอกจากจะสร้างรายได้ให้กับชุมชนยังเป็นการสร้างเครือข่ายระหว่างนักท่องเที่ยวกับชุมชนอีกด้วย⁶

จังหวัดจันทบุรีและตราดถือเป็นสองจังหวัดชายฝั่งภาคตะวันออกที่มีความสำคัญทางด้านการท่องเที่ยว เนื่องจากมีแหล่งท่องเที่ยวหลากหลายประเภท เปรียบเสมือนอัญมณีของภาคตะวันออก มีการคมนาคมที่สะดวกสบาย นักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติต่างให้ความสนใจมาท่องเที่ยวเป็นจำนวนมาก โดยในปี 2555 มีนักท่องเที่ยว 2,565,722 คน เดินทางมาท่องเที่ยวจังหวัดจันทบุรีและตราด เพิ่มขึ้นจากปี 2554 ร้อยละ 2.67⁵ นอกจากแหล่งท่องเที่ยวหลักแล้ว ในจังหวัดจันทบุรีและตราดยังมีแหล่งท่องเที่ยวชุมชนที่น่าสนใจที่อยู่อีกหลายแห่ง ที่ยังขาดการจัดการและประชาสัมพันธ์ ดังนั้นหากมีการจัดการและพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวชุมชน โดยการนำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ ได้แก่ GPS มาใช้ในการเก็บข้อมูลที่ตั้งของแหล่งท่องเที่ยว และการจัดทำฐานข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวชุมชน และวิเคราะห์โครงข่ายใน GIS การจัดรูปแบบเส้นทางท่องเที่ยวชุมชนในจังหวัดจันทบุรี และตราด เพื่อจัดการการท่องเที่ยวชุมชนให้พัฒนาไปในแนวทางที่ถูกต้องและมีความยั่งยืน

วัตถุประสงค์

1. สำรวจและจัดทำฐานข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวชุมชนในจังหวัดจันทบุรีและตราด
2. จัดรูปแบบและวิเคราะห์เส้นทางท่องเที่ยวชุมชนในจังหวัดจันทบุรีและตราด

วิธีการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. รวบรวมข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวเบื้องต้นจากเว็บไซต์การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยและเอกสารที่เกี่ยวข้องคัดเลือกแหล่งท่องเที่ยวจากแหล่งท่องเที่ยว 4 ประเภท คือ แหล่งท่องเที่ยวทาง ประวัติศาสตร์ วัฒนธรรม ธรรมชาติ และนิเวศ โดยใช้เกณฑ์ตามการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยได้แบ่งไว้

2. เก็บข้อมูลและค่าพิกัดของแหล่งท่องเที่ยวโดยใช้เครื่อง GPS และบันทึกภาพ

3. การจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ประกอบด้วยข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Data) แสดงรายละเอียดค่าพิกัดที่ตั้ง ข้อมูลชื่อ ประเภทแหล่งท่องเที่ยว และข้อมูลของแหล่งท่องเที่ยว

4. การจัดรูปแบบเส้นทางท่องเที่ยวชุมชน โดยจัดเส้นทางท่องเที่ยวแบบผสมจากความน่าสนใจและมีเอกลักษณ์ของแหล่งท่องเที่ยว แบบ 1 วัน และ 2 วัน 1 คืน

5. การวิเคราะห์เส้นทางท่องเที่ยวชุมชน โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis) โดยข้อมูลที่ใช้ ได้แก่ ข้อมูลตำแหน่งของแหล่งท่องเที่ยวชุมชนและโครงข่ายถนน

- 5.1 เตรียมข้อมูลโครงข่ายถนน โดยจะต้องมีข้อมูลเชิงบรรยาย ได้แก่ ระยะทางของถนน (เมตร) และระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางในถนนแต่ละเส้น (นาที)

- 5.2 จัดทำ Network Dataset จากข้อมูลโครงข่ายถนนที่เตรียมไว้ในข้อ 5.1

- 5.3 วิเคราะห์เส้นทางที่สั้นที่สุด (Shortest Route) จากรูปแบบเส้นทางท่องเที่ยวที่ได้จัดไว้ในข้อ 4

6. จัดทำแผนที่เส้นทางท่องเที่ยวแหล่งท่องเที่ยวชุมชน

ผลการวิจัย

1. ฐานข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวชุมชน

แหล่งท่องเที่ยวชุมชนที่ได้จากการสำรวจในจังหวัดจันทบุรีและตราด รวม 50 แห่ง แบ่งออกเป็นจังหวัดจันทบุรี 28 แห่ง ได้แก่ แหล่งท่องเที่ยวเชิงประวัติศาสตร์ 20 แห่ง ทางธรรมชาติ 3 แห่ง เชิงนิเวศ 1 แห่ง และเชิงวัฒนธรรม 4 แห่ง โดยมีแหล่งท่องเที่ยวที่น่าสนใจคือ แหลมเสด็จ โบสถ์วัดโรมันคาทอลิก และอุตุเรือเสม็ดงาม เป็นต้น ส่วนจังหวัดตราดมี 22 แห่ง ได้แก่ แหล่งท่องเที่ยวเชิงประวัติศาสตร์ 12 แห่ง ทางธรรมชาติ 4 แห่ง เชิงนิเวศ 3 แห่ง และเชิงวัฒนธรรม 3 แห่ง แหล่งท่องเที่ยวที่น่าสนใจคือ หาดทรายดำ ชุมชนบางพระ วัดบุปผาราม เป็นต้น โดยอำเภอที่มีแหล่งท่องเที่ยวชุมชนมากที่สุด คือ อำเภอเมือง

จังหวัดตราด 16 แห่ง และมีแหล่งท่องเที่ยวชุมชนน้อยที่สุดคือ อำเภอสอยดาว จังหวัดจันทบุรี 1 แห่ง ประเภทแหล่งท่องเที่ยวที่มีมากที่สุดคือ แหล่งท่องเที่ยวทางประวัติศาสตร์ 32 แห่ง และประเภทแหล่งท่องเที่ยวที่พบน้อยที่สุดคือ แหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศ 4 แห่ง ดัง (Table 1) และ (Table 2)

2. เส้นทางท่องเที่ยวชุมชน จากการจัดเส้นทางท่องเที่ยว ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์โครงข่ายเพื่อหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการท่องเที่ยวในGIS กำหนดให้เป็นการเดินทางโดยรถยนต์ ระยะทางรวมของแต่ละเส้นทางคำนวณจากแหล่งท่องเที่ยวแรกจนถึงแหล่งท่องเที่ยวสุดท้าย และระยะเวลาเป็นเวลาในการเดินทางเท่านั้นไม่ได้นับรวมเวลาในการท่องเที่ยว มีรายละเอียดดังนี้

2.1 เส้นทาง“เที่ยวเมืองเก่าชมสถาปัตยกรรมแบบยุโรป” รูปแบบเส้นทางท่องเที่ยว 1 วัน แหล่งท่องเที่ยวอยู่ในอำเภอแหลมงอบ และอำเภอเมือง จังหวัดตราด มีรายละเอียดดังนี้ เริ่มต้นเส้นทางที่ศาลเจ้าพ่อหลักเมืองและวัดบุปผาราม จากนั้นเดินทางไปวัดไผ่ล้อม และเดินชมบ้านเรือนสถาปัตยกรรมแบบยุโรป ตรารัตนพาร์คซึ่งเป็นศูนย์การเรียนรู้ของประชาชนที่มีการเก็บบันทึกวิถีชีวิตและประวัติศาสตร์เมืองตราด เดินเท้าต่อไปยังจวนเรลิตติ้งกัมปอดต์ จวนในสมัยที่ฝรั่งเศสเข้ามายึดเมืองตราดไว้ ปัจจุบันเป็นสถานที่ราชการแต่สามารถเข้าเยี่ยมชมได้ จากนั้นเที่ยวชมขบวนคลองบางพระ ชมวิถีชีวิตชุมชนที่เรียบง่ายแต่ไม่ล้าสมัย จนได้ชื่อว่า “เชียงคานแห่งภาคตะวันออก” ตอนกลับแวะอ่างเก็บน้ำเขาระกำชมบรรยากาศยามเย็นที่ เส้นทางนี้มีระยะทาง 17.70 กิโลเมตร ใช้เวลาในการเดินทางท่องเที่ยว 13 นาที ดัง (Figure 1)

2.2 เส้นทาง “สองหาดมหัศจรรย์” รูปแบบเส้นทางท่องเที่ยว 2 วัน 1 คืน แหล่งท่องเที่ยว ได้แก่ หาดบานชื่น อำเภอคลองใหญ่ และหาดทรายดำ อำเภอแหลมงอบ จังหวัดตราด เส้นทางสองหาดมหัศจรรย์เป็นเส้นทางท่องเที่ยวสำหรับนักท่องเที่ยวที่ต้องการความสงบและพักผ่อน เนื่องจากมีระยะทางไกลและต้องพักค้างแรม เริ่มต้นจุดท่องเที่ยวที่หาดบานชื่น นักท่องเที่ยวสามารถเลือกที่พักได้ตามความต้องการ หาดบานชื่นมีความสวยงามและสงบมากเนื่องจากเป็นหาดส่วนตัว พักค้างคืนที่หาดบานชื่นหนึ่งคืน และในวันถัดมาเดินทางสู่อำเภอแหลมงอบ ชมระบบนิเวศที่หาดูได้ยากที่หาดทรายดำ (สามารถเห็นหาดทั้งหาดได้ในเดือนเมษายน-กรกฎาคม) รวมระยะทาง 98.80 กิโลเมตร ใช้เวลาในการเดินทางท่องเที่ยว 1 ชั่วโมง 14 นาที ดัง (Figure 2)

2.3 เส้นทาง “เที่ยวชมของดีเมืองจัน” รูปแบบเส้นทางท่องเที่ยว 1 วัน แหล่งท่องเที่ยวตั้งอยู่ใน อำเภอท่าใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี เส้นทางชมของดีเมืองจัน เริ่มต้นจากศาลหลักเมืองจันทบุรี วัดไผ่ล้อม โบสถ์วัดโรมันคาทอลิก วัดทองทั่วที่มีโบสถ์เก่าแก่ภายในวัดและมีพิพิธภัณฑ์ที่เก็บวัตถุโบราณจากโบราณสถานเมืองเพนียด จากนั้นเดินทางไปศูนย์หัตถกรรมพื้นบ้านการทอเสื้อจันทบุรีบ้านเสม็ดงาม ชมวิถีชีวิตดั้งเดิมและงานหัตถกรรมที่มีชื่อเสียงของชาวจันทบุรี แวะชมพิพิธภัณฑ์ประวัติศาสตร์อุ้งต่อเรือพระเจ้าตากสินบ้านเสม็ดงาม และก่อนเดินทางกลับขับรถลัดเลาะชายฝั่งตามถนนเฉลิมบูรพาชลทิศไปพักผ่อนที่แหลมเสด็จชมอ่าวธรรมชาติที่สวยงาม เป็นแห่งสุดท้ายของเส้นทางท่องเที่ยว เส้นทางท่องเที่ยวชมของดีเมืองจันมีระยะทาง 69.40 กิโลเมตร ใช้เวลาในการเดินทางท่องเที่ยว 53 นาที ดัง (Figure 3)

Table 1 Community Based Tourism in Chanthaburi

Number	Name	Aumphoe	Type	Latitude (N)	Longitude(E)
1	Kao Sukim Temple	Tha Mai	Hisrory	12.765335	102.030176
2	Krong Tung Pel Nature Trail	Tha Mai	Ecotourism	12.607732	102.039953
3	Kao bunjob Waterfall	Tha Mai	Nature	12.571793	101.895964
4	Hin Dad Waterfall	Tha Mai	Nature	12.569659	101.976633
5	Bann Leam Frontier Market	Pong Nam Ron	Nature	12.971461	102.238900
6	Kao keaw Temple	Pong Nam Ron	Hisrory	13.085903	102.444952
7	Honey Farm Chantaburi	Soi Dao	Culture	13.107197	102.398963
8	Kao Ployvean Jedi	Makham	Hisrory	12.850457	102.202264
9	Pra Chao Tak sin Shrine	Makham	Hisrory	12.850984	102.202747
10	City Pillar Shrine Chantaburi	Makham	Hisrory	12.682008	102.205023
11	Diamon Road	Mueang	Culture	12.616252	102.110148
12	Both Meuang Temple	Mueang	Hisrory	12.616274	102.110153

Table 1 Community Based Tourism in Chanthaburi (Cont.)

Number	Name	Aumphoe	Type	Latitude (N)	Longitude(E)
13	Pai Lome Temple	Mueang	Hisrory	12.606641	102.114354
14	Mary church	Mueang	Hisrory	12.613247	102.112465
15	Tong Tau Temple	Mueang	Hisrory	12.605660	102.118874
16	Panean Ancient Remains	Mueang	Hisrory	12.609620	102.119286
17	Mat Handicraft Center	Mueang	Culture	12.587504	102.143031
18	Sameg Ngam Dock	Mueang	Hisrory	12.585942	102.144451
19	Nern Vong Camp	Mueang	Hisrory	12.545858	102.097028
20	Plub Temple	Mueang	Hisrory	12.531854	102.075892
21	Sadej Cape	Mueang	Nature	12.585206	102.067652
22	Takad Ngoy Temple	Mueang	Hisrory	12.583944	102.055882
23	Piree Pinad Fortress	Laem Sing	Hisrory	12.476512	102.057569
24	Red Build	Laem Sing	Hisrory	12.481369	102.062236
25	Dungeon	Laem Sing	Hisrory	12.481348	102.065632
26	Sak Yai Bhudda Garden Temple	Laem Sing	Hisrory	12.510054	102.164986
27	Mung Korn Bhupparam Temple	Laem Sing	Hisrory	12.520834	102.164501
28	Tapon Noi Temple	Khlung	Hisrory	12.484674	102.166949

Table 2 Community Based Tourism in Trat

Number	Name	Aumphoe	Type	Latitude (N)	Longitude(E)
1	To'Mo Ancient Remains	Khao Saming	Hisrory	12.576247	102.374758
2	Bang prue Temple	Khao Saming	Hisrory	12.305640	102.339330
3	Bann Had Lek Frontier Market	Khlong Yai	Culture	11.651496	102.908875
4	Ban Chuen Beach	Khlong Yai	Nature	11.893354	102.788176
5	Rachakarun Beach	Mueang	Nature	12.337499	102.530490
6	Sapan Hin Temple	Mueang	Hisrory	11.974972	102.770452
7	Sapan Hin Waterfall	Mueang	Nature	12.103010	102.702798
8	Krad Cape	Mueang	Ecotourism	12.101574	102.710961
9	Tha Sorm Temple	Mueang	Hisrory	12.152091	102.625006
10	Kao Rakum Reservoir	Mueang	Ecotourism	12.267450	102.423323
11	Bann Bang Pra	Mueang	Culture	12.242074	102.510491
12	Leysidungumport	Mueang	Hisrory	12.241726	102.513230
13	Pai lome Temple	Mueang	Hisrory	12.239933	102.515306
14	Trat Park	Mueang	Culture	12.240766	102.514866
15	City Pillar Shrine Trat	Mueang	Hisrory	12.243600	102.508465
16	Pra Chao Tak sin Shrine	Mueang	Hisrory	12.243561	102.507451
17	Yotanimit Temple	Mueang	Hisrory	12.244112	102.507732
18	Bhupparam Temple	Mueang	Hisrory	12.250163	102.494545
19	Krom Luang Chum Pon Shrine	Mueang	Hisrory	12.044667	102.583807
20	Bann Ra Nean Mangrove Forest	Mueang	Ecotourism	12.186074	102.556568
21	Sai Dum Beach	Laem Ngop	Nature	12.172992	102.406379
22	Kho Chang Navy Museum	Laem Ngop	Hisrory	12.178340	102.389396

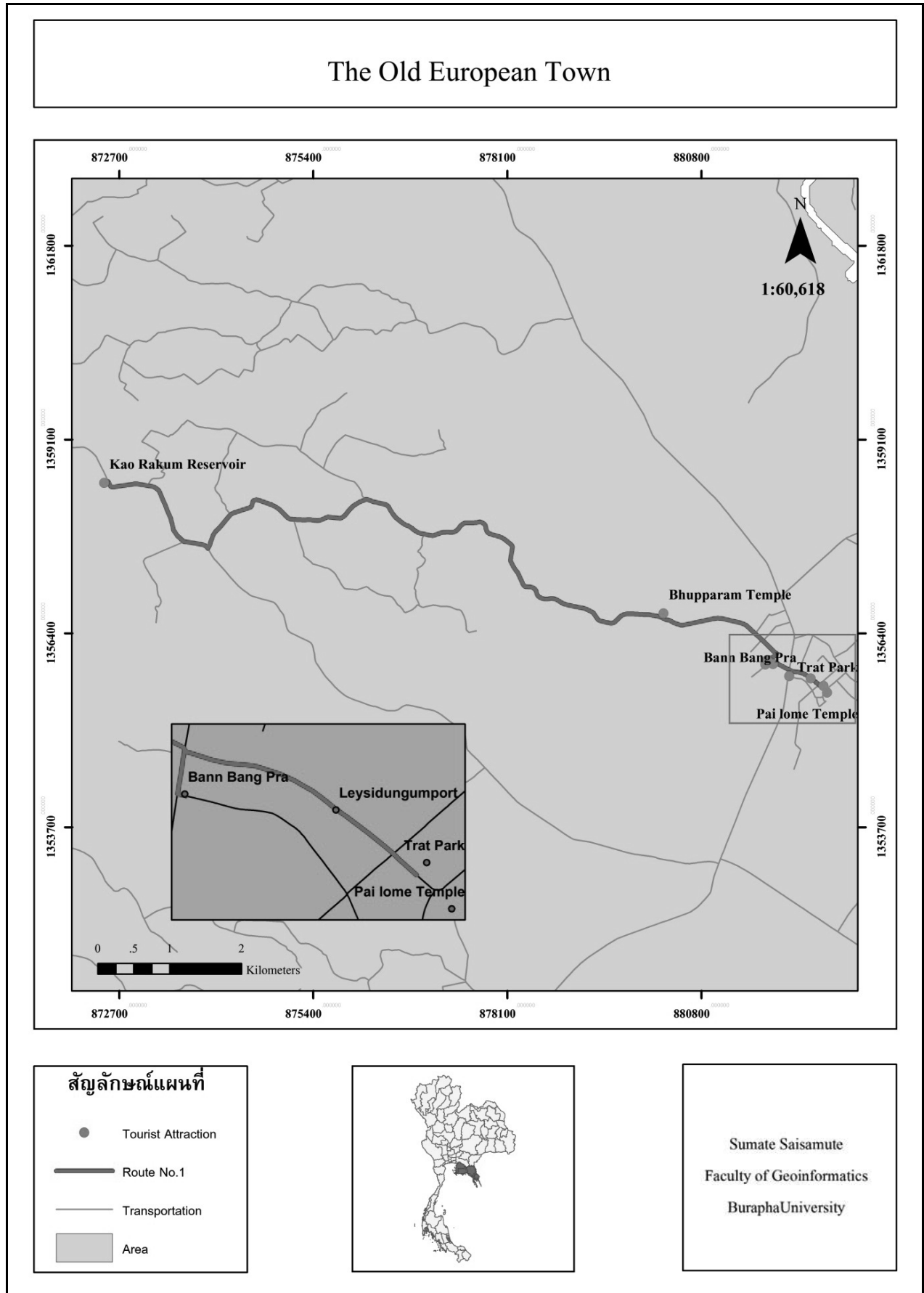


Figure 1 Route No.1 The Old European Town

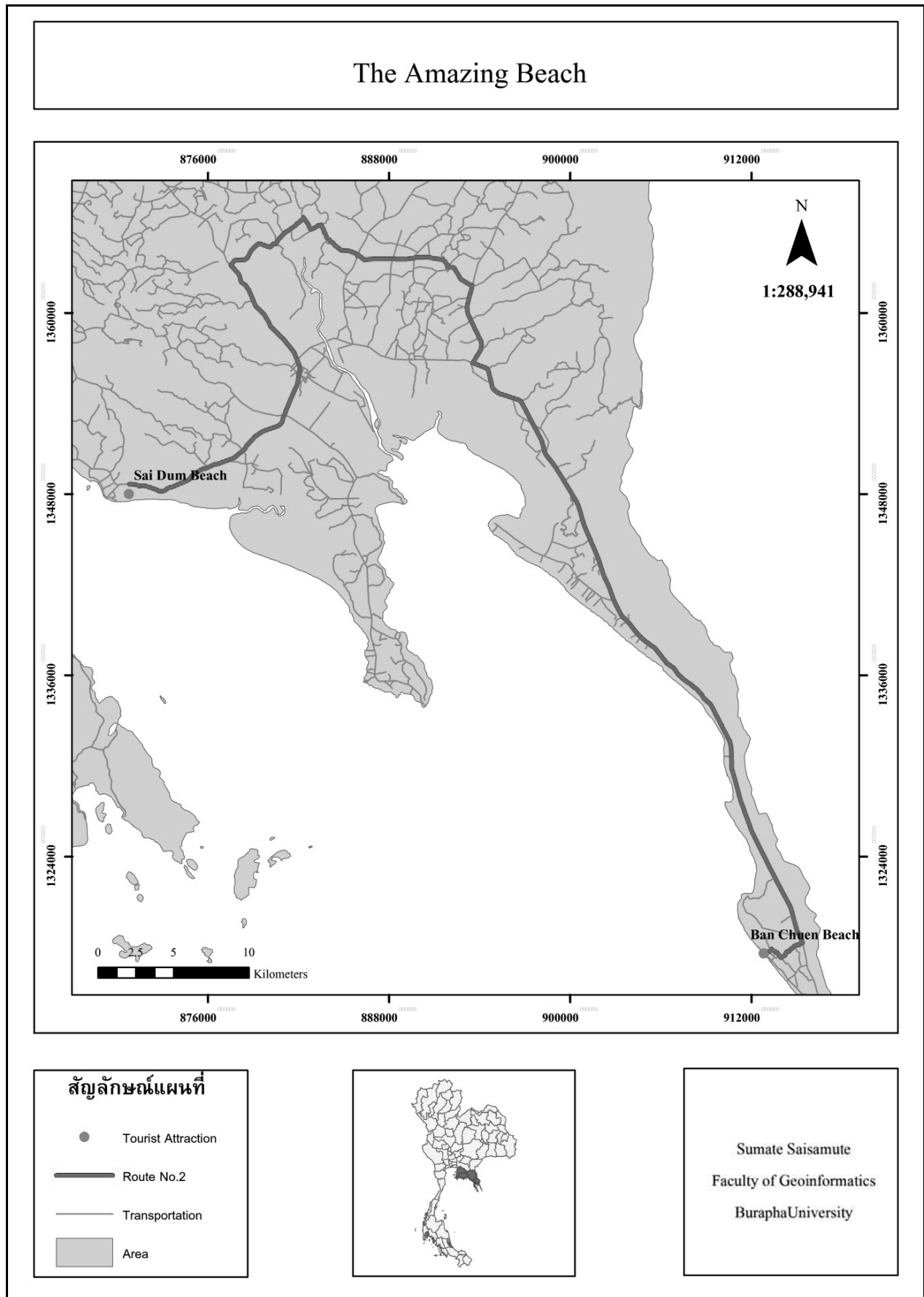


Figure 2 Route No.2 The Amazing Beach

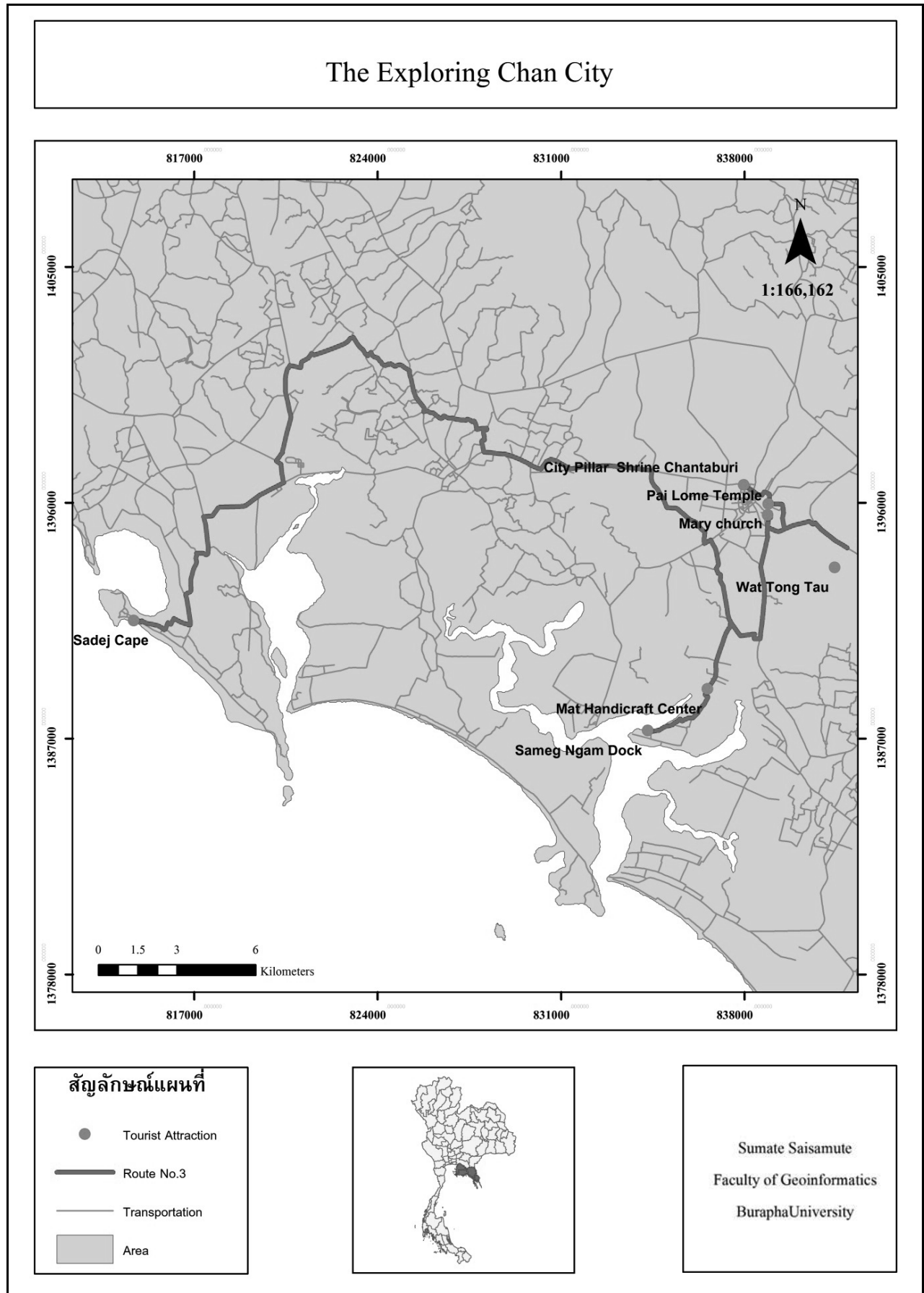


Figure 3 Route No.3 The Exploring Chan City

วิจารณ์และสรุปผล

จากการสำรวจแหล่งท่องเที่ยวชุมชนในจังหวัดจันทบุรีและตราด พบว่าแหล่งท่องเที่ยวชุมชน 50 แห่ง แหล่งท่องเที่ยวชุมชนในพื้นที่ที่มีความหลากหลาย และมีโอกาสสูงที่จะพัฒนาไปสู่แหล่งท่องเที่ยวหลักของจังหวัดได้เนื่องจากมีปัจจัยที่พร้อมสนับสนุน ทั้งความโดดเด่นของสถานที่ท่องเที่ยว การคมนาคม และความหลากหลายของกิจกรรมในการท่องเที่ยว ขาดแต่เพียงการประชาสัมพันธ์หรือสื่อที่จะนำเสนอให้นักท่องเที่ยวได้รู้จักกับแหล่งท่องเที่ยวชุมชน^๑ หากมีการประชาสัมพันธ์ที่ดีแล้วนอกจากจะทำให้เกิดรายได้กับชาวบ้านในพื้นที่แล้ว ยังทำให้มีแนวทางในการพัฒนาและจัดการแหล่งท่องเที่ยว และสามารถลดความเสื่อมโทรมให้กับแหล่งท่องเที่ยวหลักอีกด้วย^๓

แหล่งท่องเที่ยวชุมชนในจังหวัดจันทบุรี และตราด มีจุดเด่น คือ แหล่งท่องเที่ยวมีความโดดเด่นแตกต่างจากแหล่งท่องเที่ยวอื่นๆ ในด้านของความสวยงาม ความอุดมสมบูรณ์ของธรรมชาติ และระบบนิเวศ สามารถท่องเที่ยวได้ทุกฤดู และหลากหลายรูปแบบ ทั้งการท่องเที่ยวแบบผจญภัย เรียนรู้วิถีชีวิต และศึกษาประวัติศาสตร์ โดยมีชาวบ้านในพื้นที่เป็นผู้ดำเนินการ จึงทำให้เมื่อนักท่องเที่ยวไปเยี่ยมชมเกิดความประทับใจ เกิดจากชาวบ้านมีความเข้าใจในพื้นที่ของตน และพร้อมให้บริการนักท่องเที่ยวด้วยความเต็มใจ^๑ แต่หากยังไม่มีจัดการที่เป็นระบบอาจส่งผลเสียต่อแหล่งท่องเที่ยวในอนาคต^๑ เช่น หาดทรายดำเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงธรรมชาติที่มีความสวยงามและโดดเด่นในด้านกายภาพ แต่ก็มีความเปราะบาง เพราะที่ตั้งของแหล่งท่องเที่ยวสัมผัสต่อการเสื่อมสภาพหรือถูกทำลาย หากมีการจัดการที่ไม่เป็นระบบ หรือถูกบุกรุกจากนายทุน ในขณะที่แหล่งท่องเที่ยวอื่น ๆ ก็มีข้อด้อยที่คล้ายคลึงกัน คือ ยังไม่มีการจัดการที่เป็นระบบ และเสี่ยงที่จะถูกทำให้เสียเอกลักษณ์ของชุมชนจากการบุกรุกของนายทุน จากการจัดทำเส้นทางท่องเที่ยว และวิเคราะห์โครงข่ายเพื่อหาเส้นทางที่สั้นที่สุด ได้จัดทำเส้นทางท่องเที่ยว 3 เส้นทาง คือ เส้นทางที่ 1 เที่ยวเมืองเก่า-ชมสถาปัตยกรรมแบบยุโรป มีระยะทาง 17.70 กิโลเมตร ใช้เวลาในการเดินทาง 13 นาที เส้นทางที่ 2 สองหาดมหัศจรรย์ มีระยะทาง 98.80 กิโลเมตร ใช้เวลาในการเดินทาง 1 ชั่วโมง 14 นาที และเส้นทางที่ 3 เที่ยวชมของดีเมืองจัน มีระยะทาง 69.40 กิโลเมตร ใช้เวลาในการเดินทาง 53 นาที เส้นทางท่องเที่ยวที่จัดทำขึ้นทั้งสามเส้นทางนี้ต่างมีจุดเด่นและจุดด้อยต่างกันออกไป โดยเส้นทางเที่ยวเมืองเก่า-ชมสถาปัตยกรรมแบบยุโรป มีจุดเด่น คือ ความสวยงามของสถาปัตยกรรมยุโรป และประวัติศาสตร์ รวมไปถึงวิถีชีวิตความเป็นอยู่ จุดด้อย คือ

นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่นิยมเดินทางไปเกาะช้างหรือเกาะกูด โดยผ่านอำเภอเมืองตราด จึงทำให้แหล่งท่องเที่ยวทางประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมถูกบดบังโดยแหล่งท่องเที่ยวกระแสหลัก^๑

เส้นทางที่สองหาดมหัศจรรย์ เป็นแหล่งท่องเที่ยวสำหรับนักท่องเที่ยวที่ชอบบรรยากาศของทะเลที่ใสสะอาด เงียบสงบ และชื่นชอบความแตกต่าง ทั้งสองหาดมีความแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง หาดบานชื่นเป็นหาดทรายสีขาวสะอาด แต่หาดทรายดำ นั้นมีดินทรายเป็นสีดำสนิท ซึ่งมีอยู่เพียงไม่กี่แห่งในโลก จุดด้อย คือ เส้นทางที่ใช้เดินทางนั้นเป็นเส้นทางที่ใช้ขนส่งสินค้าจากไทยไปสู่กัมพูชา จึงเต็มไปด้วยรถบรรทุกจำนวนมาก ไม่เหมาะกับนักท่องเที่ยวที่ไม่ชำนาญเส้นทาง และเส้นทางเที่ยวชมของดีเมืองจัน เป็นเส้นทางที่เหมาะสมสำหรับครอบครัวที่ต้องการท่องเที่ยวแบบไปกลับ เพราะได้ท่องเที่ยวแหล่งท่องเที่ยวประวัติศาสตร์ วัฒนธรรม และธรรมชาติในเส้นทางเดียว จุดด้อย คือ ในวันหยุดสถานที่ท่องเที่ยวเหล่านี้จะมีนักท่องเที่ยวจำนวนมากเดินทางมาท่องเที่ยว จึงไม่เหมาะสำหรับผู้ชอบความเงียบสงบ

แหล่งท่องเที่ยวชุมชนในจังหวัดจันทบุรีและตราด ส่วนใหญ่เป็นแหล่งท่องเที่ยวทางประวัติศาสตร์ซึ่งมีสวนล่อหลอมวิถีชีวิตความเป็นอยู่ และสร้างเอกลักษณ์ทางศิลปวัฒนธรรมออกมาในรูปแบบสถาปัตยกรรมที่หลากหลาย และเป็นส่วนที่ส่งเสริม การท่องเที่ยวของจังหวัดให้มีความลงตัว และตอบสนองการท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวทุกกลุ่ม ปัจจุบันแหล่งท่องเที่ยวชุมชนมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แหล่งท่องเที่ยวชุมชนในจังหวัดจันทบุรีและตราดมีโอกาสพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวได้มาก ด้วยปัจจัยที่สนับสนุนการท่องเที่ยวชุมชน

เส้นทางท่องเที่ยวชุมชนที่จัดทำขึ้นทั้ง 3 เส้นทาง มีความแตกต่างและตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยวได้หลายกลุ่ม อีกทั้งยังเป็นประโยชน์กับจังหวัด เนื่องเป็นการใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการเก็บข้อมูลที่ตั้งและวิเคราะห์เส้นทางเพื่อจัดทำเป็นฐานข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวชุมชนที่สามารถแสดงผลบนเว็บไซต์ได้ เนื่องจากปัจจุบันนักท่องเที่ยวส่วนใหญ่สืบค้นข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวผ่านอินเทอร์เน็ต การที่มีฐานข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวชุมชนจึงเป็นประโยชน์กับแหล่งท่องเที่ยวทั้งในด้านการประชาสัมพันธ์ และแนวทางในการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวชุมชนให้พร้อมรองรับนักท่องเที่ยวจากการเปิดประชาคมอาเซียนในอนาคต การจัดการแหล่งท่องเที่ยวชุมชน ชาวบ้านและผู้รับผิดชอบพื้นที่ควรจะต้องมีการร่วมมือกันพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวชุมชนเป็นของชุมชน ไม่ใช่ของกลุ่มบุคคลหรือกลุ่มนายทุนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

เอกสารอ้างอิง

1. Klint, L. M. Tourism, the environment and sustainability: An exploration of Melanesian constitutions: La Trobe University. 2012
2. Katerina, A.-N., & Gabriela, R. Planning of Sustainable Tourism Development. Procedia - Social and Behavioral Sciences. 2012
3. ฉลองศรี พิมลสมพงษ์. การท่องเที่ยว: มิติแห่งศาสตร์บูรณาการ. วารสารวิทยาการจัดการและสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. 2554
4. ชัชชัย สุจริต. อุตสาหกรรมท่องเที่ยวเป็นปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยอุตรดิตถ์. 2554
5. ฐานข้อมูลการท่องเที่ยวเชิงการตลาด การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย เข้าถึงได้จาก <http://marketingdatabase.tat.or.th/>
6. ณรงค์ พลธิรักษ์. โครงการการจัดการโลจิสติกส์สำหรับการท่องเที่ยวชุมชนในจังหวัดชลบุรี .รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. 2555
7. บุญเลิศ จิตตั้งวัฒนา. การท่องเที่ยวแบบยั่งยืน. รายงานขั้นสุดท้ายการดำเนินการเพื่อกำหนดนโยบายการท่องเที่ยวเพื่อรักษาระบบนิเวศ. 2548
8. แผนพัฒนาจังหวัดจันทบุรี 2557 – 2560. สถานการณ์และแนวโน้ม ด้านเศรษฐกิจ สังคมทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เข้าถึงได้จาก <http://www.chanthaburi.go.th/>
9. แผนพัฒนาจังหวัดตราด พ.ศ. 2557 – 2560. เข้าถึงได้จาก <http://www.trat.go.th/strategy>
10. มาลินี หาญยุทธ์. รูปแบบการมีส่วนร่วมของชุมชนในการบริหารจัดการการท่องเที่ยว กรณีศึกษา ตำบลนาบัวหลวง อำเภอสองแคว จังหวัดน่าน. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์. 2551

ทัศนคติของนักศึกษาต่อผลกระทบของการเปิดเสรีในอาเซียน ด้านการเคลื่อนย้ายแรงงานในสายอาชีพ ICT

Attitudes toward Effects of the ASEAN Economic Community (AEC) In Free Flow of Skilled Labor of ICT Career

ปภากร อุบลศรี,¹ พาชิตชนัด ศิริพานิช²

Pabhakorn Ubonsri¹ Pachitjanut Siripanich²

Received: 7 June 2015; Accepted: 30 September 2015

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปริมาณครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาระดับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับประชาคมอาเซียนของนักศึกษา 2) ศึกษาทัศนคติของนักศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของการเปิดเสรีในอาเซียน ด้านการเคลื่อนย้ายแรงงานในสายอาชีพ ICT 3) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อทัศนคติของนักศึกษาเกี่ยวกับการเปิดเสรีในอาเซียน ด้านการเคลื่อนย้ายแรงงานในสายอาชีพ ICT ประชากรของการศึกษา คือ นักศึกษาที่ศึกษาระดับปริญญาตรี ในสถาบันอุดมศึกษาไทยที่ได้รับการจัดระดับโดย QS World University Rankings ให้เป็น 100 อันดับแรกของภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก ในสาขาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งมีอยู่ทั้งสิ้น 10 สถาบัน ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาได้มาจากตัวอย่างขนาด 373 คนโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มหลายชั้น เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถามซึ่งผ่านการตรวจสอบความตรง (Validity) และความเชื่อถือได้ (Reliability) แล้ว

ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ของสถาบันอุดมศึกษาไทยที่ได้รับการจัดอันดับดังกล่าว มีความรู้เกี่ยวกับประชาคมอาเซียนในระดับปานกลาง มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 11.14 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.10) และนักศึกษามีทัศนคติเกี่ยวกับผลกระทบของประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC) จากการเปิดเสรีอาเซียนด้านการเคลื่อนย้ายแรงงานในสายอาชีพ ICT โดยรวมเห็นด้วยอย่างมาก ($\bar{x} = 3.84$, S.D. = 0.779) และผลการศึกษาปัจจัยส่วนบุคคลที่มีผลต่อทัศนคติของนักศึกษาเกี่ยวกับประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC) จากการเปิดเสรีอาเซียนด้านการเคลื่อนย้ายแรงงานในสายอาชีพ ICT พบว่าชั้นปีที่นักศึกษา กำลังศึกษาอยู่มีผลต่อทัศนคติของนักศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนปัจจัยส่วนบุคคลอื่น ๆ ได้แก่ เพศ คณะที่ศึกษา ค่าผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา และระดับความรู้ของนักศึกษาเกี่ยวกับประชาคมอาเซียน ไม่มีผลต่อทัศนคติของนักศึกษา

คำสำคัญ : ประชาคมอาเซียน ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน การเคลื่อนย้ายแรงงานในสายอาชีพ ICT

Abstract

This research has three objectives, (1) study the levels of knowledge of the ASEAN Economic Community among students (2) study the attitudes toward Effects of the ASEAN Economic Community (AEC) in the Free Flow of Skilled Labor of ICT Career (3) study the factors affecting the attitudes toward Effects of the ASEAN Economic Community (AEC) in the Free Flow of Skilled Labor of ICT Career. The population of the study comprised bachelor degree students at a University in Thailand, classified by QS World University Rankings in the first hundred in the Asia Pacific region of the Faculty of Engineering and Technology. The sample, by multistage cluster sampling was composed of 373 student. The research instruments was a questionnaire.

¹ นักศึกษาปริญญาโท, ²รองศาสตราจารย์, คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ (2520 – 2556) และคณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ (2556 – ปัจจุบัน)

¹ Master degree student, ² Associate professor, Faculty of Applied Statistics, National Institute of Development Administration University (1977- 2013) and Faculty of Business Administration, Dhurakij Pundit University(2013-present)

The investigation showed that students from the Faculty of Engineering and Technology had a medium level of knowledge of the ASEAN Community. Their mean score of knowledge was 11.14 (S.D. = 2.10) out of 20. The Attitudes toward Effects of the ASEAN Economic Community (AEC) in the Free Flow of Skilled Labor of ICT Career had strongly ($\bar{x} = 3.84$, S.D. = 0.779) and The result of the study of the factors affecting the attitudes toward Effects of the ASEAN Economic Community (AEC) in the Free Flow of Skilled Labor of ICT Career found that the student's grade education effects the attitudes of students at 0.05., The factors of gender, student's GPA, and level of AEC knowledge had no effect on the attitudes of student.

Keywords: ASEAN community, ASEAN Economic Community, ICT Labor migration

บทนำ

เป็นที่ทราบกันดีว่า สมาคมประชาชาติแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (The Association of South East Asian Nations) หรือประชาคมอาเซียน (ASEAN) มีการก่อตั้งขึ้นตามปฏิญญากรุงเทพฯ (Bangkok declaration) เมื่อวันที่ 8 สิงหาคม พ.ศ. 2510 ประกอบด้วยเสาหลัก 3 เสาได้แก่ 1) ประชาคมการเมืองและความมั่นคงอาเซียน (ASEAN Security Community, ASC) เพื่อให้ประชากรในภูมิภาคอยู่ร่วมกันอย่างสันติมีความปลอดภัยและมั่นคง 2) ประชาสังคมและวัฒนธรรมอาเซียน (ASEAN Socio-Cultural Community, ASCC) เพื่อให้ประชากรแต่ละประเทศอาเซียนอยู่ร่วมกันภายใต้แนวคิดสังคมที่เอื้ออาทร มีสวัสดิการทางสังคมที่ดี และมีความมั่นคงทางสังคม 3) ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community, AEC) มุ่งให้เกิดการรวมตัวกันทางเศรษฐกิจและการอำนวยความสะดวกในการติดต่อค้าขายระหว่างกันอันจะทำให้ภูมิภาคมีความเจริญมั่งคั่งและสามารถแข่งขันกับภูมิภาคอื่น ๆ ได้เพื่อความอยู่ดีกินดีของประชาคมอาเซียนโดยมุ่งเน้นให้เกิดการไหลเวียนอย่างเสรีของสินค้าบริการการลงทุน

ในปี 2558 ประเทศไทยจะได้กลายเป็นส่วนหนึ่งของประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC) ซึ่งมีเป้าหมายหลักที่จะให้ประเทศสมาชิกสมาคมประชาชาติแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีตลาดและฐานการผลิตเดียว โดยริเริ่มกลไกและมาตรการใหม่ ๆ ในการปฏิบัติเพื่อให้เกิดการไหลเวียนของสินค้า บริการ แรงงานและการลงทุนอย่างเสรี รวมทั้งลดช่องว่างของระดับการพัฒนาภายในกลุ่ม อันจะนำไปสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง สามารถแข่งขันกับภูมิภาคอื่น ๆ ได้ จากวัตถุประสงค์และจุดมุ่งหมายหลักดังกล่าว นับเป็นความท้าทายและเกิดการเปลี่ยนแปลงครั้งสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อด้านบวกและลบอย่างมากต่อประเทศไทย ดังนั้นคนไทยจะได้รับประโยชน์จากการรวมตัวเป็นประชาคมอาเซียนมากขึ้นโดยอัตโนมัติอยู่กับการเตรียมความพร้อมของคนไทยทั้งประเทศ ดังนั้น ทุกภาคส่วนควรจะสร้างความตื่นตัวและให้ความรู้กับประชาชน เพื่อให้ตระหนักถึงโอกาสและเสริมสร้างความสามารถในการ

แข่งขัน และขณะเดียวกันก็ต้องป้องกันไม่ให้เกิดผลกระทบในทางลบแก่ทุกภาคส่วนเช่นกัน ในการเปลี่ยนแปลงสำคัญครั้งนี้ไม่เพียงส่งผลกระทบต่อเฉพาะด้านเศรษฐกิจอย่างเดียว แต่ยังรวมถึงการเปลี่ยนแปลงทั้งทางวัฒนธรรม สังคม การเมือง และส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตของคนไทยทั่วประเทศ

ตามวัตถุประสงค์ของประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน คือ การเป็นตลาดและฐานการผลิตเดียวกันจึงต้องประกอบด้วย 5 องค์ประกอบสำคัญได้แก่ 1) การเคลื่อนย้ายสินค้าอย่างเสรี (Free Flow of Goods) 2) การเคลื่อนย้ายบริการอย่างเสรี (Free Flow of Service) 3) การเคลื่อนย้ายการลงทุนอย่างเสรี (Free Flow of Investment) 4) การเคลื่อนย้ายการเงินทุนอย่างเสรี (Free Flow of Capital) และ 5) การเคลื่อนย้ายแรงงานฝีมืออย่างเสรี (Free Flow of Skilled Labour)

ตามปฏิญญาว่าด้วยความร่วมมือในอาเซียนฉบับที่ 2 (Bali Concord II) ซึ่งเป็นผลมาจากการประชุมสุดยอดอาเซียน ครั้งที่ 9 เมื่อวันที่ 7 ตุลาคม 2547 ณ เกาะบาหลี ประเทศอินโดนีเซีย กำหนดให้จัดทำข้อตกลงยอมรับร่วมกัน (Mutual -Recognition Arrangements: MRAs) ด้านคุณสมบัติในสาขาวิชาชีพหลัก เพื่ออำนวยความสะดวกในการเคลื่อนย้ายนักวิชาชีพหรือแรงงานเชี่ยวชาญ หรือผู้มีความสามารถพิเศษของอาเซียนได้อย่างเสรี การเคลื่อนย้ายแรงงานเสรีดังกล่าว เป็นการเคลื่อนย้ายเฉพาะแรงงานฝีมือและจะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ในข้อตกลงยอมรับร่วมกัน (MRAs) ของอาเซียน การเคลื่อนย้ายแรงงานเสรีนั้นจะเริ่มตั้งแต่วันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ.2558 และวิชาชีพที่ตกลงร่วมกันให้มีการเคลื่อนย้ายแรงงานเสรี ได้แก่ 8 สาขาวิชาชีพ ต่อไปนี้ การแพทย์ (Medical services), ทันตกรรม (Dental services), พยาบาล (Nursing services), วิศวกรรม (Engineering services), สถาปัตยกรรม (Architectural services), การสำรวจ (Surveying qualification), บัญชี (Accountancy services), การโรงแรมและการท่องเที่ยว (Hotel services and tourism) (เพิ่มเข้ามา) ส่วนสาขาอื่นๆ ยังอยู่ระหว่างการพิจารณาข้อตกลงยอมรับร่วมกันในกลุ่มบริการ 3 สาขา ได้แก่ สุขภาพ การบิน และเทคโนโลยี

สารสนเทศ ภายใต้เป้าหมายการลดอุปสรรคการประกอบวิชาชีพในภูมิภาค ทั้งนี้ บุคลากรในสายอาชีพดังกล่าว หากมีความสามารถและผ่านเกณฑ์เงื่อนไขคุณสมบัติตามที่แต่ละประเทศกำหนดได้ ก็จะเข้าไปทำงานในกลุ่มสมาชิกอาเซียน 10 ประเทศได้อย่างเสรี³

ปัจจุบันมีคนให้ความสนใจและให้ความสำคัญต่อแรงงานด้าน ICT ทั่วโลก ตลอดสองทศวรรษที่ผ่านมา ความต้องการแรงงานด้าน ICT ในตลาดโลก เพิ่มสูงขึ้นทุกปี เนื่องจากอุตสาหกรรมและธุรกิจทุกด้านได้นำ ICT ไปใช้ ในปี ค.ศ. 1999 ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ผลิตแรงงานด้าน ICT ประเภทสายอาชีพที่มีวุฒิการศึกษาอย่างต่ำระดับปริญญาตรีจำนวนทั้งหมด 3,445,297 คน และในปี ค.ศ. 2004 บุคลากรด้าน IT ของสหรัฐอเมริกามีจำนวน 10,526,289 คน⁴ ในประเทศไทย แรงงานด้านนี้ก็มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาประเทศชาติ ทั้งในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งต้องอาศัยการขับเคลื่อนของสายงาน ICT ทั้งสิ้น อย่างไรก็ตาม เนื่องจากปัจจุบันไม่มีมาตรฐานนิยามทักษะอาชีพ ICT ที่เป็นสากล และยอมรับจากต่างประเทศ ดังนั้น สภาวะการเคลื่อนย้ายแรงงานเสรีอาเซียนที่กำลังจะมาถึง อาจทำให้เกิดผลกระทบต่อประเทศไทยในด้านลบมากกว่าด้านบวก ด้วยเหตุผลต่าง ๆ ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของการศึกษาความรู้และทัศนคติของนักศึกษาในกลุ่มเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ซึ่งในอนาคตจะเป็นแรงงานในสายอาชีพ ICT โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาระดับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับประชาคมอาเซียนของนักศึกษา 2) ศึกษาทัศนคติของนักศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของการเปิดเสรีในอาเซียน ด้านการเคลื่อนย้ายแรงงานในสายอาชีพ ICT และ 3) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อทัศนคติของนักศึกษาเกี่ยวกับการเปิดเสรีในอาเซียน ด้านการเคลื่อนย้ายแรงงานในสายอาชีพ ICT

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและกรอบแนวคิดของการวิจัยกรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ¹ (2554) ได้ศึกษาโอกาสและผลกระทบของประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนต่อกระทรวงมหาดไทยพบว่าแม้ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนจะไม่ได้ส่งผลกระทบต่อกระทรวงมหาดไทยโดยตรงในเชิงการขับเคลื่อนหรือดำเนินการให้เป็นไปตามพิมพ์เขียวประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนของประเทศไทยแต่ในฐานะหน่วยงานภาครัฐที่มีภารกิจสำคัญในการบริหารราชการส่วนภูมิภาคการปรับตัวและเตรียมความพร้อมสำหรับผลกระทบทั้งเชิงบวกและลบที่จะเกิดขึ้นในระดับประเทศหน่วยงานพื้นที่และประชาชนก็ย่อมจะเป็นการสร้างความสามารถในการแข่งขันหรือเป็นแรงสนับสนุนที่จะทำให้การเป็นส่วนหนึ่งของประชาคมเศรษฐกิจ

อาเซียนของไทยเป็นไปอย่างรวดเร็วและเกิดประโยชน์สูงสุด ขณะเดียวกันการศึกษาวิเคราะห์ถึงผลกระทบทางอ้อมที่จะเกิดขึ้นจากความร่วมมือทางเศรษฐกิจก็นับเป็นประโยชน์ในการวางแผนเพื่อปรับเปลี่ยนองค์กรของกระทรวงมหาดไทยให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงภายนอกเพื่อให้การดำเนินการปฏิบัติงานประสบความสำเร็จและเกิดประโยชน์ต่อประชาชนต่อไป

จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า มีนักวิจัยมากมายที่ศึกษาเกี่ยวกับความพร้อมหรือการเตรียมความพร้อมของกลุ่มบุคคลต่างๆ ในการก้าวเข้าสู่การเป็นประชาคมอาเซียน เริ่มจากอภิญา เลื่อนนวี⁵ (2553) ศึกษาเกี่ยวกับการรับรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในกรุงเทพมหานคร ญาณภัทร ยอดแก้ว และ แพทย์พร ยอดแก้ว⁶ (2556) ศึกษาวิจัยเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างการเปิดรับข่าวสาร ความรู้กับทัศนคติต่อประชาคมอาเซียนของพระธรรมวิทยากร นอกจากนี้ยังมีนักวิจัยอื่น ๆ อีกหลายคนที่ศึกษา การรับรู้และการเตรียมความพร้อมของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา ในการก้าวสู่การเป็นประชาคมอาเซียน เช่น กานดาวรรณ แก้วผาบ⁷ (2555) ศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาสาขาวิชาชีพบัญชี มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ในการเตรียมความพร้อมโดยมีข้อเสนอแนะว่า ควรมีการประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารให้ประชาชนทั่วประเทศได้ทราบข้อมูลต่าง ๆ ให้มีการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องและมีการเสนอข่าวเป็นภาษาอังกฤษมากขึ้น และการเรียนการสอนควรเน้นการสอนที่มีคุณธรรมจริยธรรมมากขึ้น ส่วนปาริย์ รุจิแสง⁸ (2555) สสำรวจการเตรียมความพร้อมของนักศึกษาคณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่า มีการเตรียมตัวอยู่ในระดับปานกลาง และวิธีเตรียมความพร้อมที่นักศึกษาทำมากที่สุด คือ การเข้าฟังการวิเคราะห์ทิศทางการศึกษาจากบุคลากรที่มีความรู้และการศึกษาภาษาอังกฤษเพิ่มเติม ทำนองเดียวกัน ผลการศึกษาของ สมใจ กงเดิม⁹ (2556) พบว่า ความพร้อมในการเข้าสู่ประชาคมอาเซียนของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ในภาพรวมก็อยู่ระดับปานกลางเช่นกัน ในทางตรงกันข้ามผลการศึกษาของชิตชนก ทองไทย¹⁰ (2556) พบว่า นักศึกษาปริญญาโท มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มีความพร้อมในการเข้าสู่ประชาคมอาเซียนในระดับมาก ซึ่งเป็นเช่นเดียวกับ มงคลรัตน์ ก้อนเครือ, มนสิการ ชัยวิบูลย์ผล และสุนารี จุลพันธ์¹¹ (2557) ที่พบว่า นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร มีการตื่นตัวหรือความกระตือรือร้นของนักศึกษาในการเตรียมความพร้อมสู่ การเปลี่ยนแปลงที่จะมาถึงได้ดีพอสมควรและภาพรวมของความพร้อมในการเรียนรู้และพัฒนาทักษะของตนเองสู่การเป็นประชาคมอาเซียน อยู่ในระดับมาก อย่างไรก็ตาม

นักวิจัยหลายคนสรุปเหมือนกันว่า นักศึกษาจากคณะต่าง ๆ มีระดับความพร้อมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

การศึกษาเกี่ยวกับความรู้และทัศนคติต่อการเคลื่อนย้ายแรงงานเสรีในประชาคมอาเซียนนั้น เป็นอีกเรื่องหนึ่งที่มีผู้ศึกษาหลากหลายนิโบลปางลิลาศ¹²(2554) ซึ่งว่า ในบรรดาวิชาชีพที่กลุ่มประเทศอาเซียนให้ความสำคัญเป็นอันดับต้นๆ ได้แก่ วิชาชีพด้านสถาปัตยกรรม และวิศวกรรม ซึ่งเป็นวิชาชีพที่รองรับการพัฒนาและการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจของประเทศต่าง ๆ ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว สอดคล้องกับการศึกษาของสถาบันระหว่างประเทศเพื่อการค้าและการพัฒนา¹³ที่พบว่าวิชาชีพทั้งสองยังเป็นที่ต้องการอยู่มากในภูมิภาคอาเซียน เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนแรงงานในวิชาชีพทั้งสองต่อประชากรทั้งหมดของแต่ละประเทศในอาเซียน

ผลการศึกษาของ ศิริพันธ์กิตติสุขสถิต¹⁴ (2555) ระบุว่า อีก 3 ปีข้างหน้าประเทศไทยจะไม่ขาดแรงงานฝีมือหรือแรงงานเชี่ยวชาญอีกต่อไปแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง แรงงานใน 7 สาขาวิชาชีพตามข้อตกลง MRAs เนื่องจากจะมีแรงงานทักษะจากประชาคมอาเซียนเข้ามาเป็นตัวเลือกในการสมัครแข่งขันเข้าทำงานในองค์กรทั้งภาคการผลิตและภาคการบริการที่มีชื่อเสียงและความมั่นคง แรงงานทักษะเหล่านี้จะได้รับค่าจ้างสูงรวมทั้งมีศักยภาพและอำนาจเพียงพอที่จะต่อรองกับนายจ้างเกี่ยวกับอัตราค่าจ้างสวัสดิการและความก้าวหน้าในสาขาอาชีพ

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบเชิงปริมาณ (Quantitative Research)

ประชากร คือสถาบันการศึกษาในประเทศไทยที่มีการเรียนการสอนในสาขาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ และได้รับการจัดอันดับโดย QS World University Rankings(QuacquarelliSymonds (QS)) 100 อันดับแรกของภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก ปี ค.ศ.2012 ได้แก่ 1.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (อันดับที่ 31) 2.มหาวิทยาลัยมหิดล (อันดับที่ 70) 3.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (อันดับที่ 74) 4. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (อันดับที่ 78) 5.มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (อันดับที่ 81) 6.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (อันดับที่ 83) 7.มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (อันดับที่ 85) 8.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (อันดับที่ 86) 9.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (อันดับที่ 97) 10.มหาวิทยาลัยขอนแก่น (อันดับที่ 100)

ประชากรของการศึกษา คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ และที่เกี่ยวข้องในสถาบันอุดมศึกษาไทย 10 สถาบันดังกล่าวข้างต้นที่กำลังศึกษาและมีอยู่จริงในปีการศึกษา 2558 จำนวนทั้งสิ้น 12,926 คน

ขนาดตัวอย่างในที่นี้นักศึกษาระดับปริญญาตรีในสาขาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศในสถาบันการศึกษาไทย ดังกล่าวข้างต้นทั้ง 10 สถาบันมีจำนวนทั้งหมด (N) เท่ากับ 12,926 คนกำหนดให้ความคลาดเคลื่อน (e) ของการประมาณค่าสัดส่วนประชากร (p) ด้วยสัดส่วนตัวอย่าง () มีค่าไม่เกิน $e = 0.05$ ที่ระดับ ความเชื่อมั่น $1 - \alpha$ จะสามารถคำนวณขนาดตัวอย่าง (n)ได้ ดังนี้

$$n = \frac{NZ_{\alpha/2}^2}{Z_{\alpha/2}^2 + 4Ne^2} \text{---(1)}$$

โดยที่ $Z_{\alpha/2}$ คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ $(1 - \alpha/2)$ ของการแจกแจงปกติมาตรฐาน (Standard Normal Distribution) และที่ระดับความเชื่อมั่น $1 - \alpha = 95\%$ พบว่า $Z_{\alpha/2} = 1.96$ ดังนั้นเมื่อแทนค่าต่าง ๆ ในสมการ (1) พบว่า ขนาดตัวอย่างของการศึกษาค้างนี้ เท่ากับ

$$n = \frac{(12,926) \times (1.96)^2}{(1.96)^2 + 4(12,926) \times (0.05)^2} \geq 373 \text{ คน}$$

การสุ่มตัวอย่าง ใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มหลายชั้น (Multistage Cluster Sampling) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ขั้นที่ 1)เลือกมหาวิทยาลัยไทย3 อันดับแรกจากรายชื่อสถาบันอุดมศึกษาไทย 10 แห่งได้แก่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล และมหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี โดยแต่ละแห่ง ประกอบด้วยคณะ/สาขาวิชาที่มีการเรียนการสอนเกี่ยวข้องกับสาขาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ขั้นที่ 2) สุ่มนักศึกษาจากทุกชั้นปี ทุกคณะ/สาขาวิชาที่มีการเรียนการสอนเกี่ยวข้องกับสาขาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศจากมหาวิทยาลัยทั้ง 3 แห่งที่เลือกไว้ในขั้นที่ 1 ซึ่งมีนักศึกษารวมกันทั้งหมด 3,163 คน โดยจัดสรรขนาดตัวอย่างแบบเป็นสัดส่วนกับขนาดประชากร (Proportional-to-size allocation) Table 1

Table 1 Total number of students and the sample size by University, Faculty and College Year

University /Faculty / Year	Total Students	Sample Size
Chulalongkorn University	619	73
Engineering (Computer)	402	47
1 st Year	83	10
2 nd Year	117	14
3 rd Year	107	12
4 th Year	95	11
Science (Computer Science)	217	26
1 st Year	65	8
2 nd Year	51	6
3 rd Year	51	6
4 th Year	50	6
Mahidol University	1,032	122
Engineering (Computer)	132	16
1 st Year	40	5
2 nd Year	74	9
3 rd Year	74	9
4 th Year	76	9
Information and Communication Technology (ICT)	465	55
1 st Year	140	17
2 nd Year	110	13
3 rd Year	110	13
4 th Year	200	24

University /Faculty / Year	Total Students	Sample Size
King Mongkut's University of Technology Thonburi	1,512	178
Engineering (Computer)	270	32
1 st Year	59	7
2 nd Year	71	8
3 rd Year	73	9
4 th Year	67	8
Engineering (Computer)-International	282	33
1 st Year	73	9
2 nd Year	77	9
3 rd Year	70	8
4 th Year	62	7
Industrial Education and Technology	296	35
1 st Year	72	8
2 nd Year	31	4
3 rd Year	28	3
4 th Year	33	4
Information Technology	900	106
1 st Year	270	31
2 nd Year	200	24
3 rd Year	230	27
4 th Year	105	12
Information Technology - International	199	23
1 st Year	53	6
2 nd Year	52	6
3 rd Year	42	5
4 th Year	52	6
Total	3,163	373

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการศึกษาเอกสารและดัดแปลงมาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ ซึ่งได้นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา โดยแบ่งเป็น 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป เช่นอายุ เพศ ชั้นปี สถาบัน คณะที่สังกัด สาขาที่เรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบความรู้ของนักศึกษาเกี่ยวกับประชากรมาเลเซียมีทั้งหมด 20 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบ ถูกและผิด โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ ข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิด 0 คะแนน ซึ่งแบ่งระดับคะแนนความรู้ออกเป็น 3 ระดับ โดยการประเมินแบบอิงเกณฑ์ของกรมวิชาการ¹⁵ ดังนี้

14 – 20 คะแนน หมายถึง มีความรู้ในระดับดี

10–13 คะแนน หมายถึง มีความรู้ในระดับปานกลาง

0 – 9 คะแนน หมายถึง มีความรู้ในระดับน้อย

ส่วนที่ 3 ประกอบด้วยคำถามความคิดเห็นจำนวน 18 ข้อเกี่ยวกับผลกระทบทั้งด้านบวกและด้านลบของการเปิดเสรีในอาเซียนด้านเคลื่อนย้ายแรงงานในสายอาชีพ ICT โดยคำถามมีลักษณะเป็นมาตราส่วน (Scale) ตามแบบการประเมินค่า (Rating Scale) ตามมาตรการประเมินค่าของลิเคอร์ท

(Likert's Scale) โดยแต่ละข้อคำถามมีคำตอบให้เลือก 5 ระดับ คือ 5 หมายถึง “มากที่สุด” 4 หมายถึง “มาก” 3 หมายถึง “ปานกลาง” 2 หมายถึง “น้อย” และ 1 หมายถึง “น้อยที่สุด” และใช้หลักเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย ดังนี้ คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง “เห็นด้วยน้อยที่สุด” คะแนนเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง “เห็นด้วยน้อย” คะแนนเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง “เห็นด้วยปานกลาง” คะแนนเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง “เห็นด้วยมาก” และคะแนนเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง “เห็นด้วยมากที่สุด” ทั้งนี้ แบบสอบถามในส่วนที่ 2 และ 3 ได้ผ่านการทำ Pre-test กับนักศึกษาที่ไม่ได้เป็นตัวแทนประชากรที่ศึกษา จำนวน 30 คน เพื่อหาความน่าเชื่อถือได้ของแบบสอบถาม โดยคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's Alpha Coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม เท่ากับ 0.752, 0.948 ตามลำดับ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ดังนี้

วิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ ชั้นปี สถาบัน คณะที่สังกัด สาขาที่เรียน โดยนำข้อมูลมาแจกแจงความถี่ (Frequency) และหาค่าร้อยละ (Percentages) ส่วน อายุ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นำมาหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : SD)

วิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามส่วนที่ 2 แบบทดสอบความรู้ของนักศึกษาเกี่ยวกับประชาคมอาเซียน โดยนำข้อมูลมาแจกแจงความถี่หาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

วิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามส่วนที่ 3 แบบสอบถาม ที่วัดระดับทัศนคติของนักศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนโดยนำข้อมูลมาแจกแจงความถี่หาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แบบสอบถามที่เกี่ยวกับผลกระทบทั้งด้านบวกและด้านลบของเศรษฐกิจอาเซียน (AEC)

2. การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนี้

ทดสอบสมมติฐานที่ 1 ปัจจัยส่วนบุคคลของนักศึกษามีผลต่อทัศนคติของนักศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของการเปิดเสรีในอาเซียน ด้านการเคลื่อนย้ายแรงงานในสายอาชีพ ICT สถิติที่ใช้ทดสอบคือการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวน 2 กลุ่ม โดย Independent Samples t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05¹⁶ และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way Analysis of Variance: ANOVA)

ทดสอบสมมติฐานที่ 2 ระดับคะแนนความรู้ของประชาคมอาเซียนมีผลต่อทัศนคติของนักศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของการเปิดเสรีในอาเซียน ด้านการเคลื่อนย้ายแรงงานในสายอาชีพ ICT แตกต่างกัน สถิติที่ใช้ทดสอบ คือการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว

ผลการวิจัย

ข้อมูลทั่วไปของตัวอย่างผลการสำรวจ พบว่า ตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชายคิดเป็นร้อยละ 66.22 มีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา (GPA) ระหว่าง 2.51 – 3.00 และ 3.51 – 4.00 คิดเป็นร้อยละ 36.19 เท่ากัน ดังรายละเอียดแสดงไว้ใน Table 2

ผลการศึกษาค้นคว้าความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับประชาคมอาเซียน โดยรวมนักศึกษามีความรู้เกี่ยวกับประชาคมอาเซียนอยู่ที่ระดับปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ย (\bar{x}) เท่ากับ 11.14 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน (S.D. = 2.10 คะแนน) คะแนนที่นักศึกษาตอบได้ถูกต้อง สูงสุดอยู่ที่ 18 คะแนน และต่ำสุดอยู่ที่ 3 คะแนนเท่านั้น เมื่อพิจารณาแบ่งคะแนนความรู้ของนักศึกษาออกเป็น 3 ระดับดังกล่าวข้างต้น พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ (ร้อยละ 69.17) มีความรู้เกี่ยวกับประชาคมอาเซียนอยู่ที่ระดับปานกลาง (มีคะแนน 10 – 13 คะแนน) และที่มีความรู้ระดับมาก (มีคะแนน 14 – 20 คะแนน) มีเพียงร้อยละ 11.80 เท่านั้น ที่เหลืออีกร้อยละ 19.03 มีความรู้ระดับน้อย (มีคะแนน 0 – 9 คะแนน) โดยเรื่องที่มีนักศึกษาตอบถูกมากที่สุดคือ ภาษาราชการของอาเซียนคือภาษาอังกฤษ และเรื่องที่มีนักศึกษาตอบถูกน้อยที่สุด คือ ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนในข้อตกลงยอมรับร่วมกัน (MRAS) ทั้งสองเรื่องนี้ มีนักศึกษาตอบถูกร้อยละ 91.21 และ 17.69 ตามลำดับ ดังรายละเอียดแสดงใน Table 3

Table 2 Population and Percentage of Individual factors by Category of Questionnaire

Type	N	%	Type	N	%
Gender			Age		
Male	247	66.22	≤ 20 Year	120	32.17
Female	126	33.78	20 - 21 Year	159	42.63
Total	373	100.00	≥ 21 Year	94	25.20
College Year			Grade Level		
1 st Year	101	27.08	≤ 2.50	103	27.62
2 nd Year	93	24.93	2.51 - 3.00	135	36.19
3 rd Year	92	24.67	≥ 3.01	135	36.19
4 th Year	87	23.32	Total	373	100.00
Total	373	100.00	Faculty		
Total			Engineering	128	34.32
Total			Information	245	65.68
Total			Commutation		
Total			Technology		
Total			Total	373	100.00

Table 2 The Percentage and Result of Students Who Answered Questionnaire Correctly of AEC.

Subject	Percent	Result	Subject	Percent	Result
1. Full Title of ASEAN	55.23	Moderate	11. Year of ASEAN Declaration	73.12	High Level
2. Founding Member Countries of ASEAN	34.05	Moderate	12. The Official Language of ASEAN	91.21	High Level
3. Current Member Countries of ASEAN	46.38	Low Level	13. Member of ASEAN+3	44.77	Moderate
4. ASEAN Motto	82.57	High Level	14. Member of ASEAN+6	56.03	Moderate
5. Current ASEAN Secretariat	57.26	Moderate	15. Mutual Recognition Arrangements (MRAs)	17.69	Low Level
6. ASEAN Symbol	64.52	Moderate	16. 7 Professionals in ASEAN MRA	74.46	High Level
7. 3 Pillars of ASEAN	81.50	High Level	17. 7 th Member Country of ASEAN	34.58	Low Level
8. Location of ASEAN Secretariat	44.72	Low Level	18. Current ASEAN Chair	39.14	Low Level
9. Meaning of ASEAN Charter	76.94	High Level	19. Road Map by Thailand	26.07	Low Level
10. Song Title of ASEAN	35.66	Low Level	20. ASEAN Day (8 August)	82.57	High Level

ผลการศึกษาทัศนคติของนักศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของการเปิดเสรีในอาเซียน ด้านการเคลื่อนย้ายแรงงานในสายอาชีพ ICT พบว่า นักศึกษามีทัศนคติอยู่ในเชิงบวกหรือระดับเห็นด้วยมาก ($\bar{x}=3.83$, S.D. =0.779) และเมื่อพิจารณารายข้อถามที่นักศึกษาเห็นด้วยมากสุดในเรื่องการศึกษาในปัจจุบันมีผลกระทบโดยตรงในอนาคตต่อการเคลื่อนย้ายแรงงานเสรีภายใต้กรอบอาเซียน ($\bar{x}= 3.97$, S.D. = 0.701) และเห็นด้วยมากในเรื่องภาครัฐควรให้ความสำคัญในด้านภาษาอังกฤษเทียบเท่ากับภาษาอังกฤษเฉพาะทางต่อการ

ศึกษาในกรอบปัจจุบัน ($\bar{x}= 3.96$, S.D. =0.829) และเห็นด้วยว่าการมีมาตรฐานวิชาชีพด้าน ICT ในประเทศไทยจะช่วยให้มีทางเลือกในการเติบโตในสายอาชีพ ICT มากขึ้น ($\bar{x}= 3.94$, S.D. = 0.740) และสนับสนุนให้ประเทศไทยควรมีมาตรฐานวิชาชีพด้าน ICT ($\bar{x}= 3.93$, S.D. = 0.783) และนักศึกษามีทัศนคติเห็นด้วยมาก ซึ่งเป็นระดับคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด ($\bar{x}= 3.69$, S.D. = 0.809) ในเรื่องการทำงานในกลุ่มอาเซียนอื่นๆ นอกจากประเทศไทยหลังการเปิดเสรีในอาเซียนจะได้รับค่าตอบแทนดีกว่าประเทศไทยรายละเอียดดัง Table 3

Table 3 Percentage, Mean and S.D. of the attitudes toward Effects of AEC in Free Flow of Skilled Labor of ICT Career

Student Attitudes	\bar{x}	S.D.	Result
1. The expansion of the industrial sector has a direct effect on ICT career.	3.87	0.738	Strongly Agree
2. ICT labor has the key role in helping developing countries.	3.84	0.794	Strongly Agree
3. Free flow of skilled labor effects opportunity to get work in renowned companies less than other ASEAN countries.	3.70	0.796	Strongly Agree
4. Thailand has the advantage in the free flow of skilled labor in ASEAN over other countries	3.78	0.837	Strongly Agree
5. Thai education system has a directly effects of AEC in the free flow of skilled labor of ICT careers in the future.	3.97	0.701	Strongly Agree
6. The government should accelerate ICT professional skilled to support the Free flow of skilled labor in ASEAN	3.75	0.782	Strongly Agree
7. The government should give priority to English being equal to professional skills	3.96	0.829	Strongly Agree
8. Working in ASEAN outside Thailand after opening of AEC			
8.1 Better growth opportunity	3.77	0.781	Strongly Agree
8.2 better compensation	3.69	0.809	Strongly Agree
8.3 More opportunity to enhance knowledge expertise in ICT	3.87	0.754	Strongly Agree
8.4 The potential to get the opportunity or expand the sources of hire path	3.82	0.783	Strongly Agree
8.5 The opportunity to get ICT standard certification from host country	3.84	0.781	Strongly Agree
9. Thailand should have professional standards in ICT	3.93	0.783	Strongly Agree
10. your opinion of professional standards in ICT career			
10.1 Help you to <u>have the opportunity</u> to grow in an ICT career.	3.75	0.769	Strongly Agree
10.2 Help you <u>have choices</u> to grow in an ICT career.	3.94	0.740	Strongly Agree
10.3 Help you to have a <u>greater understand</u> of the need for additional learning.	3.79	0.798	Strongly Agree
10.4 Using professional standards as the criteria has more advantages than disadvantages	3.91	0.761	Strongly Agree
11. Free flow of skilled labor in AEC will effect ICT career on the positive side ather than the negative side	3.74	0.782	Strongly Agree
Total	3.83	0.779	Strongly Agree

ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อทัศนคติของนักศึกษาเกี่ยวกับการเปิดเสรีในอาเซียน ด้านการเคลื่อนย้ายแรงงานในสายอาชีพ ICT พบว่า เพศ คณะ ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา (GPA) และ ระดับคะแนนเฉลี่ยความรู้เกี่ยวกับประชาคมอาเซียนไม่มีผลต่อทัศนคติของนักศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่พบว่าชั้นปีที่กำลังศึกษาอยู่ของนักศึกษา มีผลต่อทัศนคติของนักศึกษาเกี่ยวกับประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนจากการเปิดเสรีใน

อาเซียนด้านการเคลื่อนย้ายแรงงานในสายอาชีพ IC T อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งพบว่านักศึกษาที่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นปีที่ 1 มีทัศนคติแตกต่างกับทัศนคติของนักศึกษาที่ศึกษาในชั้นปีที่ 2 ($\bar{x} = 0.17333$, S.E. = 0.0755) และชั้นปีที่ 3 ($\bar{x} = 0.21327$, S.E. = 0.07572) แต่ไม่แตกต่างกับทัศนคติของนักศึกษาอยู่ในชั้นปีการศึกษาชั้นปีที่ 4 รายละเอียดดัง Table 4

Table 4 The Average difference of the attitudes toward Effects of the AECin Free Flow of Skilled Labor of ICT Career between Individual factors and knowledge of ASEAN.

Individual Factors		n	\bar{X}	S.D.	t - value	p- value
Gender	Male	247	3.82	0.521	-0.299	0.765
	Female	126	3.84	0.549		
	Total	373	3.83	0.535		
Faculty	Engineering	128	3.84	0.511	0.334	0.738
	Information Technology	245	3.82	0.541		
	Total	373	3.83	0.526		
Grade Level	≤ 2.50	103	3.84	0.567	0.168	0.845
	2.51 - 3.00	135	3.84	0.499		
	≥ 3.01	135	3.81	0.534		
	Total	373	3.83	0.530		
Year	1 st	101	3.94	0.543	3.211	0.023*
	2 nd	93	3.77	0.550		
	3 rd	92	3.73	0.461		
	4 th	87	3.87	0.540		
	Total	373	3.83	0.530		
Knowledge of the ASEAN						
	Low Level	0.425	71	3.86	0.578	0.858
	Moderate	258	3.84	0.521		
	High Level	44	3.73	0.502		
	Total	373	3.83	0.530		

* Significant in Statistics at the level of .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับประชาคมอาเซียนของนักศึกษาอยู่ในระดับปานกลางเมื่อพิจารณาความรู้ของนักศึกษาเป็นรายด้านจะพบว่านักศึกษามีความรู้ขั้นพื้นฐานเกี่ยวกับความเป็นมา วัตถุประสงค์ของการก่อตั้งสมาชิกในอาเซียน องค์ประกอบ 3 เสาหลัก แต่ยังขาดความรู้ในวัตถุประสงค์และขบวนการดำเนินงานของอาเซียนรวมทั้งความรู้เกี่ยวกับประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนในข้อตกลงยอมรับร่วมกัน (MRAS) ข้อตกลงยอมรับร่วมกัน ซึ่งจะผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในอนาคตซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของมงคลรัตน์ ก่อนเครือและคณะ¹¹(2557)พบว่าระดับความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับประชาคมอาเซียนของนักศึกษาในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งนักศึกษาได้คะแนนมากในข้อถามเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานทั่วไปและคะแนนต่ำสุดในเรื่องวัตถุประสงค์ความร่วมมือด้านแรงงานภายใต้การประจักษ์รัฐมนตรีแรงงาน

อาเซียนและสอดคล้องกับงานวิจัยของรัชชัช วิภัติภูมิประเทศ¹⁷ (2557) ได้ศึกษานักศึกษามหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์พบว่านักศึกษามีความรู้เกี่ยวกับประชาคมอาเซียนในระดับปานกลางและมีความรู้ส่วนใหญ่เป็นความรู้พื้นฐานด้านการรวมตัวเป็นประชาคมอาเซียนแต่ขาดความรู้หลายประเด็นในด้านประชาคมการเมืองและความมั่นคงอาเซียนประชาคมสังคมและวัฒนธรรมอาเซียน ประชาคมประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนและผลกระทบที่จะได้รับจากการรวมตัวเป็นประชาคมอาเซียนและของอัจฉรา หล่อตระกูล¹⁸(2557) พบว่านักศึกษาคณะวิทยาการจัดการมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา มีความรู้อยู่ในระดับปานกลางโดยมีความรู้เกี่ยวกับความเป็นมาของอาเซียนอยู่ในระดับมาก มีความรู้ความเข้าใจในวัตถุประสงค์ของการก่อตั้งประเทศสมาชิกอยู่ระดับปานกลางและผลการวิจัยของอรวรรณสีลวานิช¹⁹(2554) ได้ทำศึกษานักศึกษาคณะสังคมสงเคราะห์ศาสตร์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ที่พบว่านักศึกษาที่มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับประชาคมอาเซียน ตามที่สื่อมวลชนได้นำเสนอต่อสาธารณะอย่างสม่ำเสมอแต่นักศึกษาขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาเชิงลึกเกี่ยวกับการเคลื่อนย้ายแรงงานได้อย่างเสรีในปีพ.ศ. 2558 ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงของอาเซียนซึ่งได้ผลตรงกันข้ามกับผลงานวิจัยของอรอนงค์ นิยมธรรม²⁰ (2557) ที่ได้ศึกษานักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีว่านักศึกษามีความรู้ไม่มากพอเนื่องจากการรับรู้หรือเข้าถึงข้อมูลเกี่ยวกับอาเซียนจากสถาบันและงานวิจัยของพรทิวิภาคุณ²¹ (2555) ศึกษาเกี่ยวกับความรู้ทัศนคติและความพร้อมต่อการเป็นประชาคมอาเซียนของนักศึกษาคณะพยาบาลศาสตร์มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ซึ่งพบว่านักศึกษามีความรู้เกี่ยวกับประชาคมอาเซียนอยู่ในระดับควรปรับปรุงมากที่สุด

ผลการศึกษาศึกษาทัศนคติของนักศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของการเปิดเสรีในอาเซียน ด้านการเคลื่อนย้ายแรงงานในสายอาชีพ ICT พบว่านักศึกษามีทัศนคติอยู่ในเชิงบวกหรือระดับเห็นด้วยมาก ซึ่งวิเคราะห์ได้ว่านักศึกษามีทัศนคติที่ดีต่อการรวมตัวของประชาคมอาเซียนและเห็นว่าการรวมตัวดังกล่าวส่งผลกระทบในด้านบวกมากกว่าด้านลบ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้เจตคติและพฤติกรรม ที่เป็นการให้ความรู้เพื่อให้เกิดเจตคติที่ดีโดยตระหนักถึงความสำคัญแล้วจึงก่อให้เกิดพฤติกรรมที่ถูกต้องตามมา อ้างอิงในบุญทิวา สุวิทย์²² และเมื่อพิจารณารายด้านพบว่านักศึกษามีความคิดเห็นว่า ในเรื่องการเคลื่อนย้ายแรงงานเสรีภายใต้กรอบอาเซียนของสาย ICT ในประเทศไทยไม่ได้มีข้อได้เปรียบมากกว่าประเทศอาเซียนอื่นๆ ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นที่นักศึกษาเห็นด้วยอย่างมากในเรื่องการศึกษาว่าการศึกษาในปัจจุบันมีผลกระทบโดยตรงในอนาคตต่อการเคลื่อนย้ายแรงงานเสรีภายใต้กรอบอาเซียนและเห็นด้วยว่าภาครัฐควรให้ความสำคัญในด้านภาษาอังกฤษเทียบเท่ากับภาษาแม่ที่สามารถวิเคราะห์ได้ว่านักศึกษาเข้าใจถึงความสำคัญในเรื่องการศึกษาและด้านภาษาอังกฤษหากประเทศไทยให้ความสำคัญในเรื่องนี้ก็จะส่งจะเป็นผลดีต่อประเทศไทยในอนาคต ถึงแม้โดยรวมนักศึกษายังมีทัศนคติในเชิงบวกก็ตาม ซึ่งสอดคล้องกับ ปริษญาณีพรหมพันธ์ (2556) อ้างอิง อรอนงค์ นิยมธรรม²⁰ กล่าวว่าประเทศไทยอาจไม่ได้รับประโยชน์เท่าที่ควรเนื่องจากคนไทยมีความสามารถทางภาษาอังกฤษในระดับต่ำทำให้เกิดการเสียเปรียบในด้านการแข่งขันในเรื่องการหางานการประกอบการและผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งจะเป็นผลกระทบทางลบต่อการเข้าสู่ประชาคมอาเซียน และผลการศึกษาของกานดาพรรณ แก้วผาบ²³ และการศึกษาของพรทิวิภาคุณ²¹ (2555) พบว่านักศึกษามีเจตคติต่อ

การเข้าสู่ประชาคมอาเซียนด้านประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนในระดับต่ำสุดเพราะนักศึกษารับรู้ว่าตนเองมีความสามารถทางภาษาอังกฤษในระดับต่ำทำให้อาจเสียเปรียบจากการเคลื่อนย้ายแรงงานมีฝีมือหรือวิชาชีพในอนาคตส่งผลให้หางานทำทั้งภายในประเทศและประเทศกลุ่มอาเซียนยากขึ้น

ผลการศึกษาด้านปัจจัยส่วนบุคคลและระดับคะแนนเฉลี่ยความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับประชาคมอาเซียนที่มีผลต่อทัศนคติของนักศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของการเปิดเสรีในอาเซียน ด้านการเคลื่อนย้ายแรงงานในสายอาชีพ ICT พบว่า เพศ คณะ ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา และ ระดับคะแนนเฉลี่ยความรู้เกี่ยวกับประชาคมอาเซียนไม่มีผลต่อทัศนคติของนักศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คาดว่าน่าจะมาจากกลุ่มนักศึกษาที่นำมาศึกษาเป็นนักศึกษาที่อยู่ในสาขาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีเดียวกัน ถึงแม้จะต่างสถาบันก็ตาม แต่ทั้งหมดก็เป็นสถาบันอุดมศึกษาที่มีชื่อเสียงชั้นนำของประเทศจึงทำให้นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจและสนใจในสิ่งที่คล้ายคลึงกัน สภาพแวดล้อมในกลุ่มเพื่อน จึงทำให้มีความรู้สึก ต่อสถานการณ์เหตุการณ์ วัตถุ สิ่งของไม่ต่างกัน ตามทฤษฎีด้านทัศนคติของ Robbins ที่อ้างใน ชิตชนก ทองไทย¹⁰ ว่าทัศนคติเป็นการประเมินค่าหรือการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับวัตถุสิ่งของและเหตุการณ์ซึ่งมีองค์ประกอบ 3 ด้านคือความรู้ความเข้าใจซึ่งเป็นความคิดเห็นหรือความเชื่อของบุคคลความรู้สึกคืออารมณ์ความรู้สึกที่แสดงออกความตั้งใจที่จะแสดงออกต่อบุคคลหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ในสถานการณ์หรือสิ่งแวดล้อมเดียวกันที่ไม่แตกต่างกันทางตรงกันข้าม ปัจจัยส่วนบุคคลด้านชั้นปีที่ศึกษาพบว่าชั้นปีที่นักศึกษากำลังศึกษามีผลต่อทัศนคติของนักศึกษา ซึ่งพบว่านักศึกษารุ่นปีที่ 1 มีทัศนคติแตกต่างจากชั้นปีที่ 2 และ 3 แต่ไม่แตกต่างกับนักศึกษารุ่นปีที่ 4 คาดว่านักศึกษารุ่นปีที่ 1 เป็นคนรุ่นใหม่ น่าจะสนใจและรับทราบจากสื่อต่างๆ ได้ ง่ายกว่าในชั้นปีที่ 2 และ 3 และยังเป็นช่วงการศึกษาหาความรู้เพื่อเข้ารับการศึกษาต่อในสถาบันอุดมศึกษามากกว่าชั้นปีอื่นๆ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดและทฤษฎีด้านประชากรศาสตร์ของพรทิวิภาคุณ (2529) อ้างอิงในชิตชนก ทองไทย¹⁰ กล่าวว่าประชากรศาสตร์คือลักษณะของแต่ละบุคคลแตกต่างกันไปโดยความแตกต่างทางประชากรศาสตร์จะมีอิทธิพลต่อการสื่อสารและรับสื่อ นั่นคือเพศมีการสื่อสารและรับสื่อไม่ต่างกันอายุจะมีการสื่อสารและรับสื่อที่ต่างกัน และการศึกษาก็เป็นตัวแปรที่สำคัญมากที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการสื่อสารและรับสื่อซึ่งเช่นเดียวกับชั้นปีที่ 4 จะได้รับผลกระทบโดยตรงเมื่อเข้าสู่วัยทำงาน ทำให้เกิดความสนใจและหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลกระทบของตนเองในอนาคตอันใกล้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้

1) นักศึกษามีทัศนคติที่ดีต่อการเข้าร่วมเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน แต่ยังมีความกังวลในเรื่องการศึกษาของประเทศไทยที่จะมีผลต่อผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ด้านการเคลื่อนย้ายแรงงานในสายอาชีพ ICT

2) ประเทศไทยควรเร่งจัดทำมาตรฐานวิชาชีพด้าน ICT เพื่อเพิ่มศักยภาพของตลาดแรงงานประเทศไทยในการแข่งขันกับต่างประเทศได้

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

1) ควรศึกษาขอบเขตประชากรให้มากขึ้น เช่น คนทำงานในสาย ICT และ ระดับนักศึกษาสายอาชีพอื่น ๆ เป็นต้น

2) ควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับผลกระทบของการเปิดเสรีในอาเซียน ด้านการเคลื่อนย้ายแรงงาน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.พาชิตชนัด ศิริพานิชที่ได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์แก่งานวิจัยและขอขอบคุณนักศึกษาทุกท่านที่กรุณาให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามซึ่งทำให้การศึกษานี้มีความสมบูรณ์มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ. ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน. กรุงเทพฯ: กระทรวงพาณิชย์, 2554
2. กรมอาเซียน กระทรวงการต่างประเทศ. (2556). 58 คำตอบ สู่ประชาคมอาเซียน 2558. กรุงเทพฯ: กรม.
3. กรมวิชาการ. 2544. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร :โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์
4. พิภพ ดวงคาสวัสดิ์. 2558 การประชุมคณะอนุกรรมการร่วมภาครัฐและเอกชนเพื่อพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษากลุ่มสายอาชีพสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สาร 22 พฤษภาคม 2558. สืบค้นพบเมื่อ 10 กรกฎาคม 2558, จาก <http://v-cop.net/picupload/news/p7hbx66.pdf>
5. อภิญา เลื่อนฉวี.2553. เคลื่อนย้ายแรงงานเสรีในอาเซียน : ผลกระทบอย่างไรต่อไทย,วารสารสถาบันพระปกเกล้า,(น.1-15)
6. ญาณภัทร ยอดแก้ว และ แพรภัทร ยอดแก้ว. 2556. ความสัมพันธ์ระหว่างการเปิดรับข่าวสาร ความรู้กับทัศนคติต่อประชาคมอาเซียนของพระบรมมวิทยากร ศูนย์พระสงฆ์

นักเผยแผ่ธรรมเพื่อพัฒนาสังคม.ในการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 23 ณ ศูนย์ประชุมนานาชาติ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา สืบค้นพบเมื่อ 25 มีนาคม 2558, จาก <https://www.gotoknow.org/posts/537107>

7. กานดาวรรณ แก้วผาบ. 2555. การเตรียมความพร้อมเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนของนักศึกษา สาขาวิชาชีพบัญชีมหาวิทยาลัยกรุงเทพ เอกสารประกอบการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัย กรุงเทพ ประจำปี 2555 เรื่องวิเคราะห์อนาคตของประชาคมอาเซียน 2015-2020 วันศุกร์ที่ 25 พฤษภาคม 2555 มหาวิทยาลัย กรุงเทพวิทยาเขตกล้วยน้ำไท
8. ปาจารย์ รุจิแสง.2555.การเตรียมตัวด้านการศึกษาเพื่อเข้าสู่ประชาคมอาเซียน:กรณีศึกษานักศึกษาคณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
9. สมใจ กงเติม.2556. การศึกษาความพร้อมในการเข้าสู่ประชาคมอาเซียนของนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.งานวิจัย,มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
10. ชิดชนก ทองไทย. 2556. การรับรู้ และทัศนคติ ที่มีผลต่อความพร้อมในการเข้าสู่ตลาดแรงงานประชาคมอาเซียนของนักศึกษาระดับปริญญาโท มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.สารนิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการ, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
11. มงคลรัตน์ ก้อนเคื้อ, มนสิการ ชัยวิบูลย์ผล และสุนารี จุลพันธ์. 2557. ความพร้อมของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครกับการเข้าสู่ตลาดแรงงานประชาคมอาเซียน, กองพัฒนานักศึกษา สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
12. นิโบล ปางลิลาศ.2554. เคลื่อนย้ายแรงงานวิชาชีพเข้าสู่ตลาดอาเซียนอย่างเสรี: โอกาสและผลกระทบต่อไทย.สถาบันระหว่างประเทศเพื่อการค้าและพัฒนา (องค์การมหาชน).
13. พัชรวัลย์ วงศ์บุญสินและคณะ.2554. โครงการวิจัยเรื่องการเคลื่อนย้ายแรงงานวิชาชีพสู่ตลาดแรงงานตามมาตรฐานอาเซียน,สถาบันระหว่างประเทศเพื่อค้าและพัฒนา.
14. ศิริพันธ์ กิตติสุขสถิต .2555. ใต้ศึกษาการเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน ในปี 2558: ความพร้อมของแรงงานไทย ,สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล.

15. กระทรวงศึกษาธิการ,กรมวิชาการ.2544. หลักสูตรการศึกษาระดับพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร : พัฒนาคุณภาพวิชาการ(พว).
16. กัลยา วานิชย์บัญชา.หลักสูตร. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.
17. ธัญธัช วิภัติภูมิประเทศ.ความรู้เกี่ยวกับประชาคมอาเซียนของนักศึกษามหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 2557:33(9-10):191-198.
18. อัจฉรา หล่อตระกูล. 2557.การเตรียมความพร้อมการเข้าสู่ประชาคมอาเซียนของนักศึกษา คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.วารสารวิจัยราชภัฏกรุงเก่า 2557:1(10):14-21.
19. อรวรรณ สีสวนิชย์. 2554. ความพร้อมของนักศึกษา คณะสังคมสงเคราะห์ศาสตร์กับการเข้าสู่ตลาดแรงงานประชาคมอาเซียน, วิทยานิพนธ์ปริญญาพัฒนาแรงงานและสวัสดิการมหาบัณฑิต คณะสังคมศาสตร์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
20. อรอนงค์ นิยมธรรม.เจตคติที่มีต่อการเข้าสู่ประชาคมอาเซียนของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก.วารสารวิชาการมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ 2558:23(1-4):273-290.
21. พรทิพา คงคุณ.2555. ความรู้ ทักษะ และความพร้อมต่อการเป็นประชาคมอาเซียนของนักศึกษาพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์.วารสารการพยาบาลและการศึกษา, 5(2),38-50.
22. บุญทิศา สุวิทย์.ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ เจตคติ และการเตรียมความพร้อมในการเข้าสู่ประชาคมอาเซียนของนักศึกษาพยาบาล คณะพยาบาลศาสตร์เกื้อการุณย์มหาวิทยาลัยนวมินทราชราช. ว.เกื้อการุณย์ 2557:21(1-6):84-99.

ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียและฤทธิ์ยับยั้งเชื้อราของสารที่แยกได้จากจากต้นส้มมะงา

Anti-bacterial and Anti-fungal Activities of Isolated Compounds from *Clerodendrum inerme*สิริกอร์ ก่ออานันต์¹ พัฒพรา ธีรพิบูลย์เดช²Sirikorn Kor-arnan¹ Pattara Thiraphibundet²

Received: 13 June 2015; Accepted: 6 September 2015

บทคัดย่อ

ประเมินฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของสารที่ได้จากใบและรากต้นส้มมะงา (วงศ์ผกากรอง) โดยนำพืชตากแห้งมาสกัดด้วยไดคลอโรมีเทน จากนั้นนำกากพืชมาสกัดต่อด้วยเมทานอล นำสิ่งสกัดทั้งหมดมาทดสอบฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียด้วยวิธี broth microdilution susceptibility พบว่าสิ่งสกัดไดคลอโรมีเทนจากใบและรากมีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวก (*Staphylococcus aureus* และ *Bacillus subtilis*) และแบคทีเรียแกรมลบ (*Pseudomonas aeruginosa* และ *Escherichia coli*) ได้สูงกว่าสิ่งสกัดเมทานอล นำสิ่งสกัดไดคลอโรมีเทนจากใบและรากมาแยกสารออกฤทธิ์ต่อไป ได้สารบริสุทธิ์จำนวน 7 สาร และวิเคราะห์โครงสร้างทางเคมีด้วยข้อมูลจากเทคนิคเอ็นเอ็มอาร์และแมสสเปกโทรสโกปี สารบริสุทธิ์ที่ได้คือ (3 β , 22E, 24S)-stigmasterol-5,22,25-trien-3-ol (1), pectolarigenin (2), acacetin (3), (3 β , 22E, 24S)-stigmasterol-5,22,25-triene-3-yl- β -D-glucopyranoside (4), stigmasterol (5), lupeol laurate (6) และ betulinic acid (7) สาร 1 มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของ *S. aureus* สูงที่สุด ขณะที่สาร 1, 6 และ 7 มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของ *P. aeruginosa* สูง

คำสำคัญ: ต้นส้มมะงา วงศ์ผกากรอง ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อรา

Abstract

Evaluation of anti-microbial activity of phytochemicals from leaves and roots of *Clerodendrum inerme* (Verbenaceae) was conducted. Air dried materials were extracted with CH₂Cl₂ and residues were consequently extracted with MeOH. All extracts were determined for anti-microbial activity by broth microdilution susceptibility testing. The CH₂Cl₂ extracts of leaves and roots exhibited anti-microbial activity toward Gram positive bacteria (*Staphylococcus aureus* and *Bacillus subtilis*) and Gram negative bacteria (*Pseudomonas aeruginosa* and *Escherichia coli*) higher than MeOH extracts. The CH₂Cl₂ extracts of leaves and roots were further isolated for their active compounds. Seven compounds were obtained and further characterized for their chemical structures by NMR and Mass Spectroscopy data as (3 β , 22E, 24S)-stigmasterol-5,22,25-trien-3-ol (1), pectolarigenin (2), acacetin (3), (3 β , 22E, 24S)-stigmasterol-5,22,25-triene-3-yl- β -D-glucopyranoside (4), stigmasterol (5), lupeol laurate (6) and betulinic acid (7). Compound 1 exhibited the highest inhibition on *S. aureus* growth whereas compounds 1, 6 and 7 exhibited high inhibition on *P. aeruginosa* growth.

Keywords: *Clerodendrum inerme*, Verbenaceae, anti-bacterial activity, anti-fungal activity

¹ นิสิตปริญญาเอก, สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ, ²ผู้ช่วยศาสตราจารย์, ภาควิชาเคมี, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 10330.

¹ PhD student, Program in Biotechnology, ²Associate Professor, Department of Chemistry, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand.

* Corresponding author. Tel. +662 02-2187624; fax: +662-2187598, 02-2541309. E-mail address: p_tiew@hotmail.com

Introduction

Clerodendrum inerme L. is a mangrove plant in Verbenaceae family and its common name is scrambling clerodendrum. This plant usually grows along the beach forest in many places such as Western Australia, North East Queensland and the Pacific Islands. The extracts of *C. inerme* have been reported to possess a variety of biological properties such as anti-oxidation¹⁻², anti-inflammatory³⁻⁵, anti-tumor⁶, anti-virus⁷ and growth inhibition of insecticide activities⁸⁻⁹. This extract has also been noted to possess anti-microbial activity. Isoamyl alcoholic extract of *C. inerme* can inhibit *Bacillus subtilis* and *Staphylococcus aureus*¹⁰. Moreover, the *C. inerme* extracts have the anti-fungal activity on human pathogen fungi (*Epidermophyton floccosum* and *Trichophyton tonsurans*) and plant pathogen fungi (*Aspergillus flavus* and *Aspergillus niger*)¹¹. One of the constituents isolated from *C. inerme*, (5*S*,6*R*,8*α**R*)-5,6,8*α*-trimethyl-5-[2-(3-oxo-cyclobutyl)-ethyl] 3,4,4*α*,5,6,7,8,8*α*-octahydro-naphthalene-1-carboxylic acid methyl ester, showed inhibition on *B. pumilis*, *E. coli* and *A. flavus*¹².

Although *C. inerme* extracts were extensively reported to have anti-microbial potential, it was a rare study that revealed the active constituents responsible for those activities. Thus, in this study, extracts of *C. inerme* were investigated for activity against Gram-positive bacteria (*S. aureus* and *B. subtilis*) and Gram-negative bacteria (*P. aeruginosa* and *E. coli*). The constituents of this plant were isolated and tested for anti-bacterial potency on *S. aureus* and *P. aeruginosa*, including anti-fungal potency on *Candida albicans*.

Materials and Methods

Plant Material Preparation

Roots and leaves of *C. inerme* were collected in Rayong province, Thailand, on May 2012. A voucher specimen (BCU 013514) has been deposited at the Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Thailand.

Extraction and Isolation

Air dried leaves (3.8 kg) were macerated twice with CH₂Cl₂. After filtration and solvent removal, 57.4 g of CH₂Cl₂ (L-CH₂Cl₂) extract was obtained. Leaf residue

was subsequently extracted twice with MeOH and 95.2 g of MeOH extract was given after evaporating solvent.

A portion of L-CH₂Cl₂ extract (57.4 g) was fractionated by Si-gel CC and eluted with an increasing polarity of mobile phase *n*-hexane:EtOAc, followed by EtOAc:MeOH, to afford seven fractions (C1-C7). Fraction C2 was further separated by Si-gel CC eluted with *n*-hexane:EtOAc (100:0 → 10:90) to afford three fraction C2.1 to C2.3. Fraction C2.1 was purified by Si-gel CC eluting with *n*-hexane:EtOAc (9:1) to obtain compound **1** (1.1 g). Fraction C3 was separated by Si-gel CC eluted with a gradient of *n*-hexane:EtOAc to afford two fractions, and after repeat separation on fraction C3.1 by Si-gel CC eluted with a gradient of *n*-hexane:CH₂Cl₂, compound **2** (46.5 mg) was obtained. Compound **3** (25.0 mg) was gained from fraction C3.2 by Sephadex LH-20 CC eluted with *n*-hexane:CH₂Cl₂:MeOH (7:2.5:0.5), then by Sephadex LH-20 CC eluted with *n*-hexane:CH₂Cl₂ (1:1). Fraction C5 was separated by Si-gel CC eluted with *n*-hexane:EtOAc:MeOH (100:0:0 → 0:0:100) to afford two fractions C5.1-C5.2. Fraction C5.1 was separated by Si-gel CC eluted with CH₂Cl₂:MeOH (9:1) to afford compound **4** (9.0 mg).

The CH₂Cl₂ (R-CH₂Cl₂, 69.9 g) and MeOH (446.5 g) extracts from roots were obtained by extracting the roots of *C. inerme* (4.5 kg) in the same manner as leaves. The R-CH₂Cl₂ extract (60.5 g) was firstly fractionated by Si-gel CC eluted with *n*-hexane:EtOAc:MeOH (100:0:0 → 0:10:90) to afford nine fractions R1-R9. Fraction R2 was separated by Si-gel CC eluted with *n*-hexane:EtOAc (100:0 → 10:90) to obtain three fractions R2.1-R2.3. and compound **5** (42 mg) was isolated at solvent ratio of 9:1 from this separation. Fraction R2.2 was separated by Si-gel CC eluted with *n*-hexane:EtOAc (100:0 → 10:90), followed by Si-gel CC eluted with *n*-hexane:CH₂Cl₂ (9:1) to yield compound **6** (6 mg). Fraction R4 was separated by Si-gel CC eluted with *n*-hexane:EtOAc (100:0 → 10:90) to afford two fractions R4.1-R4.2. Fraction R4.1 was then purified by Si-gel CC eluted with *n*-hexane:EtOAc (8:2) to yield compound **7** (30 mg).

(3β, 22*E*, 24*S*)-stigmasterol-5,22,25-trien-3-ol (**1**): white powder; mp. 121-125°C; ¹H-NMR (CDCl₃, 400 MHz) δ 3.54 (1H, *m*, H-3), 5.36 (1H, *brd*, *J*=4.8, H-6),

0.72 (3H, *brs*, H-18), 1.03 (3H, *s*, H-19), 1.04 (3H, *s*, H-21), 5.28 (1H, *dd*, $J=15.6, 8.0$, H-22), 5.21 (1H, *dd*, $J=15.2, 7.2$, H-23), 4.72 (2H, *m*, H-26), 1.67 (3H, *brs*, H-27), 0.86 (3H, *t*, $J=7.4$, H-27); $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3 , 100 MHz) 37.3 (C-1), 31.9 (C-2), 71.8 (C-3), 42.3 (C-4), 140.8 (C-5), 121.7 (C-6), 31.9 (C-7), 31.7 (C-8), 50.2 (C-9), 36.5 (C-10), 21.1 (C-11), 39.7 (C-12), 42.3 (C-13), 56.9 (C-14), 24.3 (C-15), 28.7 (C-16), 55.9 (C-17), 12.1 (C-18), 19.4 (C-19), 40.1 (C-20), 20.8 (C-21), 137.2 (C-22), 130.1 (C-23), 52.0 (C-24), 148.6 (C-25), 109.5 (C-26), 20.2 (C-27), 25.7 (C-28), 12.1 (C-29).

Pectolarigenin (**2**): yellow needle; mp. 210-211°C; $^1\text{H-NMR}$ (acetone- d_6 , 400 MHz) δ 6.48 (1H, *s*, H-3), 6.53 (1H, *s*, H-8), 7.87 (1H, *d*, $J=8.8$, H-2', 6'), 6.96 (1H, *d*, $J=8.8$, H-3', 5'), 3.76 (3H, *s*, 6-OMe), 3.72 (3H, *s*, 4'-OMe), 13.02 (1H, *s*, 5-OH), 9.31 (1H, *s*, 7-OH); $^{13}\text{C-NMR}$ (acetone- d_6 , 100 MHz) 165.0 (C-2), 104.0 (C-3), 183.6 (C-4), 154.0 (C-5), 132.3 (C-6), 157.8 (C-7), 94.8 (C-8), 154.0 (C-9), 105.8 (C-10), 124.4 (C-1'), 115.4 (C-3', 5'), 129.1 (C-2', 6'), 163.0 (C-4'), 60.7 (6-OMe), 56.0 (4'-OMe).

Acacetin (**3**): yellow needle; mp. 284-289°C; $^1\text{H-NMR}$ (acetone- d_6 , 400 MHz) δ 6.59 (1H, *s*, H-3), 6.17 (1H, *d*, $J=1.6$, H-6), 6.46 (1H, *d*, $J=1.6$, H-8), 7.94 (2H, *d*, $J=8.8$, H-2', 6'), 7.05 (2H, *d*, $J=8.8$, H-3', 5'), 3.93 (3H, *s*, 4'-OMe), 12.87 (1H, *s*, 5-OH); $^{13}\text{C-NMR}$ (acetone- d_6 , 100 MHz) 165.1 (C-2), 104.5 (C-3), 183.1 (C-4), 163.7 (C-5), 99.8 (C-6), 164.8 (C-7), 94.7 (C-8), 158.9 (C-9), 104.6 (C-10), 124.3 (C-1'), 129.1 (C-2', 6'), 115.4 (C-3', 5'), 163.3 (C-4'), 56.0 (C4'-OMe)

(3 β , 22*E*, 24*S*)-Stigmasterol-5,22,25-triene-3-yl- β -D-glucopyranoside (**4**): white powder; mp. 259-261°C; $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3 , 400 MHz) δ 3.51 (1H, *m*, H-3), 5.29 (1H, *brd*, $J=4.4$, H-6), 5.12 (1H, *m*, H-22), 5.12 (1H, *m*, H-23), 1.59 (1H, *s*, H-26), 4.63 (1H, *brs*, H-27), 4.35 (1H, *d*, $J=7.6$, H-1'), 3.76 (1H, *m*, H-2'), 3.76 (1H, *m*, H-3'), 3.40 (1H, *m*, H-4'), 3.33 (1H, *m*, H-5'), 3.40 (2H, *m*, H-6'); $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3 , 100 MHz) 38.7 (C-1), 29.6 (C-2), 76.3 (C-3), 42.2 (C-4), 140.2 (C-5), 122.1 (C-6), 31.8 (C-7), 36.7 (C-8), 50.1 (C-9), 37.2 (C-10), 21.0 (C-11), 39.6 (C-12), 48.5 (C-13), 56.8 (C-14), 24.2 (C-15), 28.6 (C-16), 55.8 (C-17), 12.0 (C-18), 20.7 (C-19), 40.1 (C-20), 21.0

(C-21), 137.1 (C-22), 130.0 (C-23), 51.9 (C-24), 148.6 (C-25), 19.2 (C-26), 109.4 (C-27), 25.7 (C-28), 12.0 (C-29), 101.0 (C-1'), 73.5 (C-2'), 79.2 (C-3'), 69.9 (C-4'), 75.6 (C-5'), 61.7 (C-6').

Stigmasterol (**5**): white powder; mp. 147-151°C; $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3 , 400 MHz) δ 1.25 (1H, *m*, H-1 α), 1.99 (1H, *m*, H-1 β), 1.52 (1H, *m*, H-2 α), 1.83 (1H, *m*, H-2 β), 3.52 (1H, *m*, H-3), 2.27 (1H, *m*, H-4 α , H-4 β), 5.34 (1H, *m*, H-6), 1.60 (1H, *brs*, H-7 α), 1.83 (1H, *m*, H-7 β), 1.52 (1H, *m*, H-8), 1.03 (1H, *brs*, H-9), 1.52 (1H, *m*, H-11 α), 1.60 (1H, *brs*, H-11 β), 1.25 (1H, *m*, H-12 α), 1.99 (1H, *m*, H-12 β), 1.25 (1H, *m*, H-14), 1.03 (1H, *brs*, H-15 α), 1.60 (1H, *brs*, H-15 β), 1.25 (1H, *m*, H-16 α), 1.69 (1H, *m*, H-16 β), 1.25 (1H, *m*, H-17), 0.70 (3H, *brs*, H-18), 1.01 (3H, *brs*, H-19), 1.99 (1H, *m*, H-20), 1.01 (3H, *brs*, H-21), 5.15 (1H, *m*, H-22), 5.03 (1H, *dd*, $J=8.4, 15.2$, H-23), 1.52 (1H, *m*, H-24), 1.52 (1H, *m*, H-25), 0.80 (3H, *brs*, H-26), 0.84 (3H, *brs*, H-27), 1.25 (1H, *m*, H-28 α), 1.52 (1H, *m*, H-28 β), 0.79 (3H, *brs*, H-29); $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3 , 100 MHz) 39.7 (C-1), 31.7 (C-2), 71.8 (C-3), 42.3 (C-4), 140.8 (C-5), 121.7 (C-6), 31.9 (C-7), 31.9 (C-8), 51.2 (C-9), 37.3 (C-10), 21.2 (C-11), 36.5 (C-12), 42.2 (C-13), 56.9 (C-14), 25.4 (C-15), 29.7 (C-16), 56.0 (C-17), 12.0 (C-18), 21.0 (C-19), 40.4 (C-20), 24.4 (C-21), 138.3 (C-22), 129.3 (C-23), 50.2 (C-24), 31.9 (C-25), 21.1 (C-26), 19.4 (C-27), 28.9 (C-28), 12.2 (C-29).

Lupeol laurate (**6**): white powder; mp. 214-219°C; ESI-MS m/z 631.54 [$\text{M}+\text{Na}$] $^+$; $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3 , 400 MHz) δ 4.39 (1H, *dd*, $J=5.6, 10.4$, H-3), 2.30 (1H, *m*, H-19), 0.79 (3H, *s*, H-23), 0.96 (3H, *s*, H-24), 0.79 (3H, *s*, H-25), 0.76 (3H, *s*, H-26), 0.76 (3H, *s*, H-27), 0.71 (3H, *s*, H-28), 4.61 (1H, *m*, H-29 α), 4.57 (1H, *m*, H-29 β), 1.61 (3H, *s*, H-30), 2.21 (2H, *t*, $J=7.6$, H-2'), 1.25 (2H, *m*, H-3'-11'), 0.87 (3H, *m*, H-12'); $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3 , 100 MHz) 39.9 (C-1), 23.6 (C-2), 80.5 (C-3), 38.3 (C-4), 55.3 (C-5), 18.1 (C-6), 34.1 (C-7), 42.9 (C-8), 50.2 (C-9), 37.7 (C-10), 22.5 (C-11), 25.0 (C-12), 37.9 (C-13), 42.7 (C-14), 29.7 (C-15), 34.7 (C-16), 40.7 (C-17), 48.2 (C-18), 47.8 (C-19), 151.0 (C-20), 27.8 (C-21), 37.0 (C-22), 29.5 (C-23), 17.9 (C-24), 16.4 (C-25), 16.0 (C-26), 14.4 (C-27), 15.9 (C-28), 109.2 (C-29), 20.8 (C-30), 173.5 (C-1'), 35.5 (C-2'), 23.0-29.5-(C-3'-C9'), 31.8 (C-10'), 19.1 (C-11'), 13.9 (C-12').

Betulinic acid (7): white powder; mp. 219-239°C; $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3 , 400 MHz) δ 0.91 (1H, *m*, H-1 α), 1.69 (1H, *brs*, H-1 β), 1.69 (2H, *m*, H-2), 3.00 (1H, *m*, H-3), 0.75 (1H, *m*, H-5), 1.69 (1H, *m*, H-6 α), 1.41 (1H, *m*, H-6 β), 1.41 (1H, *m*, H-7 α), 1.38 (1H, *m*, H-7 β), 1.38 (1H, *m*, H-9), 1.38 (1H, *m*, H-11 α), 1.25 (1H, *m*, H-11 β), 1.25 (1H, *m*, H-12 α), 2.23 (1H, *m*, H-12 β), 2.23 (1H, *m*, H-13), 1.25 (1H, *m*, H-15 α), 2.23 (1H, *m*, H-15 β), 1.69 (1H, *m*, H-16 α), 1.69 (1H, *brs*, H-18), 3.18 (1H, *m*, H-19), 1.53 (1H, *m*, H-21 α), 1.53 (1H, *m*, H-22 α), 1.98 (1H, *m*, H-22 β), 1.21 (1H, *m*, H-23), 0.94 (3H, *s*, H-24), 0.83 (3H, *s*, H-25), 0.97 (3H, *s*, H-26), 0.98 (3H, *s*, H-27), 4.74 (1H, *s*, H-29 α), 4.61 (1H, *s*, H-29 β), 1.69 (3H, *brs*, H-30); $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3 , 100 MHz) 38.8 (C-1), 27.4 (C-2), 79.0 (C-3), 39.0 (C-4), 55.4 (C-5), 18.3 (C-6), 34.4 (C-7), 40.7 (C-8), 50.6 (C-9), 37.0 (C-10), 20.9 (C-11), 25.5 (C-12), 38.4 (C-13), 42.5 (C-14), 29.7 (C-15), 32.2 (C-16), 56.3 (C-17), 49.3 (C-18), 46.9 (C-19), 150.4 (C-20), 30.6 (C-21), 37.2 (C-22), 28.0 (C-23), 16.1 (C-24), 15.3 (C-25), 16.0 (C-26), 14.7 (C-27), 179.9 (C-28), 109.7 (C-29), 19.4 (C-30).

Antimicrobial Activity Testing

Bacterial inhibitory activity was tested against Gram positive bacteria (*S. aureus* ATCC25923 and *B.*

subtilis ATCC6633) and Gram negative bacteria (*P. aeruginosa* ATCC27853 and *E. coli* ATCC25922) by broth dilution susceptibility testing according to Clinical and Laboratory Standards Institute (2011)¹³. *S. aureus*, *P. aeruginosa* and *E. coli* were maintained in ATCC[®] medium 18 (trypticase soy medium) at 37°C, *B. subtilis* was in ATCC[®] medium 44 (brain heart infusion medium) at 30°C and *C. albicans* was in ATCC[®] medium 200 (YM medium) at 24-26°C in ATCC[®] medium 200 (YM medium). A single colony of bacteria was isolated by cross streaking on medium and incubated at 37°C for 24 hr. It was further cultured in Müller-Hinton broth and the turbidity was adjusted with Mcfarland standard No. 0.5 (1×10^8 CFU/mL). Culture suspension 100 μL was mixed with the serial dilution of extract suspension in Müller-Hinton broth at the concentration ranging from 50-300 $\mu\text{g/mL}$ in sterile microplate. They were then incubated at 37°C for 16-18 hr. Minimum inhibitory concentration (MIC) was defined as the lowest concentrations of samples that resulted in no bacterial growth. In this study, clavulanic acid was used as a standard and all experiments were done in triplicate. The isolated compounds (5-50 $\mu\text{g/mL}$) were tested using the same method as mentioned and amphotericin B was used as a standard for antifungal activity.

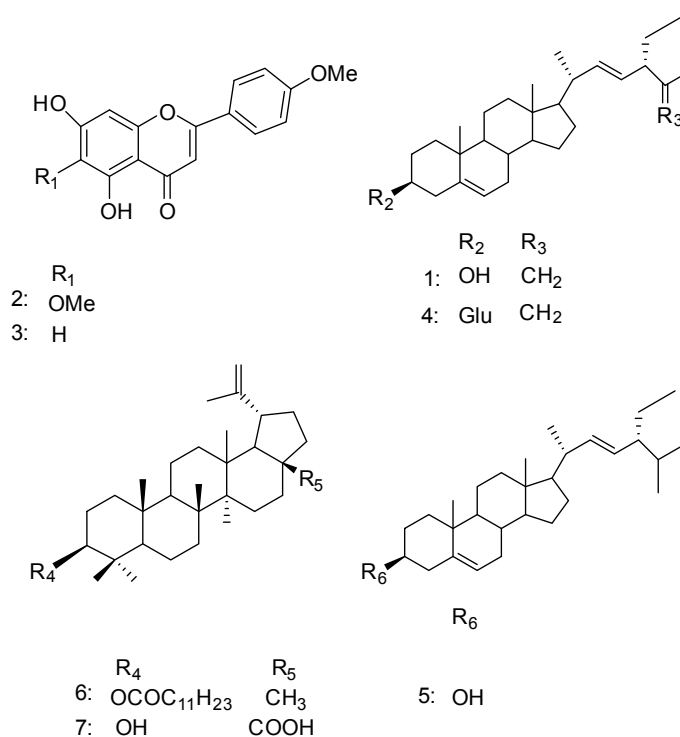


Figure 1 Chemical structures of the constituents isolated from *C. inerme*

Results and Discussions

The CH_2Cl_2 and MeOH extracts of *C. inerme* were evaluated the antibacterial activity on Gram positive bacteria (*S. aureus* and *B. subtilis*) and Gram negative bacteria (*P. aeruginosa* and *E. coli*) at a range of concentration of 50-300 $\mu\text{g/mL}$ (Table 1). All extracts have the potential to inhibit bacteria with the concentration of 50 and 100 $\mu\text{g/mL}$. This result was found to agree with a previous report in which the methanolic extract of *C. inerme* inhibited these four bacteria¹⁴. However, in this study the CH_2Cl_2 extract from leaves and roots were subjected to fractionation to obtain bioactive compounds. Phytochem-

icals separation of *C. inerme* led to the isolation of seven compounds. The chemical structures of all isolated compounds were identified based on the NMR data and compared to those in the previous reports. The names of these isolated compounds were (3 β , 22*E*, 24*S*)-stigmasterol-5,22,25-triene-3-ol (**1**)¹⁵, pectolarigenin (**2**)¹⁶, acetin (**3**)¹⁷, and (3 β , 22*E*, 24*S*)-stigmasterol-5,22,25-trien-3-yl- β -D-glucopyranoside (**4**)¹⁸, stigmasterol (**5**)¹⁹, lupeol laurate (**6**)²⁰ and betulinic acid (**7**)²¹. Their chemical structures were shown in Figure. 1. Compounds **2**, **4** and **6** were reported for the first time from this species.

Table 1 Minimum inhibitory concentration (MIC) of extracts from *C. inerme* against *S. aureus*, *B. subtilis*, *P. aeruginosa* and *E. coli*

Part Of Plant	Solvent	MIC ($\mu\text{g/mL}$)			
		Gram Positive Bacteria		Gram negative Bacteria	
		<i>S. aureus</i> ATCC25923	<i>B. subtilis</i> ATCC6633	<i>P. aeruginosa</i> ATCC27853	<i>E. coli</i> ATCC25922
Leaves	CH_2Cl_2	50	50	100	50
	MeOH	50	100	50	100
Roots	CH_2Cl_2	100	100	100	100
	MeOH	100	100	50	100

These isolated compounds were tested for anti-microbial activity by microdilution broth susceptibility method at a range of concentration of 5-50 $\mu\text{g/mL}$ (Table 2).

Table 2 Minimum inhibitory concentration (MIC) of phytochemical compounds from *C. inerme* against *S. aureus*, *P. aeruginosa* and *C. albicans*

Compound	Name	Part of Plant	MIC ($\mu\text{g/mL}$) \pm SE		
			<i>S. aureus</i> ATCC25923	<i>P. aeruginosa</i> ATCC27853	<i>C. albicans</i> ATCC10231
1	(3 β , 22 <i>E</i> , 24 <i>S</i>)-stigmasta-5,22,25-trien-3-ol	Leaves	20.0 \pm 0.00	45.0 \pm 0.00	45.0 \pm 0.00
2	Pectolarigenin	Leaves	45.0 \pm 0.00	> 50.0 \pm 0.00	40.0 \pm 0.00
3	Acetin	Leaves	41.7 \pm 0.96	> 50.0 \pm 0.00	36.7 \pm 0.96
4	(3 β , 22 <i>E</i> , 24 <i>S</i>)-stigmasta-5,22,25-triene-3-yl- β -D-glucopyranoside	Leaves	> 50.0 \pm 0.00	> 50.0 \pm 0.00	> 50.0 \pm 3.84
5	Stigmasterol	Roots	33.3 \pm 0.96	46.7 \pm 0.96	> 50.0 \pm 0.00
6	Lupeol laurate	Roots	> 50.0 \pm 0.00	45.0 \pm 0.00	> 50.0 \pm 0.00
7	Betulinic acid	Roots	45.0 \pm 0.00	45.0 \pm 0.00	> 50.0 \pm 0.00
8	Clavulanic acid	-	1.35 \pm 0.0.96	2.45 \pm 0.00	-
9	Amphotericin B	-	-	-	2.51 \pm 0.00

Compound **1** showed the highest inhibition on *S. aureus* growth with the MIC value of 20 µg/mL while compounds **1**, **6** and **7** showed the highest inhibition on *P. aeruginosa* with the same MIC value (45 µg/mL). The best *C. albicans* inhibitor was compound **3**. This study is the first report of compounds **1** and **6** activities against *S. aureus* and *P. aeruginosa*. The glucoside moiety on compound **1** was found to significantly reduce the anti-bacterial and also anti-fungal activities (compound **1** vs. compound **4**). This phenomenon was previously found in the saponin skeleton reported by Avato *et al.*²² Flavanoids **2** and **3** exerted the inhibition on *S. aureus* and *C. albicans* which might be related to the hydroxyl groups at C-5 and C-7 of ring A²³.

Conclusion

The *C. inerme* extracts were shown to possess anti-bacterial activity with the MIC values of 50-100 µg/mL. The isolation led to obtain 4 compounds from leaf extract and 3 compounds from root extract. Compound **1** showed inhibition on *S. aureus*, *P. aeruginosa* and *C. albicans* with the concentration lower than 50 µg/mL while compound **4** had no inhibitory potency at this concentration against three microbial isolates. Although the structure activity relationship of the isolated compounds could not be determined, this study confirmed their antimicrobial activity.

Acknowledgements

The authors thank the National Science and Technology Development Agency (NSTDA) and the 90th Anniversary of Chulalongkorn University Fund (Ratchadaphiseksomphot Endowment Fund) for financial support.

References

1. Khan SA, Rasool N, Riaz M, Nadeem R, Rashid U, Rizwan K, Zubair M, Bukhari IH, Gulzar T. Evaluation of antioxidant and cytotoxicity studies of *Clerodendrum inerme*. Asian Journal of Chemistry 2013;25(13):7457-7462.
2. Masuda T, Yonemori S, Oyama Y, Takeda Y, Tanaka T, Andoh T, Shinohara A, Nakata M. Evaluation of the antioxidant activity of environmental plants: activity of the leaf extracts from seashore plants. Journal of Agricultural and Food Chemistry 1999; 47(4):1749-1754.
3. Srisook K, Srisook E, Nachaiyo W, Chan-In M, Thongbai J, Wongyoo K, Chawsuanthong S, Wannasri K, Intasuan S, Watcharanawee K. Bioassay-guided isolation and mechanistic action of anti-inflammatory agents from *Clerodendrum inerme* leaves. Journal of Ethnopharmacology 2015;165: 94-102.
4. Ibrahim SRM, Alshali KZ, Fouad MA, Elkhayat ES, Al Haidari RA, Mohamed GA. Chemical constituents and biological investigations of the aerial parts of Egyptian *Clerodendrum inerme*. Bulletin of Faculty of Pharmacy, Chairo University 2014;52:165-170.
5. Somasundaram S, Sadique J. The role of mitochondrial calcium transport during Inflammation and the effect of anti-inflammatory drugs. Biochemical Medicine and Metabolic Biology 1986;36(12):220-230.
6. Uddin SJ, Grice ID, Tiralongo E. Cytotoxic effects of Bangladeshi medicinal plant extracts. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine 2011;25:1-7.
7. Prasad HP, Shankar UAC, Kumar BH, Shetty SH, Prakash HS. Management of bean common mosaic virus strain blackeye cowpea mosaic (BCMV-BICM) in cowpea using plant extracts. Archives of Phytopathology and Plant Protection 2007;40:139-147.
8. Kovendan K, Murugan K. Effect of medicinal plants on the mosquito vectors from the different agroclimatic regions of Tamil Nadu, India. Advances in Environmental Biology 2011;5(2):335-344.
9. Yankanchi SR, Gadache AH. Grain protectant efficacy of certain plant extracts against rice weevil, *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Biopesticides 2010;3(2):511-513.
10. Prasad MP, Sushant S, Chikkaswamy BK. Phytochemical analysis, antioxidant potential, antibacterial activity and molecular characterization of *Clerodendrum* species. International Journal of Molecular Biology 2012;3:71-76.

11. Anitha R, Kannan P. Antifungal activity of *Clerodendrum inerme* L. and *Clerodendrum phlomidis* L. Turkish Journal of Biology 2006;30:139-142.
12. Murthy YLN, Nageswar PE, Viswanath IVK, Lakshmi BS. Phytochemical analysis and screening for antimicrobial activity of *Clerodendrum inerme* L. Gaertn : a mangrove plant. Journal of Pharmacy and Chemistry 2009;3(2):51-56.
13. Clinical and laboratory standards institute. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing: Twenty-first Informational supplement M100-S21CL-SI. Wayne(PA); 2011.
14. Chahal JK, Sarin R, Malwal M. Efficacy of *Clerodendrum inerme* (garden quinine) against some human pathogenic strains. International Journal of Pharma and Bio Sciences 2010;1(4):219-223.
15. Leitao SG, Kaplan MAC, Monache FD, Akihisa T, Tamura T. Sterols and glucosides from two *Aegiphila* species. Phytochemistry 1992;31(8): 2813-2817.
16. Lu M, Kong Q, Xu X, Lu H, Lu Z, Yu W, Zuo B, Su J, Guo R. Pectolinarigenin - a flavonoid compound from *Cirsium japonicum* with potential anti-proliferation activity in MCF-7 breast cancer cell. Tropical Journal of Pharmaceutical Research 2014;13(2):225-228.
17. Gomes RA, Ramirez RRA, Maciel JKS, Agra MF, Souza MFV, Falcao-Silva VS, Siqueira-Junior JP. Phenolic compounds from *Sidastrum micranthum* (A. St.-Hil.) fryxell and evaluation of acacetin and 7,4'-Di-O-methylisoscutearein as modulator of bacterial drug resistance. Quimica Nova 2011;34:1385-1388.
18. Chaves MH, Roque NF, Ayres MCC. Steroids and flavonoids of *Porcelia macrocarpa*. Journal of the Brazilian Chemical Society. 2005;15(4):608-613.
19. Koay YC, Wong KC, Osman H, Eldeen I, Asmawi MZ. Chemical constituents and biological activities of *Strobilanthes crispus* L. Records of Natural Products 2013;7(1):59-64.
20. Sobrinho DC, Hauptli MB, Appolinario EV, Kollenz CLM, De Carvalho MG, Braz-Filho R. Triterpenoids isolated from *Parahancornia amapa*. Journal of the Brazilian Chemical Society 1991;2(1):15-20.
21. Peng C, Bodenhausen G, Qiu S, Fong HHS, Farnsworth NR, Yuan S, Zheng C. Computer-assisted structure elucidation: application of CISOC-SES to the resonance assignment and structure generation of betulinic acid. Magnetic resonance in Chemistry 1998;36:267-278.
22. Avato P, Bucci R, Tava A, Vitali C, Rosato A, Bialy Z, Jurzysta M. Antimicrobial activity of saponins from *Medicago* sp.: Structure-activity relationship. Phytotherapy Research 2006;20:454-457.
23. Wu T, He M, Zang X, Zhou Y, Qiu T, Pan S, Xu X. A structure-activity relationship study of flavonoids as inhibitors of *E. coli* by membrane interaction effect. Biochimica et Biophysica Acta 2013;1828:2751-2756.

ผลผลิตและต้นทุนของการทำนาแบบประณีตและการพัฒนาคุณภาพปุ๋ยภายใต้วิธีหมักปุ๋ยตามแบบปุ๋ยอินทรีย์วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1

Production and Cost of a System of Rice Intensification (SRI) Rice Farming and Quality Improvement of Compost Derived from the Mae Jo – Engineering 1 Composting (MJE1C) Method

สยามภู แสงเทพ^{1*}, เพชร เพ็งชัย²

Sayompoo Saengtep^{1*}, Petch Pengchai²

Received: 15 August 2015; Accepted: 30 November 2015

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาต้นทุนและปริมาณผลผลิตในการทำนาแบบประณีตหรือ System of Rice Intensification (SRI) ภายใต้เงื่อนไขการใช้ปุ๋ยชนิดต่างๆ และพัฒนาคุณภาพปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตโดยประยุกต์ใช้วัตถุดิบและหัวเชื้อชนิดต่างๆ ภายใต้วิธีหมักปุ๋ยตามแบบปุ๋ยอินทรีย์วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 ผลการทดลองปลูกข้าวแบบ SRI พบว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 ให้ผลผลิตข้าว 592 กก./ไร่ ซึ่งใกล้เคียงกับผลผลิตที่ได้จากการใช้ปุ๋ยเคมี (597 กก./ไร่) อีกทั้งค่าใช้จ่ายในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์นั้นไม่มี ปุ๋ยอินทรีย์วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 จึงจัดว่าน่าสนใจที่จะนำมาใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีในการปลูกข้าว ส่วนผลการทดลองพัฒนาคุณภาพปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตโดยประยุกต์ใช้วัตถุดิบและหัวเชื้อชนิดต่างๆ พบว่าการประยุกต์ใช้น้ำบ่อเลี้ยงปลาในการผลิตปุ๋ยหมักตามแบบปุ๋ยอินทรีย์วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 สามารถเพิ่มแอมโมเนียและเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายให้กับปุ๋ยหมักได้

คำสำคัญ: การทำนาแบบประณีตปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 ปุ๋ยเคมี หัวเชื้อจุลินทรีย์จาวปลวก จุลินทรีย์สังเคราะห์แสง

Abstract

This research investigated the cost and production of rice farming according to the System of Rice Intensification (SRI). Also investigate was how to improve the quality of the compost produced by the Mae - Jo - Engineering 1 Composting (MJE1C) method by applying various raw materials and microbial seeds. According to the experimental results, an application of MJE1C compost in SRI rice farming yields 592 kg./Rai of rice which is comparable to the production of 597 kg./Rai derived from chemical fertilizer application; however, no monetary cost is incurred in the composting since raw materials were gained for free. As such the application of, MJE1C compost was considerably higher than chemical fertilizer. From the composting experiment, an application of fish pond water could raise the ammonia content and percentage of digestion in MJE1C compost.

Keywords: System of Rice Intensification (SRI), Compost, Mae Jo – Engineering 1 Composting, Chemical fertilizer, Termite comb bacteria, Purple Non-sulphur Bacteria,

¹ นิสิตวิศวกรรมศาสตร์, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150 Email : Gu_peun@hotmail.com

² อาจารย์, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

บทนำ

ปัจจุบันประชากรในประเทศไทยร้อยละ 50 มีอาชีพเกษตรกรรม ใช้พื้นที่ 56 ล้านไร่ในการปลูกข้าวผลิตข้าวเปลือกได้ปีละ 18.8 ล้านตันซึ่งถือว่าได้ผลตอบแทนต่ำเมื่อเทียบกับเงินลงทุนทั้งนาปีและนาปรัง การทำนาในปัจจุบันของคนไทย เรียกว่าทำนาแบบทั่วไปนิยมใช้ปุ๋ยเคมี เนื่องจากหาซื้อง่ายและใช้ปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับปุ๋ยอินทรีย์ที่ส่วนใหญ่ต้องผลิตเองและใช้ปริมาณมากเพื่อให้ได้สารอาหารเท่ากับที่มีในปุ๋ยเคมี นอกจากนี้ในวิธีทำนาแบบทั่วไป ยังนิยมให้น้ำขังนาตลอดฤดูการ ซึ่งถือเป็นข้อจำกัดในการปลูกข้าวในช่วงขาดแคลนน้ำ อีกทั้งน้ำที่ขังในพื้นที่ทำนาถือเป็นเป็นเงื่อนไขหนึ่งที่เกี่ยวข้องการเกิดก๊าซมีเทนซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศ¹ การเผาตอซังข้าวหลังเก็บเกี่ยวก็ถือเป็นสิ่งหนึ่งที่อยู่ในความนิยมของการทำนาแบบทั่วไป ซึ่งนักวิจัยจำนวนมากไม่ชอบ² รายงานว่าทำให้ดินขาดสารอาหาร งานวิจัยนี้จึงเล็งเห็นความสำคัญของการพัฒนาวิธีทำนาแบบทั่วไปในประเด็นต่างๆ ข้างต้น เช่น การปรับเปลี่ยนจากการใช้ปุ๋ยเคมีมาใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อลดต้นทุนการผลิต การลดปริมาณน้ำในการทำนาเพื่อประหยัดทรัพยากรน้ำและลดการปล่อยก๊าซมีเทน การงดเผาตอซังข้าวหลังเก็บเกี่ยวเพื่อลดการทำลายสารอาหารในดิน เมื่อไม่นานมานี้ นักวิจัยได้พัฒนาวิธีทำนา โดยใช้ชื่อว่า "ทำนาแบบประณีต" หรือ "System of Rice Intensification (SRI)" ซึ่งเป็นระบบที่เน้นจัดสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติให้เกื้อหนุนการเจริญเติบโตของต้นข้าว โดยไม่ใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช ใช้ปุ๋ยที่ผลิตเองได้ ใช้ปริมาณพันธุ์ข้าวอย่างประหยัด และไม่ให้น้ำขังในนาตลอดฤดูการ^{3,4} การทำนาแบบประณีตนี้ต้องอาศัยความเพียรและความละเอียดในการทำนา เช่น ในขั้นตอนการย้ายกล้าที่ ออกจากแปลงเพาะจะต้องกระทำอย่างอ่อนโยนเพื่อให้เมล็ดข้าวยังคงติดอยู่ ในการดำนาจะปักต้นกล้าหลุมละ 1 ต้นแบบให้รากกล้าแผ่ไปในดินตั้งฉากกับลำต้นเป็นรูปตัวแอล การให้น้ำมีรายละเอียดปลีกย่อยหลายอย่าง เช่น ให้แบบเปียกสลับแห้งโดยปล่อยให้แห้ง 3 วันแล้วจึงนำน้ำเข้านา ระดับน้ำในนาไม่ให้สูงกว่า 5 ซม. เมื่อข้าวตั้งท้องต้องรักษาน้ำให้ขังในนาตลอดจนกว่าจะถึงเวลาเกี่ยวเกี่ยว เป็นต้น ผลงานวิจัยชี้ให้เห็นว่าการทำนาแบบ SRI สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้โดยไม่ต้องเพิ่มปัจจัยการผลิต ผลการทดลองปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ชี้ให้เห็นว่าการใช้อายุกล้าข้าวอ่อน 12 วันและร่วมกับการปักดำหลุมละ 1 ต้น ให้ผลผลิตสูงถึง 850 กิโลกรัมต่อไร่ (ทำนาแบบประณีต) ในขณะที่การใช้อายุกล้าข้าวแก่ 25 วันร่วมกับการปักดำหลุมละ 3-4 ต้น ให้ผลผลิตต่ำกว่าคือ 764 กิโลกรัมต่อไร่ (ทำนาแบบทั่วไป)⁵

ในส่วนของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการทำนานั้น มีหลากหลายกรรมวิธีที่เกษตรกรและนักวิจัยได้นำมาใช้แล้วประสบ

ความสำเร็จ ในที่นี้ผู้วิจัยสนใจการใช้ปุ๋ยคอกซึ่งผลิตจากมูลสัตว์ ถือเป็นปุ๋ยอินทรีย์ดั้งเดิมที่เกษตรกรใช้กันทั่วไปตั้งแต่อดีต ปุ๋ยชีวภาพที่ผลิตจากจุลินทรีย์จาวปลวก (จุลินทรีย์ที่อยู่ในดินใจกลางรังจอมปลวก) และจุลินทรีย์สังเคราะห์แสง (จุลินทรีย์ชนิดหนึ่งพบได้ทั่วไปตามพื้นที่ชุ่มน้ำ) ซึ่งกำลังเริ่มเป็นที่จับตามองของกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ว่าให้ผลผลิตสูง⁶ และปุ๋ยอินทรีย์วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 ซึ่งได้รับรางวัลเมธีวิจัยมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ปี 2555⁷ ทั้งนี้การผลิตปุ๋ยอินทรีย์วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 นั้น สามารถผลิตปุ๋ยที่ได้มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของประเทศไทยภายในเวลา 2 เดือนโดยไม่ต้องพลิกกลับกอง วัสดุที่ที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 คือฟางข้าวและมูลสัตว์ใช้อัตราส่วนโดยปริมาตร 4 ต่อ 1 โดยวางวัสดุติดซ้อนกันเป็นชั้นๆ ในตะกร้า แต่ละชั้นประกอบด้วยฟางข้าวความสูง 5 เซนติเมตร โรยทับด้วยมูลวัวบางๆ แล้วรดน้ำ ทำแบบนี้ไปจนครบอัตราส่วน 4 : 17 อย่างไรก็ตามยังไม่มีการเปรียบเทียบผลผลิตข้าวที่ได้จากการใช้ปุ๋ยคอก ปุ๋ยชีวภาพที่ผลิตจากจุลินทรีย์จาวปลวก ปุ๋ยชีวภาพจุลินทรีย์สังเคราะห์แสง และปุ๋ยอินทรีย์วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 ว่ามีความแตกต่างกันมากนักเพียงใดภายใต้เงื่อนไขการทำนาแบบ SRI นอกจากนี้ยังไม่พบวิธีผลิตปุ๋ยอินทรีย์ให้ได้ในระยะเวลาที่สั้นกว่า 2 เดือนโดยไม่ใช้ต้นทุนการผลิตสูง

เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ใช้ประกอบการพิจารณาเลือกวิธีทำนาและชนิดปุ๋ยที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำ ต้นทุนต่ำ และให้ผลผลิตสูง

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. ศึกษาปริมาณผลผลิตและต้นทุน ในการทำนาแบบ SRI ภายใต้เงื่อนไขการใช้ปุ๋ยชนิดต่างๆ
2. ศึกษาคุณภาพปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตโดยประยุกต์ใช้วัสดุติดและหัวเชื้อชนิดต่างๆภายใต้วิธีหมักปุ๋ยตามแบบปุ๋ยอินทรีย์วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1

วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. การทดลองทำนาแบบ SRI ภายใต้เงื่อนไขการใช้ปุ๋ยชนิดต่างๆ การทดลองส่วนนี้เป็นการทำนาแบบ SRI ในพื้นที่นาจริงโดยใช้ต้นกล้าพันธุ์ทุหมงา 1 อายุ 10 วัน ปลูกลงในแปลงทดลองขนาด 1 × 3 เมตร ปักดำต้นกล้า 1 ต้นต่อกอ รวมใช้ต้นกล้าทั้งหมด 40 ต้นต่อแปลง ต้นกล้าแต่ละต้นมีระยะห่างกัน 20 เซนติเมตร มีการให้ปุ๋ย 2 ครั้งในช่วงแตกกอ (30 วันหลังปักดำ) กับช่วงข้าวตั้งท้อง (60 วันหลังปักดำ) และกำจัดวัชพืช 3 ครั้งจนเก็บเกี่ยว ส่วนการให้น้ำนั้นใช้วิธีปล่อยน้ำเข้านาจนระดับน้ำสูงจากพื้นดิน 5 ซม. แล้วไม่เติมน้ำ

เข้าไปอีกจนกระทั่งนาแห้ง 3 วัน แล้วจึงใส่น้ำเข้านาให้สูงเท่าเดิมทำเช่นนี้ไปเรื่อยจนกระทั่งช่วงข้าวตั้งท้องจึงรักษาระดับน้ำในนาให้คงที่ที่ 5 ซม.ไปจนถึงระยะเวลาเก็บเกี่ยว

ตัวแปรต้นคือชนิดปุ๋ย ตัวแปรตามคือปริมาณผลผลิต เงื่อนไขในการทดลองคือการทำนาแบบประณีตและปริมาณปุ๋ยตามความนิยมใช้จริง สำหรับชนิดปุ๋ยและปริมาณการให้ปุ๋ยเป็นดังแสดงใน Table 1 ปุ๋ยเคมีที่ใช้มีสูตร 16-16-16 ซื้อมาจากร้านขายปุ๋ยในจังหวัดมหาสารคาม จุลินทรีย์สังเคราะห์แสง (Purple non sulphur bacteria seed) ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัทจัดจำหน่ายหัวเชื้อจุลินทรีย์สำหรับการเกษตรแห่งหนึ่ง จุลินทรีย์จาวปลวก (Termite comb bacteria seed) ได้มาจากการนำจาวปลวก 1 กก.ไปคลุกเคล้ากับข้าวสุก 1 กก. แล้วใส่น้ำสะอาดปิดฝาภาชนะหมักทิ้งไว้ 7 วัน ปุ๋ยอินทรีย์วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 (MJE1C) ได้มาจากการนำฟางข้าวและมูลวัวจากที่นาของผู้วิจัยมากองหมักและใส่น้ำตามวิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 ดังจะได้กล่าวถึงในการทดลองส่วนที่ 2 ทั้งนี้ ปริมาณการใส่ปุ๋ยเคมีคำนวณจากการใส่ปุ๋ยเคมีในนาข้าวของเกษตรกรในพื้นที่ใกล้เคียงโดยใช้วิธีสอบถามพบว่าใช้อยู่ 50 กิโลกรัมต่อไร่⁸ ปริมาณการใส่ปุ๋ยหัวเชื้อจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงคำนวณจากวิธีโอบรรยายโดยรุจน์ สุวรรณเสรีเกษม⁶ ปริมาณการใส่ปุ๋ยหัวเชื้อจุลินทรีย์จาวปลวกคำนวณจากใส่ปริมาณเท่ากันกับหัวเชื้อจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงเพราะจะใช้ในการเปรียบเทียบ ปริมาณการใส่ปุ๋ยอินทรีย์วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 คำนวณค่าโดยประมาณ จากการใส่ปุ๋ยหมัก 6,000 กิโลกรัมต่อไร่⁹

Table 1 Condition of Rice Farming Experiment

Experiment	Type of Fertilizer	Fertilizer dose per 1 field per once
R1	No fertilizer addition	-
R2	Chemical fertilizer	0.09375 g.
R3	Purple non sulphur bacteria seed	9.375 ml.
R4	Termite comb bacteria seed	9.375 ml.
R5	MJE1C compost	6 kg.

ในการนี้ ปริมาณ แอมโมเนีย ไนเตรท ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และ พีเอช ในตัวอย่างดินและปุ๋ยที่ใช้ในการทำนาถูกตรวจวัดโดยชุดตรวจสอบดิน (test kit) ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ส่วนเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายสมบูรณ์ของ

ตัวอย่างดิน และปุ๋ยนั้นตรวจวัดจากดัชนีการงอกของเมล็ดข้าวเขียวตั้งระบุไว้ในมาตรฐานปุ๋ยหมักของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติกระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ปริมาณผลผลิตต่อไร่ของแต่ละแปลงทดลองคำนวณโดยใช้สมการต่อไปนี้

$$\begin{aligned}
 & \text{ผลผลิต}_{(กน./ไร่)} \\
 &= \text{ผลผลิต}_{(กน./แปลง)} \times (1600 \text{ m}^2 / \text{พื้นที่แปลง (3 m}^2\text{)}) \\
 & \text{จำนวนเมล็ดพันธุ์}_{(กน./ไร่)} \\
 &= \text{เมล็ดพันธุ์}_{(กน./แปลง)} \times (1600 \text{ m}^2 / \text{พื้นที่แปลง (3 m}^2\text{)}) \\
 & \text{ค่าใช้จ่ายต่อไร่} \\
 &= \text{จำนวนเมล็ดพันธุ์}_{(กน./ไร่)} \times \text{ราคาข้าว}^{12}_{(บาท/กน.)}
 \end{aligned}$$

2. การทดลองประยุกต์ใช้วัตถุดิบและหัวเชื้อชนิดต่างๆ หมักปุ๋ยตามแบบปุ๋ยอินทรีย์วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1

การทดลองส่วนนี้เป็นการผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้ตะกร้าหรือกะละมังโดยที่มีส่วนผสมของวัตถุดิบต่างกันทั้งหมด 6 ชุด ดังแสดงไว้ใน Table 2 ตัวแปรต้นคือวัตถุดิบและหัวเชื้อที่ใช้หมักปุ๋ย ตัวแปรตามคือคุณภาพปุ๋ยหมัก เงื่อนไขในการทดลองคือการหมักปุ๋ยด้วยวิธีการกองปุ๋ยและให้หน้าแบบวิศวกรรมแม่โจ้ 1 โดยใช้เศษพืชแห้ง (ฟางข้าวหรือใบไม้แห้ง) 2 กก. เป็นวัตถุดิบหลัก แต่ละตะกร้ามีความจุวัตถุดิบ 2.5-3 กก.

สำหรับชุดหมัก B1 และ B2 เป็นการจำลองวิธีหมักฟางข้าวกับมูลวัวตามวิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 17 เพียงแต่ชนิดของน้ำที่ใช้รดกองปุ๋ย B1 เป็นน้ำจากบ่อเลี้ยงปลา B2 เป็นน้ำบาดาลที่บ้านของผู้วิจัย (อ.บรบือ จ. มหาสารคาม) คุณภาพปุ๋ยที่ได้จากชุดหมัก B1 และ B2 จึงถือเป็นตัวแทนของคุณภาพปุ๋ยอินทรีย์วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 วิธีการกองปุ๋ยเริ่มจากใส่ฟางข้าวลงในตะกร้าให้สูง 5 เซนติเมตร จากนั้นโรยทับด้วยมูลวัวบางๆ แล้ววางฟางข้าวซ้อนขึ้นไปอีกชั้นสูง 5 เซนติเมตร แล้วโรยมูลวัวทับบางๆ ทำอย่างนี้ไปเรื่อยๆจนในตะกร้ามีปริมาณฟางข้าว 2 กิโลกรัมต่อมูลวัว 0.5 กิโลกรัม เสร็จแล้วรดน้ำทุกๆ วัน และทุกๆ 10 วันจะมีการแทงเข้าไปในกองปุ๋ยให้เกิดรูแล้วเอาน้ำเทลงไปให้รูเสร็จแล้วเอาฟางข้าวปิดรูดังเดิม

ส่วนชุดหมัก B3-B5 ได้นำเอาสัดส่วนวัตถุดิบและวิธีหมักฟางข้าวกับมูลวัวตามแบบปุ๋ยอินทรีย์วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 17 มาประยุกต์ใช้โดยเปลี่ยนชนิดของหัวเชื้อจุลินทรีย์ ชุดหมัก B3 ใช้หัวเชื้อเป็นจุลินทรีย์จาวปลวก ชุดหมัก B4 ใช้หัวเชื้อเป็นตะกอนในน้ำทิ้งที่คลองระบายน้ำ B5 ใช้หัวเชื้อเป็นจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำชะขยะที่ใช้รดกองปุ๋ย โดยชุดหมัก B3 และ B4 นั้นทำการทดลองคล้ายๆ B2 แต่เปลี่ยนจากมูลวัวเป็นหัวเชื้อจุลินทรีย์จาวปลวก 250 มิลลิลิตร และ ตะกอนน้ำเสีย 0.5 กิโลกรัมตามลำดับ โดยกรณี B3 จะฉีดพ่นหัวเชื้อจุลินทรีย์จาว

ปลวกเข้าไปในแต่ละชั้นแทนการโรยด้วยมูลวัว สำหรับชุดหมัก B5 นั้นแตกต่างจากชุดทดลองที่ผ่านมา กล่าวคือ เปลี่ยนเป็นการใส่ฟางข้าวทั้งหมดไว้ในตะกร้า แล้วเอาตะกอนขยะ 1 กิโลกรัมมาผสมรวมกับน้ำบาดาล 2 ลิตรจากนั้นใช้ในการรดกองปุ๋ยหมักแทนการรดด้วยน้ำเปล่า กำหนดเสร็จของการหมักปุ๋ยทั้งหมดคือ 2 เดือน ดังแสดงใน Table 2

ทั้งนี้ ได้ตรวจวัดคุณภาพของวัตถุดิบและปุ๋ยที่หมักได้ โดยใช้ชุดตรวจสอบดิน (test kit) ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำหรับปริมาณ แอมโมเนีย ไนเตรท ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และ พีเอช ส่วนเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายสมบูรณ์ของตัวอย่างดิน และปุ๋ยนั้นตรวจวัดจากดัชนีการงอกของเมล็ดถั่วเขียวตั้งระยะงอกไว้ในมาตรฐานปุ๋ยหมักของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติกระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Table 2 Raw material for composting

Experiment	Raw material	Type of water added	Composting reactor
B1	rice straw (2 kg) + cow dung (0.5 kg)	fish pond water	basket
B2	rice straw (2 kg) + cow dung (0.5 kg)	ground water	basket
B3	rice straw (2 kg) + termite comb bacterial seed (250 ml)	ground water	basket
B4	rice straw (2 kg) + wastewater sludge (0.5 kg)	ground water	basket
B5	rice straw (2 kg)	leachate from solid waste	basket

ผลการศึกษาและวิเคราะห์

- การทดลองทำนาแบบ (SRI) ภายใต้เงื่อนไขการใช้ปุ๋ยชนิดต่างๆ
 - คุณสมบัติของดิน และปุ๋ยชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการทำนา T

Table 3 Content of soil and fertilizer in rice farming experiment

Sample	Ammonia	Nitrate	Phosphorus	Potassium	pH	Organic matter (%)	Digestion (%)
soil in rice field	0	11-20 (mg/kg)	1-3 (mg/kg)	40-80 (mg/kg)	6.5	1.6-3.49	94.12
chemical fertilizer	0	1-10 (mg/kg)	7-9 (mg/kg)	80-120 (mg/kg)	4.5	0-0.59	0
purple non-sulphur bacterial seed	0.57-2.85 (mg/l)	0	1.14 (mg/l)	11.42 (mg/l)	7	0-0.59	82.86
termite comb bacterial seed	0.57-2.85 (mg/l)	0	1.14 (mg/l)	11.42 (mg/l)	3.5	0-0.59	0
MJE1C compost	6-15 (mg/kg)	1-0 (mg/kg)	7-9 (mg/kg)	0-40 (mg/kg)	7	1.6-3.49	94.06

จาก Table 3 พบว่าดินของแปลงทดลองมีปริมาณสารอาหารจำพวกแอมโมเนียค่อนข้างต่ำ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และ เปรอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ อยู่ระดับปานกลาง ส่วนไนเตรทและเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายอยู่ในระดับสูง หากความลึกดินที่รากข้าวขนงไชไปถึงคือ 30 ซม. และดินมีความหนาแน่นประมาณ 1.5 ก./ลบ.ซม.¹⁰ จะคำนวณได้ว่าดินในแปลงทดลองที่พืชนำสารอาหารไปใช้ได้มี ไนโตรเจน 0.1 กก.ไนโตรเจน/ไร่ ฟอสฟอรัส 0.014 กก.ฟอสฟอรัส/ไร่ และโพแทสเซียม 0.43 กก.โพแทสเซียม/ไร่ ดังนั้นแปลงทดลองจึง

จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยเพื่อให้มีสารอาหารจำพวกไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เพียงพอต่อความต้องการของต้นข้าว ที่ต้องการไนโตรเจน 12 กก.ไนโตรเจน/ไร่ ฟอสฟอรัส 3 กก.ฟอสฟอรัส/ไร่ และโพแทสเซียม 6 กก.โพแทสเซียม/ไร่¹¹ จากตารางพบว่า ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงกว่าปุ๋ยชนิดอื่น นอกจากนี้ยังพบอีกว่า ปุ๋ยเคมีมีปริมาณโพแทสเซียมสูงที่สุด ส่วนปุ๋ยอินทรีย์วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 นั้นมีปริมาณแอมโมเนียสูงสุดในจำนวนปุ๋ยทั้งหมดที่ใช้ในการทดลองจึงสันนิษฐานได้ว่าแปลงทดลองที่ใส่

ปุ๋ย 2 ชนิดนี้มีโอกาสให้ผลผลิตสูงกว่าแปลงทดลองอื่น

1.2 ต้นทุนและผลผลิตข้าวจากแปลงนาทดลองจาก Table 4 พบว่า แปลงทดลอง R5 ที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 และ R2 ที่ใส่ปุ๋ยเคมีให้ผลผลิตใกล้เคียงกันและสูงกว่าแปลงทดลองอื่นโดยสังเกตจากน้ำหนักผลผลิตรวม และน้ำหนักเมล็ดข้าว 100 เมล็ดที่สุ่มตรวจวัดจากแปลงทดลอง ปัจจัยสำคัญที่ทำให้ทั้งสองแปลงมีผลผลิตเช่นนี้คาดว่ามาจากปุ๋ยทั้ง 2 ชนิดมีปริมาณสารอาหารฟอสฟอรัสใกล้เคียงกันและมากกว่าปริมาณที่มีอยู่ในดินและปุ๋ยชนิดอื่นตามที่สันนิษฐานไว้ในข้อ 1.1 ทั้งนี้พบว่า R2 มีแนวโน้มให้ผลผลิตข้าวมากกว่า R5 เล็กน้อยแต่ในด้านงบประมาณแล้ว R2 มีค่า

ใช้จ่ายทั้งค่าปุ๋ยเคมีและค่าเมล็ดพันธุ์พืช ในขณะที่ R5 มีเพียงค่าใช้จ่ายในด้านเมล็ดพันธุ์พืช เพราะวัตถุดิบในการทำปุ๋ยเช่น ฟาง และ มูลวัว มีอยู่แล้วในที่นาของผู้วิจัย และไม่เสียค่าแรงงานเนื่องจากผู้วิจัยลงมือหมักปุ๋ยและทำนาเอง จากผลดังกล่าวหากสามารถพัฒนาปุ๋ยอินทรีย์วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 ให้ระยะเวลาหมักน้อยลงและให้ผลผลิตมากกว่าปุ๋ยเคมี เกษตรกรอาจเปลี่ยนมาใช้ปุ๋ยหมักแทนปุ๋ยเคมีเพราะต้นทุนในการผลิตต่ำ อีกทั้งปุ๋ยอินทรีย์วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1⁷ ยังมีข้อดีคือสามารถเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินช่วยปรับสภาพความเป็น กรด-ด่าง¹² ได้อีกด้วย

Table 4 Rice production and cost in SRI rice farming experiment

Experiment	Type of fertilizer	Rice plant length (cm.)	Kernels per 1 ear (kernel)	Total rice production (10 ⁻² kg.)	Weight of 100 kernels (10 ⁻² g.)	Cost (baht/Rai)
R1	No fertilizer	122-128	102-105	98	250.2	69.33
R2	chemical fertilizer	136-142	120-124	112	270.1	959.33
R3	Purple non-sulphur bacterial seed	130-136	107-113	109	258.8	69.33
R4	Termite comb bacterial seed	130-135	105-110	105	257.4	69.33
R5	MJE1C compost	135-142	118-121	111	262.6	69.33

Table 5 Production from rice farming experiment^{13,5}

Researches	Type of fertilizer	Rice farming methods	Age of seedlings (days)	Distance of transplanted seedlings (cm)	Rice gene	Rice production (kg/Rai)	Location (province)
Framthai ¹³ 2547	green manure	SRI	8	40	KDML 105	720	Surin
Framthai ¹³ 2547	green manure	SRI	8	40	KDML 105	640	Surin
Rice Department ⁵	organic fertilizer	SRI	12	25	KDML 105	850	Cha Choeng Sao
Rice Department ⁵	organic fertilizer	SRI	12	25	Pathum-thani 1	952	Cha Choeng Sao
This research	MJE1C compost (R5)	SRI	10	20	Pathum-thani 1	592	Maharakham
Kum wanna Pake ⁸	chemical fertilizer	conventional	-	-	RD6	491	Maharakham

เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตที่ได้จากงานวิจัยนี้กับงานวิจัยอื่นใน (Table 5) พบว่าการทำนาแบบ SRI ให้ผลผลิตข้าวอยู่ในช่วง 592-952 กก./ไร่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ชนิดปุ๋ย พันธุ์ข้าว ระยะห่างระหว่างต้นกล้า และพื้นที่ในการเพาะปลูก อย่างไรก็ตามกรณีที่ใช้พื้นที่เพาะปลูกเดียวกัน การทำนาแบบ SRI มีโอกาสให้ผลผลิตข้าวมากกว่าทำนาแบบทั่วไป กรณีของผู้วิจัยได้ไปสัมภาษณ์⁸ นายชา วรณปะเข ขาวนาที่ทำนาแบบทั่วไปในพื้นที่ใกล้เคียงกับแปลงทดลอง พบว่าการทำนาแบบ SRI ของงานวิจัยนี้ให้ผลผลิตมากกว่า

การทำนาแบบทั่วไปในพื้นที่เดียวกันถึง 21 %⁸ 2. การทดลองประยุกต์ใช้วัตถุดิบและหัวเชื้อต่างๆหมักปุ๋ยตามแบบปุ๋ยอินทรีย์วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 จากผลการวิจัยในข้อ 1 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 สามารถให้ผลผลิตข้าวได้ใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมี คณะผู้วิจัยจึงทดลองนำวิธีหมักปุ๋ยของธีระพงษ์ สว่างปัญญากรและคณะ⁷ ทั้งแบบใช้ฟางข้าวและแบบใช้เศษอาหารเป็นวัตถุดิบมาประยุกต์ใช้กับวัตถุดิบและหัวเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ ซึ่งมีคุณสมบัติดังแสดงใน (Table 6) พบว่าผลการทดลองเป็นดังแสดงใน (Table 7)

Table 6 Quality of raw material used in the composting experiment

Raw material	Ammono-nia	Nitrate	Phosphorus	Potassium	pH	Organic matter (%)	Digestion (%)
ground water	0	0.57-5.7 (mg/l)	0.57-1.71 (mg/l)	0-22.84 (mg/l)	7	0-0.59	-
fish pond water	0.57-2.85 (mg/l)	0	0.57-1.71 (mg/l)	0-22.84 (mg/l)	8	1.6-3.49	-
purple non-sulphur bacterial seed	0.57-2.85 (mg/l)	0	0.57-1.71 (mg/l)	0-22.84 (mg/l)	7	0-0.59	82.86
termite comb bacterial seed	0.57-2.85 (mg/l)	0	0.57-1.71 (mg/l)	0-22.84 (mg/l)	3.5	0-0.59	0
cow dung	1-5 (mg/kg)	0	1-3 (mg/kg)	0-40 (mg/kg)	6.5	1.6-3.49	78.60
rice straw	1-5 (mg/kg)	0	10-12 (mg/kg)	80-120 (mg/kg)	8	0-0.59	59.96

Table 7 Quality of compost derived from the researches

experiments	Nitrogen		Phosphorus	Potassium	pH	Organic matter (%)	Digestion (%)
	Ammono-nia	Nitrate	P ₂ O ₅	K ₂ O			
B1	6-15 (mg/kg)	1-10 (mg/kg)	7-9 (mg/kg)	0-40 (mg/kg)	7	1.6-3.49	94.06
B2	1-5 (mg/kg)	0	10-12 (mg/kg)	40-80 (mg/kg)	6.5	1.6-3.49	79.16
B3	1-5 (mg/kg)	0	10-12 (mg/kg)	0-40 (mg/kg)	6	1.6-3.49	79.43
B4	1-5 (mg/kg)	0	1-3 (mg/kg)	0-40 (mg/kg)	6	0-0.59	28.39
B5	1-5 (mg/kg)	0	7-9 (mg/kg)	0-40 (mg/kg)	5	0-0.59	46.56
Ref.1	2.3 % by weight		2.1 % by weight	2.3 % by weight	8.04	52 %	-
Ref.2	21.03 g./kg.		46.65 (mg/kg)	33.67 (mg/kg)	9	52.73 %	-
Ref.3	1.02 % by weight		46.65 mg/kg	1.83 % by weight	7.46	52.68 %	-
Std.	1 % by weight		0.5 % by weight	0.5 % by weight	5.5-8.5	Not less than 30 %	-

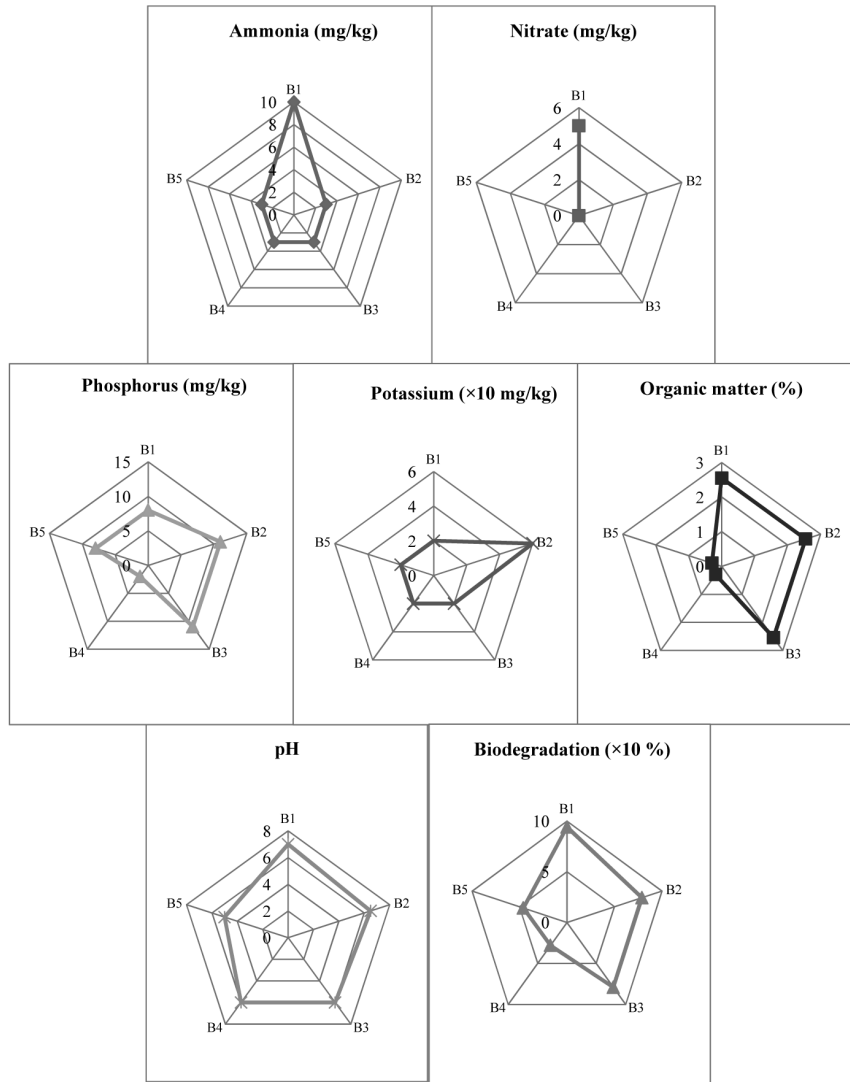


Figure 1 Quality of compost derived from this research

จาก (Table 7) และ (Figure 1) พบว่าชุดหมักปุ๋ยที่ใช้วัตถุดิบตามวิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 คือ B1 และ B2 มีสารอาหารสูงกว่าชุดหมักอื่น โดย B1 ซึ่งใช้วัตถุดิบหลักเป็นฟางข้าว มูลวัว และน้ำบ่อเลี้ยงปลา มีปริมาณไนโตรเจน อินทรีย์วัตถุ และเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายสูง ส่วน B2 ซึ่งใช้วัตถุดิบหลักคล้ายคลึงกับ B1 เพียงแต่ใช้น้ำบาดาลแทนน้ำจากบ่อเลี้ยงปลา มีปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และอินทรีย์วัตถุสูงเมื่อเทียบกับชุดหมักชนิดอื่นๆ ผลนี้ชี้ให้เห็นว่าการเปลี่ยนชนิดน้ำรดกองปุ๋ย สามารถเพิ่มและลดธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในปุ๋ยหมักตามแบบวิศวกรรมแม่โจ้ 1 ได้ สำหรับ B3 ซึ่งใช้วัตถุดิบเป็นหัวเชื้อจุลินทรีย์จาวปลวกกับฟางข้าว นั้นพบว่าปริมาณฟอสฟอรัส และอินทรีย์วัตถุสูง สามารถใช้เพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสและอินทรีย์วัตถุในดินได้ ส่วน B4 และ B5 นั้นพบว่ามีธาตุอาหารต่ำกว่าชุดหมักอื่น ซึ่งชี้ให้เห็นว่าจุลินทรีย์ในน้ำชะขยะและตะกอนน้ำเสียที่ใช้ในงานวิจัยนี้ยังไม่เหมาะ

สนนำมาทำเป็นหัวเชื้อในหมักปุ๋ย ผลจากดังกล่าวชี้ให้เห็นความเป็นไปได้ในการใช้ปุ๋ยหมักจากฟางข้าวและมูลวัว (B1, B2) หรือจุลินทรีย์จาวปลวก(B3) ในการทำนาทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณสารอาหารที่มีอยู่เดิมในดินว่าขาดสารอาหารชนิดใดมาก เมื่อเทียบคุณภาพของปุ๋ยหมักที่ได้ในงานวิจัยนี้กับปุ๋ยในงานวิจัยอื่นพบว่าคุณภาพปุ๋ยในงานวิจัยนี้ยังไม่เป็นที่น่าพอใจ เฉลิมชัยและคณะ¹⁴ และสุตาพรและคณะ¹⁵ ได้นำหัวเชื้อจุลินทรีย์ Trichodema sp. ไอโซเลท UPY 1914 และโคโตซาน¹⁵ ตามลำดับ มาเป็นหัวเชื้อในการหมักปุ๋ยทำให้ปุ๋ยหมักมีคุณภาพดี ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน นอกจากนี้ ในงานวิจัยของธีรพงษ์ สว่างปัญญากร⁷ พบว่าการหมักปุ๋ยตามแบบปุ๋ยอินทรีย์วิศวกรรมแม่โจ้ ทำให้ได้ปุ๋ยหมักผ่านเกณฑ์มาตรฐานเกือบทุกค่า (ยกเว้นค่าไนโตรเจน) ในขณะที่งานวิจัยนี้หมักปุ๋ยตามแบบปุ๋ยอินทรีย์วิศวกรรมแม่โจ้ 1 (B2) แต่กลับได้คุณภาพปุ๋ยหมักต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อ

ตรวจสอบวิธีการหมักพบว่าปริมาณวัตถุดิบไม่เป็นไปตามวิธีดั้งเดิมที่ธีรพงษ์ได้ระบุไว้ กล่าวคือสัดส่วนของฟางข้าวต่อมูลวัวต้องเท่ากับ 4 : 1 โดยปริมาตรแต่คณะผู้วิจัยใช้อัตราส่วน 4 : 1 โดยน้ำหนัก คาดว่าด้วยเหตุนี้จึงทำให้ปริมาณฟางข้าวต่อปริมาณมูลวัวสูงกว่าวิธีดั้งเดิมทำให้ปุ๋ยมีปริมาณไนโตรเจนน้อยกว่าของธีรพงษ์และคณะ⁷

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองทำนาแบบ SRI ภายใต้การให้ปุ๋ยต่างชนิดพบว่าผลผลิตข้าวจากนาที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 มีปริมาณใกล้เคียงกับแปลงที่ใช้ปุ๋ยเคมี และมีปริมาณมากกว่าแปลงนาในพื้นที่ข้างเคียงที่ทำนาแบบทั่วไป อีกทั้งค่าใช้จ่ายในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์นั้นไม่มี จึงกล่าวได้ว่าสามารถใช้ปุ๋ยอินทรีย์วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 ทดแทนปุ๋ยเคมีที่ใช้กันในปัจจุบันได้ การพัฒนาวิธีหมักปุ๋ยให้ได้ผลผลิตรวดเร็วและมีคุณภาพดียิ่งๆ ขึ้นไปจึงเป็นความหวังของนักวิจัย งานวิจัยนี้พบว่าการเปลี่ยนชนิดน้ำรดกองปุ๋ยสามารถเพิ่มหรือลดปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในปุ๋ยหมัก และการใช้จุลินทรีย์จากปลวกเป็นหัวเชื้อแทนมูลวัวในปุ๋ยอินทรีย์วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 สามารถทำให้ได้ปุ๋ยหมักที่มีปริมาณฟอสฟอรัสสูง แต่ยังไม่สามารถพัฒนาวิธีหมักปุ๋ยให้มีคุณภาพสูงกว่าปุ๋ยอินทรีย์วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 ได้

เอกสารอ้างอิง

- ภัทรา เฟงธรรมกิริติ. การศึกษาติดตามการกระจายในแนวที่การกระจายเรื่องโลกร้อนที่เกี่ยวข้องกับภาคเกษตรและนัยสำคัญต่อประเทศไทย. 15 สิงหาคม 2552.
- พิสิษฐ์ ศรีกัลยานิวาท. การทำนาแบบไม่เผาตอซัง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.reo3.go.th/newversion/images/stories/article54/3009.pdf> (วันที่ค้นข้อมูล 20 กรกฎาคม 2558).
- มูลนิธิอาสาเพื่อนพึ่ง(ภาฯ), 2557. การทำนาแบบประณีตเพื่อนพึ่ง(ภาฯ). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://busdec.kku.ac.th/index.php/2014-08-13-08-52-18>. (วันที่ค้นข้อมูล 18 กรกฎาคม 2558).
- อองรี เดอโลลลानी, 2538. การปลูกข้าวแบบประณีต (System of Rice Intensification). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://k2499.blogspot.com/2013_08_05_archive.html. (วันที่ค้นข้อมูล 18 กรกฎาคม 2558).
- กรมการข้าว, 2556. การปลูกข้าวแบบประณีต (System of Rice Intensification) ให้ผลผลิตสูง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://srn-rrc.ricethailand.go.th/srrc/news/SRI0508.html>. (วันที่ค้นข้อมูล 20 กรกฎาคม 2558).
- รุจน์ สุวรรณเสรีเกษม. วิดีโอบรรยายจุลินทรีย์สังเคราะห์แสง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.youtube.com/watch?v=6u0wxJ9yOLU>. (วันที่ค้นข้อมูล 23 กรกฎาคม 2558).
- ธีรพงษ์ สว่างปัญญางกูรและคณะ, 2556. การผลิตปุ๋ยอินทรีย์วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.e-manage.mju.ac.th/organic.aspx?id=151>. (วันที่ค้นข้อมูล 18 กรกฎาคม 2558).
- ข้า วรณปะเช, สอบถามข้อมูลจาก บ้านโนนกลาง ตำบลหนองม่วง อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม 44130. (เมื่อวันที่ 17 มิถุนายน 2558)
- กรมพัฒนาที่ดิน. การปรับปรุงบำรุงดินโดยเพิ่มอินทรีย์วัตถุหรือการปรับใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่เหมาะสม. 17 มีนาคม 2553. (วันที่ค้นข้อมูล 20 กรกฎาคม 2558).
- มัจฉา แก้วพิลา. ผลของฟางข้าวต่อสภาพดินชั้นในดินนาและปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน. เข้าถึงได้จาก: <ftp://202.28.92.38/Conference15/Submission/Patcharee%20Saenjan%20to%20%2015th%20%20Agricultural%20Conference%202014.docx>. (วันที่ค้นข้อมูล 18 กรกฎาคม 2558).
- ยงยุทธ โอสธสภและคณะ, ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. กรุงเทพฯ :สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2554
- กรมพัฒนาที่ดิน, 2554. การปรับโครงสร้างทางกายภาพร่วมกับการใช้วัสดุปรับปรุงดินและผลิตภัณฑ์ทางชีวภาพ (พด.9 และ พด.11) ในพื้นที่ดินเปรี้ยวจัดเพื่อปลูกพืชผักอินทรีย์. เข้าถึงได้จาก : http://pld101.idd.go.th/The%20complete%20research%20report/report_2554/pdf (วันที่ค้นข้อมูล 20 กรกฎาคม 2558).
- Framthai, 2547. การปลูกข้าวต้นเดียว (SRI) แบบอินทรีย์. เข้าถึงได้จาก: <http://farmthai.blogspot.com/2012/01/sri.html>. (วันที่ค้นข้อมูล 18 กรกฎาคม 2558).
- เฉลิมชัย แพะคำและคณะ. การศึกษาปริมาณธาตุอาหารพืชจากปุ๋ยหมักผักตบชวาที่ย่อยสลายโดยเชื้อรา *Trichoderma sp.* Isolate UPPY 19. มหาวิทยาลัยพะเยา, 2557
- สุดาพร ตั้งควนิชและคณะ. การวิจัยและพัฒนาคุณภาพปุ๋ยอินทรีย์สำหรับการเกษตรกรรมแบบ, 2553
- กรมพัฒนาที่ดิน. คุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์. เข้าถึงได้จาก : http://www.idd.go.th/idd/Fertilizer/Organic_Fertilizer.pdf. (วันที่ค้นข้อมูล 18 กรกฎาคม 2558)

ปริมาณสเตอรอลและสแตนอลในเมล็ดงา (*Sesamun indicum* L.) ที่ปลูกในประเทศไทย Sterols and Stanols Content in Sesame seed (*Sesamun indicum* L.) Cultivated in Thailand

ชัยสิทธิ์ สิทธิเวช¹

Chaiyasit Sittiwet¹

Received: 28 August 2015; Accepted: 30 October 2015

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์สเตอรอลและสแตนอลในเมล็ดงาที่เพาะปลูกในประเทศไทยทั้งหมด 13 สายพันธุ์โดยวิธี GC-MS พบว่างาดำพันธุ์ นครสวรรค์มีคอเลสเตอรอล ลาโนสเตอรอลและบีตาซิโทสเตอรอล มากที่สุดในปริมาณ 6304.0±75.6, 300.0±3.2 และ 10,072.0±99.7 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักงา 1 กรัมตามลำดับ งาดำพันธุ์ชัยบาดาลมีสติกมาสเตอรอลและอเวนาสเตอรอลอยู่สูงที่สุด 490.0±19.8 และ 2200.0±136.4 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักงา 1 กรัมตามลำดับและงาดำแดงพันธุ์อุบลราชธานี 1 มี แคมเพสเตอรอล และแคมเพสตันอลเป็นองค์ประกอบมากที่สุด 3744.5±81.9 และ 490.0±19.8 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักงา 1 กรัมตามลำดับ ในขณะที่ขาวพันธุ์มหาสารคาม 60 มีไซโมสเตอรอลและซีโทสตันอลสูงที่สุด 89.6±0.1 และ 249.0±0.5 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักงา 1 กรัมตามลำดับ จึงสามารถสรุปได้ว่าการลดระดับไขมันในเลือดของสารสกัดจากงาไม่ได้เกิดจากสารกลุ่มลิแกนเพียงอย่างเดียว อาจเกิดจากผลรวมของสเตอรอลและสแตนอลที่มีอยู่ในเมล็ดงาอีกด้วย

คำสำคัญ: สเตอรอลจากพืช สแตนอล คอเลสเตอรอล งา เมล็ดงา

Abstract

This study reports the composition of 13 cultivars sesame seed that cultivated in Thailand using gas liquid chromatography equipped with mass spectrometer (GC-MS). The cholesterol, lanosterol and β -sitosterol were found to be highest in black sesame cultivar Nakornsawan with content of 6304.0±75.6, 300.0±3.2 and 10,072.0±99.7 mg/gram of sample, respectively. The content of stigmasterol and avenasterol were found to be highest in black sesame cultivar Chaibadan with content of 490.0±19.8 and 2200.0±136.4 mg/gram of sample, respectively. Moreover, black-red sesame cultivar Ubonrachatani 1 showed the highest campesterol and campestanol with content of 3744.5±81.9 and 490.0±19.8 mg/g sample, respectively. Beside the highest content of zymostanol and sitostanol was found in white sesame with content of 89.6±0.1 and 249.0±0.5 mg/g of sample. From all of these evidences support that the hypolipidemia effect of sesame is from not only the lignan compound but also sterol and stanol.

Keywords: phytosterols, stanol, cholesterol, sesame, sesame seed

บทนำ

งา (*Sesamun indicum*) เป็นพืชล้มลุกที่มีขนาดความสูงของ ลำต้นตั้งแต่ 0.5- 2 เมตร ดอกมีสีขาวหรือสีชมพู เมล็ดงาถูก นำมาใช้ประกอบอาหารในประเทศแถบทวีปตะวันออกกลาง และเอเชีย นอกจากนั้น ยังได้มีการพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ จากเมล็ดงาหลายชนิด เช่น สบู่ น้ำมันหล่อลื่นและเครื่องสำอาง เมล็ดงามีน้ำมันเป็นองค์ประกอบร้อยละ 44-60 และยังมี

มีคุณค่าทางโภชนาการสูงทำให้การเพาะปลูกงามีบทบาททาง เศรษฐกิจเพิ่มขึ้นทุกปีเนื่องจากเป็นพืชที่มีระยะเวลาการเก็บเกี่ยวสั้นประมาณ 70 – 180 วันและทนแล้งได้ดี ในแต่ละปีการส่งออกงา (ผลิตภัณฑ์จากเมล็ดงา)ของประเทศไทยมีมูลค่า ประมาณ 400 ล้านบาทและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี เนื่องจาก เมล็ดงาในตลาดโลกมีไม่เพียงพอต่อความต้องการของประเทศ ที่นำเข้าเมล็ดงาซึ่งมีมากถึง 45 ประเทศหลัก

¹ อาจารย์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ต.ตลาด อ.เมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

¹ Lecturer Faculty of Medicine, Mahasarakham University, T.Talad, A. Kantharawichai, Mahasarakham

เมล็ดงาที่ปลูกในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 3 ชนิดตามสีของเปลือกเมล็ดได้แก่

- งาขาว คือ งาที่มีเมล็ดสีขาวหรือเหลืองนวล งาขาวที่ปลูกในประเทศไทยมีหลายสายพันธุ์ได้แก่ พันธุ์เมืองเลย พันธุ์เชียงใหม่ พันธุ์ชัยบาดาลหรือพันธุ์สมอทอด พันธุ์ร้อยเอ็ด 1 พันธุ์มข.1 และพันธุ์มหาสารคาม 60

- งาดำ คือ งาที่มีเมล็ดสีดำหรือเทาเข้ม งาดำที่ปลูกในประเทศไทยมีหลายสายพันธุ์ได้แก่ งาดำบุรีรัมย์ งาดำนครสวรรค์ งาดำมก. 18 และงาดำมข. 2

- งาดำ-แดง หรือ งาเกษตร คือ งาที่มีเมล็ดสีน้ำตาลแดงล้วน ได้แก่ งาแดงพันธุ์มข.3 และพันธุ์อุบลราชธานี 1 และงาที่มีเมล็ดสีน้ำตาลแดงและสีดำปนกัน ได้แก่ งาสายพันธุ์พื้นเมืองพิษณุโลกและสุโขทัย

จากผลการวิจัยพบว่าการบริโภคงาต่อเนื่องกันเป็นเวลา 6 สัปดาห์สามารถลดระดับไตรกลีเซอไรด์และคอเลสเตอรอลในเลือดของสัตว์ทดลอง^{2,3,4,5,6} และมนุษย์ที่เป็นโรคคอเลสเตอรอลในเลือดสูงผิดปกติ (Hypercholesterolemia) แบบ IIa และ IIb⁷ โดยสารที่ออกฤทธิ์ในการลดระดับไตรกลีเซอไรด์และคอเลสเตอรอลในเลือดนั้นได้มีรายงานเกี่ยวกับสาร เซซามิน (sesamin) ซึ่งเป็นสารกลุ่มลิกแนน (lignan) โดยมีรายงานว่าสารเซซามินจะออกฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของโปรตีน sterol regulatory element binding protein 1⁸ ซึ่งมีผลลดการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลที่เซลล์ตับ และยังพบว่าสารเซซามินสามารถกระตุ้นการทำงานของโปรตีน Adenosine binding cassette G 5/8 (ABCG 5/8) ซึ่งเป็นโปรตีนที่ยับยั้งการดูดซึมคอเลสเตอรอลจากลำไส้เล็กเข้าสู่กระแสเลือดได้อีกด้วย ซึ่งยังไม่มีการยืนยันว่าการกระตุ้นการทำงานของโปรตีนดังกล่าวเกิดจากสารเซซามิน นอกจากนี้ยังพบว่าสารเซซามินยังเพิ่มการขับคอเลสเตอรอลออกจากเซลล์เม็ดเลือดขาวแมโครฟาจซึ่งเป็นการลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดแดงแข็งอีกด้วย⁹

โปรตีนกลุ่ม ABCG 5/8 จะถูกกระตุ้นโดยสารกลุ่มสเตียรอลและสแตนอล โดยจะขับสเตียรอลและสแตนอล ออกนอกเซลล์ลำไส้เล็กไปพร้อมกับคอเลสเตอรอล ส่งผลให้การดูดซึมคอเลสเตอรอลลดลง พบว่าการบริโภคสารกลุ่ม สเตียรอลและสแตนอลปริมาณ 1.3-5 กรัมต่อวัน^{10,11} ส่งผลลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดจากการยับยั้งการดูดซึม

คอเลสเตอรอลที่ลำไส้เล็กสู่กระแสเลือด จากการวิจัยพบว่าการลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดผ่าน ABCG 5/8 นั้นอาจไม่ได้เกิดจากสารเซซามินในเมล็ดงาเพียงอย่างเดียว โครงสร้างของสเตียรอลและสแตนอลเปรียบเทียบกับคอเลสเตอรอลแสดงใน (Figure 1.) เนื่องจากในเมล็ดงาอาจมีสารที่กระตุ้นการทำงานของโปรตีนดังกล่าวโดยตรงคือ สารกลุ่มสเตียรอล

และสแตนอล การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจหาปริมาณสเตียรอลและสแตนอลในเมล็ดงาที่ปลูกในประเทศไทยทั้ง 13 สายพันธุ์ เพื่อเปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของงาชนิดต่างๆ และใช้เป็นข้อมูลทางโภชนาการอาหารไทยได้

วิธีการศึกษา

1. การเตรียมตัวอย่างงา

ตัวอย่างงาที่นำมาทำการทดลองหาปริมาณสเตียรอลและสแตนอลได้รับความอนุเคราะห์จากกรมส่งเสริมการเกษตร กรุงเทพมหานคร โดยมีงาขาว 7 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เมืองเลย พันธุ์เชียงใหม่ พันธุ์ชัยบาดาลหรือพันธุ์สมอทอด พันธุ์ร้อยเอ็ด 1 พันธุ์มข.1 และพันธุ์มหาสารคาม 60 งาดำ 4 พันธุ์ งาดำบุรีรัมย์ งาดำนครสวรรค์ งาดำมก. 18 และงาดำมข. 2 และงาเกษตร 2 พันธุ์ได้แก่ งาแดงพันธุ์มข.3 และพันธุ์อุบลราชธานี 1 เมล็ดงาทั้งหมดเก็บเกี่ยวในปี พ.ศ.2556

เมล็ดงาจะถูกนำมาแยกเศษฝุ่นและสิ่งสกปรกในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ (Petri disc) นำเข้าตู้อบเพื่อขจัดความชื้นที่อุณหภูมิ 40 องศาเป็นเวลา 20 ชั่วโมงและเก็บไว้ในตู้ดูดความชื้น (desiccators) จนกว่าจะทำการบดและวิเคราะห์ปริมาณสเตียรอลในขั้นตอนต่อไป

การวิเคราะห์ปริมาณสเตอรอลอิสระ สารประกอบเอสเทอร์ของสเตอรอล (esterified sterols) และสเตอรอลทั้งหมดในเมล็ดงา

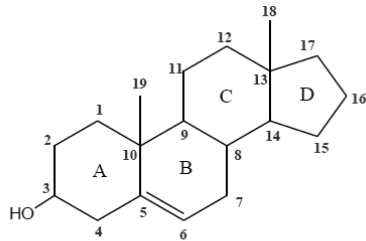
เมล็ดงาจะถูกบดด้วยเครื่องบดจากนั้นนำมาชั่งให้ได้น้ำหนักประมาณ 1 กรัมแล้วผสม 5 แอลฟาคลอเลสเทน (5 α -cholestane) อัตราส่วนร้อยละ 13.6 มิลลิกรัม จากนั้นสกัดด้วยสารละลายผสมระหว่างคลอโรฟอร์มและเมทานอล (2:1) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เขย่าโดยใช้เครื่องเขย่าด้วยความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาทีอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 5% ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เพื่อให้สารละลายแยกชั้นแล้วแยกส่วนคลอโรฟอร์มที่อยู่ชั้นล่างออกมาเป่าด้วยแก๊สไนโตรเจนให้แห้ง สกัดด้วยชั้นตอนเดิมซ้ำอีก 2 รอบ แล้วระเหยคลอโรฟอร์มจนแห้ง

เติมอีเทอร์ 6 มิลลิลิตร เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ (0.5 M NaOH) ในเอทานอลแล้วนำไปปั่นที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 50 นาที ทิ้งให้สารละลายเย็นแล้วจึงสกัดด้วยเฮกเซน (hexane) แบ่งสารละลายเฮกเซนใส่ลงในหลอดโครมาโทกราฟีจากนั้นเติมไตรเมทิลคลอโรซิลเลน (trimethylchlorosilane) เพื่อทำปฏิกิริยาซิลิเลชัน (silylation) เป็นเวลา 30 นาที เป่าให้แห้งด้วยแก๊สไนโตรเจนแล้วเติมเฮปเทน (heptanes) ลงในหลอดตัวอย่าง จากนั้นนำหลอดตัวอย่างไปวิเคราะห์หาสเตอรอลทั้งหมดใน

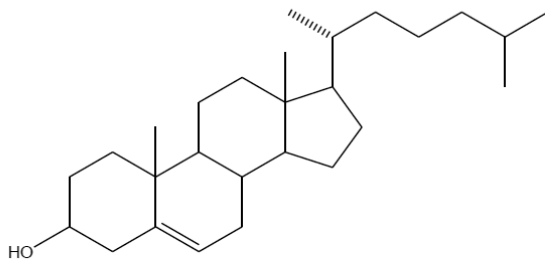
เมล็ดงาดำด้วยเครื่องแก๊สลิควิดโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรสโคปี (Agilent technology; 5975GCMSD)

สารสกัดทั้งหมดจะถูกวิเคราะห์การแตกตัวของโมเลกุลด้วย GC-MS จากนั้นจะหาหน้าหนักของชิ้นส่วนโมเลกุลที่เหมาะสมในการวิเคราะห์โดยเปรียบเทียบกับการแตกตัวของ

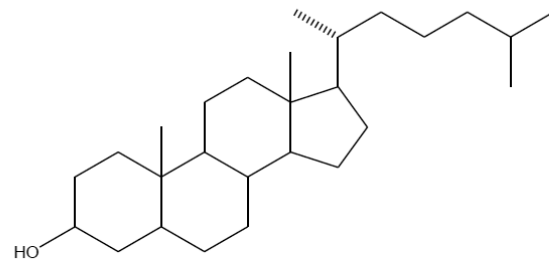
สเตอรอลในพืชมาตรฐาน (Sigma aldrich, UK) และวิเคราะห์ปริมาณสเตอรอลในพืชโดยเปรียบเทียบพื้นที่ใต้กราฟกับทั้งสเตอรอลในพืชมาตรฐานเป็นอัตราส่วนกับ 5α -cholestane หน้าหนักชิ้นส่วนโมเลกุลของสเตอรอลในพืชแต่ละชนิดที่ใช้ในการวิเคราะห์แสดงใน (Table 1)



Sterol back bone structure

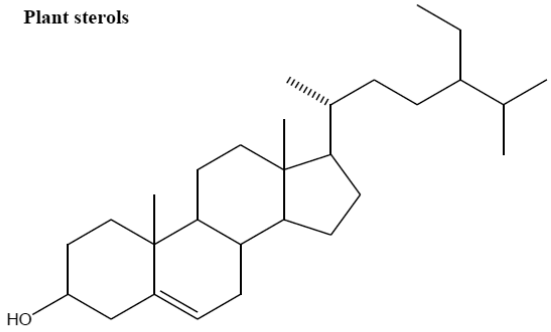


Cholesterol



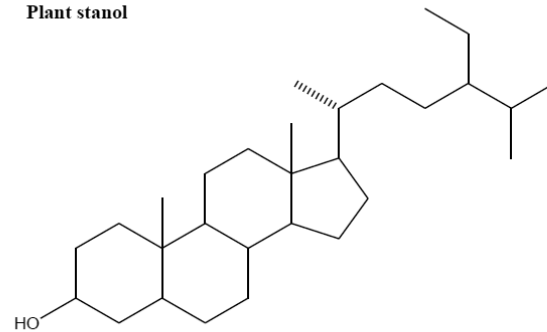
Cholestanol

Plant sterols

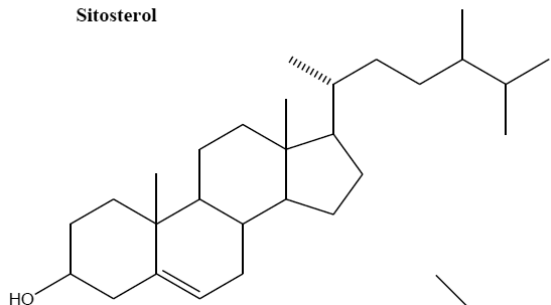


Sitosterol

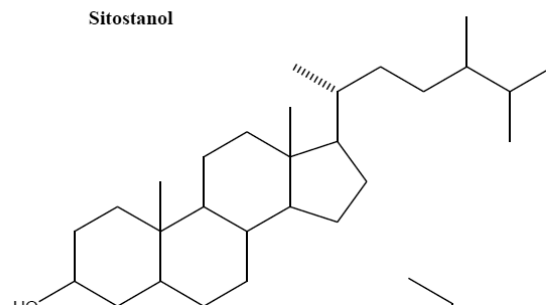
Plant stanol



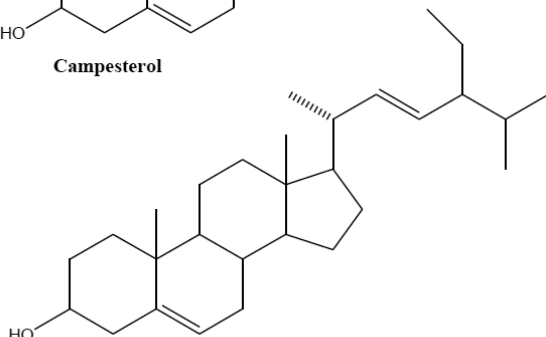
Sitostanol



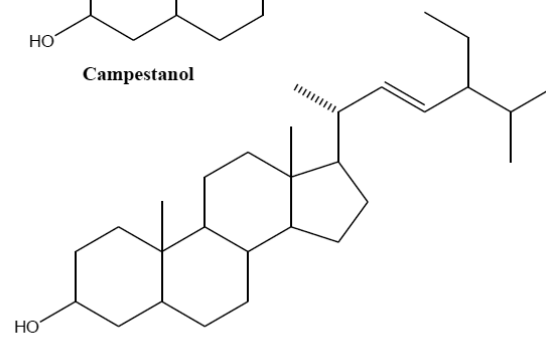
Campesterol



Campestanol



Stigmasterol



Stigmastanol

Figure 1 Structure of plant sterols, Stanols and Cholesterol¹⁸

Table 1 Mass fragment of sterols and 5 α -cholestane which were used to determined sterols content in sesames using gass-liquid chromatography.

Compounds	Mass charge ratio (m/z) (mass charge ratio, m/z)
5 α -cholestane	372
Cholesterol	458
β -Sitosterol	486
Avenasterol	503
Campesterol	472
Stigmasterol	441

การวิเคราะห์สถิติ (statistical analysis)

ค่าปริมาณสเตอรอลในเมล็ดงาจะแสดงในรูปของค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน การเปรียบเทียบข้อมูลทางสถิติเชิงพรรณนาจะใช้โปรแกรม Excel version 6 และ Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) version 13 ส่วนการเปรียบเทียบปริมาณสเตอรอลระหว่างพันธุ์งาแต่ละชนิดจะใช้ One-way ANOVA

จากการวิเคราะห์สเตอรอลและสแตนอลในเมล็ดงาทั้งหมด 13 สายพันธุ์ ไม่พบ Brassicasterol ทั้งในงาขาว งาดำและงาดำ-แดงซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ได้รายงานปริมาณสเตอรอลในเมล็ดงาที่ปลูกในปี ค.ศ. 2000 – 2002 จากประเทศ ปากินาฟาโซ จีน อียิปต์ อินเดีย ญี่ปุ่น เม็กซิโก พม่า และประเทศไทย^{12,13,14} โดยพบว่าการให้ความร้อนกับเมล็ดงาจะทำให้องค์ประกอบของกรดไขมันเปลี่ยนแปลงไปแต่องค์ประกอบของสเตอรอลและสแตนอลยังคงไม่เปลี่ยนแปลง

แม้ว่าจะมีรายงานการวิเคราะห์ปริมาณสเตอรอลและสแตนอลในเมล็ดงาแล้วก็ตามแต่พบว่ายังไม่เคยมีผู้ทำการเปรียบเทียบปริมาณสเตอรอลและสแตนอลในเมล็ดงาขาว งาดำ และงาดำ-แดง มาก่อนและยังไม่เคยมีผู้รายงานอัตราส่วนของสเตอรอลและสแตนอลอิสระ สเตอรอลและสแตนอลเอสเทอร์มาก่อน

จากการศึกษานี้ไม่พบความแตกต่างของปริมาณสเตอรอลและสแตนอลในเมล็ดงาที่มีสีเมล็ดเหมือนกัน แต่พบว่า งาดำมีปริมาณคอเลสเตอรอลสูงกว่างาขาวและงาดำ-แดง ประมาณ 200 เท่า และมี Campesterol, Campestanol, Zymostanol และ สูงกว่างาดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) ดังแสดงในตารางที่ 2. ในขณะที่งาดำจะมีปริมาณ Stigmasterol, lanosterol, β -sitostanol และ avenasterol สูงกว่างาขาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนงาดำ-แดง จะมีปริมาณ Campesterol สูงที่สุดเมื่อเทียบกับงาขาวและงาดำ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 3

วิจารณ์และสรุปผล

จากผลการวิจัยพบว่า การรับประทานงาและผลิตภัณฑ์จากงามีผลลดระดับไขมันในเลือดทั้งในสัตว์ทดลองและในมนุษย์ โดยในหนูทดลอง^{2,3,4} และกระต่าย⁵ ที่ได้รับอาหารที่มีไขมันสูงที่ได้รับน้ำมันงาจะมีระดับคอเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (LDL-cholesterol) ลดลง และในหนูทดลองที่มีความบกพร่องของโปรตีนตัวรับของไลโปโปรตีนชนิดความหนาแน่นต่ำที่เยื่อหุ้มเซลล์พบว่าหนูทดลองที่ได้รับน้ำมันงา 170 กรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมมีระดับ ระดับคอเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนชนิดความหนาแน่นต่ำและไตรกลีเซอไรด์ในเลือดลดลง⁶ เมื่อเปรียบเทียบกับหนูทดลองที่ไม่ได้รับน้ำมันงา

การศึกษาฤทธิ์ลดระดับไขมันในเลือดของน้ำมันงาในมนุษย์ที่เป็นโรคคอเลสเตอรอลในเลือดสูงผิดปกติ (Hypercholesterolemia) แบบ IIa และ IIb พบว่าผู้ที่ได้รับน้ำมันงาต่อเนื่องกัน 8 สัปดาห์ พบว่าระดับคอเลสเตอรอลในเลือดและระดับคอเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนชนิดความหนาแน่นต่ำลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับผู้ที่ไม่ได้รับน้ำมันงา⁷ และในการทดลองการให้น้ำมันงาสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 พบว่าการได้รับน้ำมันงา 28 กรัมต่อวันต่อเนื่องกัน 6 สัปดาห์สามารถลดระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดลดลง (แต่ไม่พบว่าระดับคอเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนชนิดความหนาแน่นต่ำลดลง)¹⁵ นอกจากนี้การศึกษาผลของการรับประทานน้ำมันงา 25 กรัมต่อวันในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน (overweight) ทั้งเพศชายและเพศหญิงไม่พบการเปลี่ยนแปลงของระดับไขมันต่างๆ ในเลือดไม่ว่าจะเป็น ไตรกลีเซอไรด์ คอเลสเตอรอล และระดับคอเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนชนิดความหนาแน่นต่ำ¹⁶

แม้ว่าการลดระดับไขมันในเลือดของน้ำมันงาจะได้ผลในผู้ป่วยบางกลุ่มเท่านั้นแต่ก็มีผู้อธิบายของสารกลุ่มลิกแนน (lignan) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของเมล็ดงาได้แก่ เซซามิน (sesamin) และเซซาโมลิน (sesamol) มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ $\Delta 5$ -desaturase ส่งผลต่ออัตราการดูดซึมคอเลสเตอรอลในลำไส้เล็กและเพิ่มอัตราการขับคอเลสเตอรอลและน้ำดีออกจากเซลล์ลำไส้เล็ก รวมทั้งยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไฮดรอกซิลเมทิลกลูตาไรลโคเอนไซม์เอรีดักเทส (HMG-CoA reductase) ซึ่งเป็นเอนไซม์สำคัญในการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลที่เซลล์ตับอีกด้วย นอกจากนี้สารกลุ่มลิกแนนยังยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เอซิลโคเอนไซม์เอคอเลสเตอรอลเอซิลทรานส์เฟอเรส (acyl-CoA: Cholesterol acyltransferase; ACAT) และเพิ่มการทำงานของเอนไซม์ 7 α -ไฮดรอกซิลเลส (7 α -hydroxylase) ได้อีกด้วย⁷ และเพิ่มการขับคอเลสเตอรอลออกจากเซลล์เม็ดเลือดขาวแมโครฟาจ⁹ จึงสามารถสรุปเบื้องต้นได้ว่าเมล็ดงาและหรือผลิตภัณฑ์จากเมล็ดงานั้นส่งผลดีต่อการป้องกันการเกิดโรคหลอดเลือดแดงแข็ง (atherosclerosis) และโรคหลอดเลือดหัวใจ (cardiovascular disease)

Results

Table 2 Sterols and Stanols content in white sesames.

พื้นที่/สถานีทดลองและสถานที่	(mg/ g sample)										
	Cholesterol	Campesterol	Campestanol	Stigmasterol	Zymostanol	Lanosterol	β -Sitosterol	Sitostanol	Avenasterol		
เมืองเลย	Free	11.4 \pm 0.3	1591.5 \pm 15.3	140.4 \pm 3.5 ^a	103.3 \pm 9.8 ^a	61.1 \pm 1.5	56.9 \pm 1.2	4530.9 \pm 141.4 ^a	219.3 \pm 17.7 ^a	213.3 \pm 23.4 ^a	
	Esterified	2.8 \pm 0.1	155.8 \pm 23.4	16.6 \pm 7.1	13.0 \pm 2.0	20.3 \pm 4.4	15.6 \pm 2.4	473.9 \pm 12.2	26.7 \pm 9.8	30.3 \pm 2.6	
	Total	14.1 \pm 1.3 ^a	1747.3 \pm 56.5 ^a	157.2 \pm 3.5 ^a	116.2 \pm 8.8 ^a	81.3 \pm 8.5 ^a	72.5 \pm 4.1 ^a	5004.8 \pm 120.3 ^a	243.1 \pm 14.4 ^a	243.6 \pm 5.6 ^a	
เวียงใหม่	Free	11.6 \pm 0.7	1235.1 \pm 19.9	143.6 \pm 7.9 ^a	87.6 \pm 4.4 ^a	36.4 \pm 1.7	66.7 \pm 2.3	2632.1 \pm 172.1 ^a	225.0 \pm 0.9 ^a	188.6 \pm 2.1 ^a	
	Esterified	3.2 \pm 0.3	164.3 \pm 1.7	17.3 \pm 0.2	32.1 \pm 0.1	17.8 \pm 0.1	15.2 \pm 0.1	532.4 \pm 1.6	23.1 \pm 0.1	31.3 \pm 0.2	
	Total	14.8 \pm 0.5 ^a	1400.0 \pm 59.8 ^a	161.0 \pm 4.8 ^a	120.0 \pm 1.1 ^a	54.2 \pm 0.1 ^a	82.0 \pm 0.1 ^a	3164.5 \pm 33.7 ^a	248.1 \pm 2.1 ^a	219.7 \pm 3.1 ^a	
ชัยบาดาล	Free	19.7 \pm 2.6	1113.5 \pm 25.4	156.9 \pm 3.0 ^a	114.7 \pm 3.3 ^a	53.2 \pm 1.9	73.4 \pm 5.0	4555.9 \pm 2.7 ^a	207.4 \pm 1.9 ^a	254.6 \pm 2.1 ^a	
	Esterified	10.1 \pm 0.6	83.3 \pm 0.1	18.9 \pm 0.7	18.4 \pm 0.4	11.1 \pm 0.2	23.2 \pm 0.6	562.7 \pm 1.6	23.7 \pm 0.1	53.2 \pm 0.1	
	Total	29.9 \pm 0.1 ^a	1196.8 \pm 44.1 ^a	175.8 \pm 1.6 ^a	133.1 \pm 3.3 ^a	65.0 \pm 0.1 ^a	95.0 \pm 0.9 ^a	5120.0 \pm 0.5 ^a	231.1 \pm 1.5 ^a	308.0 \pm 0.3 ^a	
ร้อยเอ็ด 1	Free	23.5 \pm 0.2	1732.2 \pm 0.1	164.5 \pm 0.3 ^a	93.9 \pm 0.9 ^a	45.4 \pm 0.2	62.4 \pm 0.2	4698.3 \pm 0.3 ^a	187.5 \pm 0.2 ^a	198.6 \pm 0.1 ^a	
	Esterified	14.5 \pm 0.8	153.6 \pm 5.4	14.2 \pm 4.9	36.5 \pm 1.4	9.2 \pm 1.7	18.8 \pm 0.2	412.7 \pm 0.8	14.3 \pm 2.1	66.6 \pm 1.8	
	Total	38.0 \pm 0.4 ^a	1885.8 \pm 98.7 ^a	179.0 \pm 4.8 ^a	130.4 \pm 4.9 ^a	54.6 \pm 2.6 ^a	81.0 \pm 0.7 ^a	5111.0 \pm 114.8 ^a	202.0 \pm 1.4 ^a	265.0 \pm 0.2 ^a	
มท 1.	Free	20.4 \pm 0.2	1632.4 \pm 94.7	158.3 \pm 18.2 ^a	129.4 \pm 0.6 ^a	48.1 \pm 0.3	77.4 \pm 0.4	4591.7 \pm 113.3 ^a	220.0 \pm 1.4 ^a	206.7 \pm 1.7 ^a	
	Esterified	3.8 \pm 0.1	154.7 \pm 2.6	17.8 \pm 0.3	45.1 \pm 0.1	5.0 \pm 0.1	6.2 \pm 0.1	479.1 \pm 4.7	12.3 \pm 0.1	45.7 \pm 0.4	
	Total	24.2 \pm 0.4 ^a	1787.0 \pm 85.6 ^a	176.1 \pm 1.4 ^a	174.5 \pm 3.1 ^a	53.1 \pm 0.1 ^a	83.6 \pm 0.3 ^a	5070.8 \pm 7.3 ^a	232.2 \pm 1.7 ^a	252.3 \pm 1.9 ^a	
มหาสารคาม60	Free	18.7 \pm 1.6	1542.3 \pm 96.6	136.8 \pm 4.8 ^a	99.3 \pm 2.3 ^a	70.2 \pm 0.2	55.4 \pm 1.2	4566.6 \pm 42.1 ^a	224.4 \pm 9.3 ^a	215.5 \pm 2.6 ^a	
	Esterified	1.9 \pm 0.1	166.7 \pm 1.4	14.5 \pm 0.1	10.8 \pm 0.1	19.4 \pm 0.6	13.4 \pm 0.1	466.7 \pm 9.2	24.5 \pm 3.2	32.3 \pm 0.2	
	Total	20.6 \pm 0.2 ^a	1709.0 \pm 97.9 ^a	151.3 \pm 4.6 ^a	110.0 \pm 1.2 ^a	89.6 \pm 0.1 ^a	68.8 \pm 0.2 ^a	5033.0 \pm 123.4 ^a	249.0 \pm 0.5 ^a	247.8 \pm 1.6 ^a	

Table 3 Sterols and stanols content in black and brown sesames

พันธุ์งา/สเตียรอลและสถานอล	Cholesterol	Campesterol	Campestanol	Stigmasterol	Zymostanol	Lanosterol	β -Sitosterol	Sitostanol	Avenasterol	
										(mg/ g sample)
พันธุ์งา/สเตียรอลและสถานอล	Free	5985.6±46.1	244.3±16.2	17.4±0.4 ^b	1015.5±56.1 ^b	19.9±0.2	133.2±0.6 ^b	8371.9±120.1 ^b	63.3±7.2 ^b	2022.7±111.6 ^b
	Esterified	171.3±0.4	61.5±0.2	28.6±0.1	29.4±0.1	2.2±0.1	91.8±1.2	123.5±1.7	28.3±0.6	33.1±0.3
	Total	6157.0±53.2 ^b	305.0±2.6 ^b	46.0±0.3 ^b	1044.9±97.3 ^b	22.0±0.1 ^b	225.0±17.4	8495.4±113.2 ^b	91.6±1.6 ^b	2055.8±52.3 ^b
นครสวรรค์	Free	6003.1±98.7	260.6±1.6	18.3±0.1 ^b	986.7±2.6 ^b	23.4±0.3	197.5±1.4 ^b	9745.4±94.3 ^b	97.1±17.5 ^b	1877.6±201.6 ^b
	Esterified	300.4±1.4	54.2±0.1	32.5±0.1	32.4±0.6	1.8±0.1	102.4±1.7	326.4±1.7	32.4±0.3	85.8±5.5
	Total	6304.0±75.6 ^b	314.8±17.8 ^b	50.8±0.2 ^b	1019.0±17.6 ^b	25.2±0.2 ^b	300.0±3.2	10072.0±99.7 ^b	130.0±1.7 ^b	1965.0±92.6 ^b
ชัยบาดาล	Free	4863.5±52.3	256.8±3.2	23.8±0.4 ^b	1178.2±32.5	21.7±0.1	136.5±1.5 ^b	7669.1±83.2 ^b	78.8±4.8 ^b	2133.6±104.2 ^b
	Esterified	256.6±1.7	24.5±0.6	17.8±0.1	27.5±0.2	0.9±0.04	99.9±3.1	250.5±0.7	33.4±0.6	68.4±1.7
	Total	5120.0±45.2 ^b	281.3±1.3 ^b	41.6±0.3 ^b	1205.7±16.5 ^b	22.6±0.1 ^b	236.0±0.7	7920.0±79.3 ^b	112.2±1.1 ^b	2200.0±136.4 ^b
มก 18.	Free	5796.3±36.8	243.5±1.1	18.9±0.1 ^b	1023.3±32.2 ^b	20.0±0.2	170.4±1.3 ^b	8296.8±99.7 ^b	64.8±1.4 ^b	1978.2±145.5 ^b
	Esterified	182.3±1.6	57.8±0.2	22.9±0.1	15.4±0.2	3.2±0.02	87.9±0.4	168.9±1.8	30.2±1.2	38.7±0.6
	Total	5978.6±52.4 ^b	301.5±1.8 ^b	41.0±0.2 ^b	1038.0±97.6 ^b	23.0±0.1 ^b	258.3±4.1	8465.7±45.2 ^b	95.0±2.7 ^b	2017.0±111.9 ^b
มย 2.	Free	5736.4±36.6	243.2±4.4	13.4±0.1 ^b	1098.9±91.6 ^b	23.8±0.1	164.5±3.6 ^b	8432.7±97.5 ^b	70.3±13.2 ^b	2122.3±174.5 ^b
	Esterified	164.5±4.3	60.2±0.4	32.1±0.3	29.9±0.6	5.4±0.1	66.8±0.2	132.5±17.4	32.5±1.5	45.6±3.3
	Total	5900.0±99.7 ^b	303.4±0.6 ^b	45.5±0.4 ^b	1129.0±82.2 ^b	29.0±0.3 ^b	231.3±0.7 ^b	8565.2±33.2 ^b	103.0±3.6 ^b	2167.9±134.5 ^b
งาดำแดงสายพันธุ์										
พันธุ์ มย 3.	Free	16.2±0.3	3254.1±65.4	123.4±9.4 ^a	978.3±12.3 ^b	36.5±0.6	99.8±1.3	3765.5±94.1 ^a	157.8±0.4 ^a	1566.8±201.4 ^c
	Esterified	3.4±0.1	289.7±12.4	22.3±0.6	210.2±1.8	1.4±0.03	61.2±0.5	523.4±8.9	14.2±0.2	77.5±0.9
	Total	19.0±1.1 ^b	3545.0±74.7 ^c	160.0±1.8 ^a	1200.0±56.3 ^b	38.0±0.1 ^b	161.0±1.2 ^b	4290.0±48.4 ^a	172.0±1.1 ^a	1644.0±112.2 ^c
พันธุ์อุบลราชธานี 1	Free	67.8±1.3	3345.6±93.2	365.4±12.5 ^a	741.2±4.2 ^b	39.5±0.7	89.6±0.3	3982.1±52.6 ^a	163.8±1.3 ^a	1763.7±113.4 ^c
	Esterified	23.4±0.3	398.9±2.3	125.7±6.2 ^a	124.4±6.3	3.6±0.5	23.8±0.4	367.9±0.9	23.4±0.3	98.9±14.5
	Total	91.0±1.9 ^b	3744.5±81.9 ^c	490.0±19.8 ^a	865.6±17.9 ^b	45.0±0.4 ^b	113.5±7.1 ^b	4350.0±91.7 ^a	187.0±4.5 ^a	1862.0±132.2 ^c

อย่างไรก็ตามนอกจากสารประกอบกลุ่มลิแกแนนใน เมล็ดงาอันได้แก่ เซซามินและเซซาโมลิน จะสามารถที่จะลด ระดับไขมันในเลือดได้แต่ในเมล็ดงาก็มีสารชนิดอื่นที่มีแนวโน้ม ที่จะออกฤทธิ์ลดระดับไขมันในเลือดได้เช่นเดียวกันเช่น โปรตีน² และสเตียรอลและสแตนอล^{6,12,13} จากผลงานวิจัยนี้พบว่า เมล็ดงามีคอเลสเตอรอลเป็นองค์ประกอบอยู่น้อยมากโดย งาดำจะมีคอเลสเตอรอลอยู่มากที่สุดคือ ประมาณ 6 มิลลิกรัม ต่อน้ำหนักงา 1 กรัม ซึ่งน้อยกว่าในไข่แดง 31 เท่า (ในไข่แดง มีคอเลสเตอรอลเป็นองค์ประกอบประมาณ 168 มิลลิกรัมต่อ ไข่ 1 ฟอง) โดยองค์การอนามัยโลกแนะนำให้บริโภค คอเลสเตอรอลได้ไม่เกินวันละ 300 มิลลิกรัมในผู้ที่ไม่ป่วยเป็น โรคใดแต่จะลดลงเหลือ 200 มิลลิกรัมในผู้ป่วยโรคเบาหวาน จึงถือได้ว่าเมล็ดงาเป็นธัญพืชที่มีคอเลสเตอรอลอยู่น้อยมาก

พบว่าสเตียรอลในเมล็ดงาส่วนใหญ่เป็นสเตียรอลจาก ฟีท (phytosterols) ได้แก่ แคมเฟสเตอร์ล, สติกมาสเตอร์ล, บีตาซิโทสเตอร์ล และอเวนาสเตอร์ล แต่ไม่พบว่ามี บราสสิ กาสเตอร์ล (brassicasterol) ในเมล็ดงาขาว งาดำและงาดำ-แดง นอกจากนี้ยังพบว่ามีสารในกลุ่มสแตนอล ได้แก่ แคมเฟสตันอล, ไซโมสตันอลและ ซิโทสตันอล โดยงาดำพันธุ์นครสวรรค์มี คอเลสเตอรอลมากที่สุด 6304.0±75.6 มิลลิกรัมต่องา 1 กรัม งาดำพันธุ์ชัยบาดาลมีสติกมาสเตอร์ลและอเวนาสเตอร์ลอยู่ สูงที่สุด 490.0±19.8 และ 2200.0±136.4 มิลลิกรัมต่องา 1 กรัม ตามลำดับและงาดำพันธุ์นครสวรรค์มีไลโนสเตอร์ลและบีตา ซิโทสเตอร์ลอยู่สูงที่สุด 300.0±3.2 และ 10,072.0±99.7 กรัม ต่อน้ำหนักงา 1 กรัมตามลำดับ

งาดำ-แดงพันธุ์อุบลราชธานี 1 มีแคมเฟสเตอร์ล และแคมเฟสตันอลเป็นองค์ประกอบมากที่สุด 3744.5±81.9, 490.0±19.8 มิลลิกรัมต่องา 1 กรัมตามลำดับ ในขณะที่งาขาว พันธุ์มหาสารคาม 60 มีไซโมสตันอลและซิโทสเตอร์ลสูง ที่สุด 89.6±0.1 และ 249.0±0.5 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักงา 1 กรัม ตามลำดับ

ได้มีการสรุปกลไกการลดระดับคอเลสเตอรอลโดย สเตียรอลจากพืชซึ่งจะเกิดการกระตุ้นการทำงานของโปรตีน ABCG5/8 ทำให้เพิ่มอัตราการขับสเตียรอลในพืชออกจาก เซลล์ลำไส้เล็กไปพร้อมๆ กับคอเลสเตอรอล ดังนั้นอัตราการ ขับคอเลสเตอรอลออกจากเซลล์ลำไส้เล็กก็จะแปรผันตรงตาม ปริมาณสเตียรอลในพืชที่ร่างกายได้รับ¹⁷ จากการศึกษาพบว่า สเตียรอลเอสเทอร์และสแตนอลจะให้ผลลดระดับคอเลสเตอรอล ในเลือดได้มากที่สุด โดยจากการศึกษาพบว่าผู้ที่รับประทาน สเตียรอลเอสเทอร์และสแตนอลวันละ 2 กรัม สามารถลดระดับ คอเลสเตอรอลในไลโปโปรตีนชนิดความหนาแน่นต่ำ ได้ถึง ร้อยละ 10 และจากการวิจัยแนะนำให้บริโภคสเตียรอลเอสเทอร์

และสแตนอล (จากพืช) วันละ 1.3-5 กรัม เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ การลดระดับไขมันในเลือดได้ดีที่สุด^{10,11}

จากงานวิจัยนี้พบว่าเมล็ดงามีปริมาณสเตียรอลเอส เทอร์และสแตนอลรวมกันอยู่เฉลี่ย 1 มิลลิกรัมต่อน้ำหนัก งา 1 กรัม คิดคร่าวๆควรบริโภคประจำวันละ 1300 – 5000 กรัมหรือ 1.3 – 5 กิโลกรัม จึงจะสามารถทำให้ได้รับสเตียรอลเอสเทอร์ และสแตนอลสูงเพียงพอที่จะลดระดับ LDL-cholesterol ได้ซึ่ง เป็นไปได้ยาก อย่างไรก็ตามการลดระดับไขมันในเลือดของ งานั้นไม่ได้เกิดจากสเตียรอลเอสเทอร์และสแตนอลเพียงอย่าง เดียว แต่ยังเกิดจากผลร่วมของสารประกอบกลุ่มลิแกแนนและ โปรตีนร่วมด้วยดังที่ได้กล่าวมาแล้ว และเมื่อเปรียบเทียบกับ เมล็ดธัญพืชชนิดอื่นๆแล้วพบว่าเมล็ดงามี บีตาซิโทสเตอร์ล, แคมเฟสเตอร์ล, อเวนาสเตอร์ล อยู่สูงที่สุด¹³

เอกสารอ้างอิง

1. อภิชาติ เกิดผล. การปลูกงา. สืบค้นจาก URL: <http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/rice/nga2.pdf> 12 กรกฎาคม พ.ศ.2548.
2. Biswas A, Dhar P, Ghosh S. Antihyperlipidemic effect of sesame (*Sesamum indicum* L.) protein isolate in rats fed a normal and high cholesterol diet. J Food Sci 2010 Nov-Dec 75(9):H274-H279.
3. Korou LM, Agrogiannis G, Pantopoulou A., Vlachos I, Iliopoulos D, Karatzas T, Perrea DN. Comparative antilipidemic effect of N-acetylcysteine and sesame oil administration in diet-induced hypercholesterolemic mice. Lipids Health Dis 2010 Mar 6;9:23:1-7.
4. Hirose N, Inoue T, Nishihara K, Sugano M, Akimoto K, Shimizu S, Yamada H. Inhibition of cholesterol absorption and synthesis in rats by sesamin. J Lipid Res 1991 Apr 32(4):629-638.
5. Asgary S, Rafieian-Kopaei M, Najafi S, Heidarian E, Sehebkar A. Antihyperlipidemic effects of *Sesamum indicum* L. in rabbits fed a high-fat diet. Scientific WorldJournal 2013 Sep 4:1-5.
6. Bhaskaran S, Santanum N, Penumetcha M, Parthasarathy S. Inhibition of atherosclerosis in low-density lipoprotein receptor-negative mice by sesame oil. J Med Food 2006 Winter 9(4):487-490.
7. Hirata F, Fujita K, Ishikura Y, Hosoda K, Ishikawa T, Nakamura H. Hypocholesterolemic effect of sesame lignan in humans. Atherosclerosis 1996 Apr 26;122(1):135-136.

8. Ide T, Ashakumary L, Takahashi Y, Kushiro M, Fukuda N, Sugano M. Sesamin, a sesame lignan, decreases fatty acid synthesis in rat liver accompanying the down-regulation of sterol regulatory element binding protein-1. *Biochim Biophys Acta* 2001 Nov 30;1534(1): 1-13.
9. Liu N, Wu C, Sun L, Zhen J, Guo P. Sesamin enhance cholesterol efflux in RAW264.7 macrophages. *Molecules* 2014 Jun 6;19(6):7516-7527.
10. Hallinkainen MA, Sarkkinen ES, Gylling H, Erkkila AT, Uusitupa MI. Comparison of the effects of plant sterol and plant stanol ester-enriched margarines in lowering serum cholesterol concentration in hypercholesterolaemic subjects on a low-fat diet. *European J Clin Nutr* 2000 Sep 54(9):715-725.
11. Ketomaki A, Gylling H, Miettinen TA. Effects of plant stanol and sterol esters on serum phytosterols in a family with familial hypercholesterolemia including a homozygous subject. *J Lab Clin Med* 2004 Apr 143(4):255-262.
12. Crews C, Hough P, Brereton P, Godward J, Lees M, Guet S, Winkelmann W. Quantitation of the main constituents of some authentic sesame seed oils of different origin. *J Agri Food Chem* 2006 Aug 23;54(17):6266-6270.
13. Phillips KM, Ruggio DM, Ashraf-Khorassani M. Phytosterol composition of nuts and seeds commonly consumed in the United States. *J Agri Food Chem* 2005 Nov 30;53(24):9436-9445.
14. Li C, Yao Y, Zhao G, Cheng W, Liu H, Liu C, Shi Z, Chen Y, Wang S. Comparison and analysis of fatty acids, sterols, and tocopherols in eight vegetable oils. *J Agri Food Chem* 2011 Dec 14;59(23):12493-12498.
15. Mirmiran P, Bahadoran Z, Golzarand M, Rajab A, Azizi F. Ardeh (*Sesamum indicum*) could improve serum triglycerides and atherogenic lipid parameters in type 2 diabetic patients: a randomized clinical trial. *Arch Iran Med* 2013 Nov 16(11):651-656.
16. Wu JHY, Hodgson JM, Puddey IB, Belski R, Burke V, Croft KD. Sesame supplementation does not improve cardiovascular disease risk makers in overweight men and women. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2009 19(11):774-780.
17. ดร.ณิชา พ่วงพรพิทักษ์ อรุณช สมสีมี, ชัยสิทธิ์ สิทธิเวช. กลไกการลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือดโดยสเตียอรอลและสแตนอลเอสเทอร์จากพืช. *Burapha Sci J* 2013 1:202-209.
18. Thompson GR, Grundy SM. History of development of plant sterol and stanol ester for cholesterol-lowering purposes. *Am J Cardiol* 2005 Jul 4;96(1A):3D-9D.

การพัฒนาร้านอาหารแผงลอยเพื่อเข้าสู่มาตรฐานโดยกระบวนการกำหนดนโยบาย
สาธารณะเพื่อสุขภาพอย่างมีส่วนร่วม ตำบลทรัพย์พระยา อำเภอหางรอง จังหวัดบุรีรัมย์
**The Development of Standardized Stall of Sapphrya Sub - District, Nangrong District,
Buriram Province Using the process to Formulate The publicies to Participate for Health**

วิรัช รัตนกุล,¹ วรพจน์ พรหมสัตยพรต,² สุมัทธนา กลางคาร³

Wirat rattanakul¹, Vorrarpoj Promsatayaprot², Sumattana Glangkarn³

Received: 28 August 2015; Accepted: 30 October 2015

บทคัดย่อ

การพัฒนาและปรับปรุงร้านอาหารแผงลอยให้เข้าสู่มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคมีความสำคัญ การวิจัยเชิงปฏิบัติการนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษากระบวนการพัฒนานโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพแบบมีส่วนร่วมในการพัฒนาร้านอาหารแผงลอย คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง 50 คน จากส่วนประชาชน ส่วนวิชาการ และส่วนการเมือง ของตำบลทรัพย์พระยา อำเภอหางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ เก็บข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณโดยแบบสอบถาม การสัมภาษณ์และการสังเกต

ผลการศึกษา พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ต้องการมีส่วนร่วมในการกำหนดนโยบายมีความรู้เรื่องนโยบายมาตรฐานร้านอาหารแผงลอยและมีส่วนร่วมระดับมากในการกำหนดเป้าหมาย การอนุมัติ การนำนโยบายไปปฏิบัติ การประเมินนโยบาย และการพัฒนานโยบาย เกิดรูปแบบและกระบวนการนโยบายสาธารณะ จากการศึกษาบริบทพื้นที่ การจัดเวทีสมัชชาสุขภาพระดับตำบลโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อการมีส่วนร่วม การประกาศใช้นโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพและดำเนินงานตามแผนงานโครงการ และการประเมินผลนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพและติดตามความก้าวหน้าของแผนงานโครงการ โดยสรุปการประยุกต์ใช้กระบวนการนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพในการพัฒนามาตรฐานร้านอาหารแผงลอย ส่งผลให้ร้านอาหารแผงลอยผ่านเกณฑ์ประเมินมาตรฐานและมีปัจจัยความสำเร็จ ประกอบด้วยความรู้ การมีส่วนร่วม ความเชื่อมั่นในตนเอง ความรักความสามัคคี ความต่อเนื่อง และ ภาวดีเครือข่าย ดังนั้นจึงควรสนับสนุนให้เกิดนโยบายสาธารณะที่ทุกภาคส่วนมีส่วนร่วมแก้ไขปัญหาเพื่อพัฒนาชุมชนต่อไป

คำสำคัญ : มาตรฐานร้านอาหารแผงลอย นโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพ การมีส่วนร่วม

Abstract

Development and improvement of food stalls to be standardized are vital for hygienic clean and safe food for consumers. This action research aimed to study the development of participatory in healthy public policy to improve the standard of food stalls. Fifty participants were selected purposively from the public sector, academicians and politics in Subpaya sub-district, Nang Rong district, Buriram province. Both quantitative and qualitative data were collected using questionnaires, interviews and observation.

The results showed that most participants wanted to take part in deciding the policy. They had knowledge in the public policy of the standardized food stalls. Consequently, the participation could set the purposes, the approval of its implementation, the policy evaluation, and the policy development. The operational form and public policy process consisted of area context analysis, staging health assembly district level using an application of technology of participation, declaring healthy public policy and project implementation, and evaluating and monitoring healthy public policy.

In summary, the application of the healthy public policy process could improve the standards of food stalls. Thus, the food stalls in Subpaya sub-district had passed the food stall assessments because of found success factors, which were knowledge, participation, self-confidence, unity, continuing, and party networks. Therefore, public policy should encourage all sectors to have participation for developing their own communities further.

Keywords : Standard food stalls, Healthy public policy, Participation

¹ นิสิตหลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์, คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, sodaza58@gmail.com

^{2,3} ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามอำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

¹ Graduate students, Master degree of Public Health, Faculty of Public Health, Mahasarakham University

^{2,3} Asst. Prof., Faculty of Public Health, Mahasarakham University, Kantharawichai District, MahaSarakhm 44150, Thailand

บทนำ

การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอาหาร ที่เกิดขึ้นจากการประกอบอาหารไม่ถูกสุขลักษณะ อุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ไม่สะอาด รวมถึงสถานที่ประกอบอาหารไม่เหมาะสมผู้ประกอบการที่ยังขาดความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง ในเรื่องของความปลอดภัย และการจัดการร้านอาหารที่ถูกสุขลักษณะ ส่งผลให้มีผู้ป่วยจากโรคอาหารเป็นพิษ สร้างความสูญเสีย ทางเศรษฐกิจ จำนวนมหาศาลในแต่ละปี ตั้งแต่ปี 2546 เป็นต้นมา กระทรวงสาธารณสุขได้มีการดำเนินโครงการที่เกี่ยวข้องกับความสะอาดและความปลอดภัยของอาหาร เช่น “อาหารสะอาด รสชาติอร่อย” หรือ “Clean Food Good Taste” โดยในปี 2555 มีร้านอาหารที่เข้าร่วมดำเนินโครงการ จำนวน 165,693 แห่ง และได้รับป้าย Clean Food Good Taste ซึ่งเป็นมาตรฐานสุขาภิบาลขั้น ถึงร้อยละ 83.96 ในส่วนของจังหวัดบุรีรัมย์ มีร้านอาหารที่เข้าร่วมดำเนินโครงการจำนวน 3,477 แห่งและได้รับป้าย Clean Food Good Tasteซึ่งเป็นมาตรฐานสุขาภิบาลขั้นพื้นฐานจำนวน 2,859 แห่งจำนวนร้อยละ 82.23 สำหรับอำเภอนางรองมีร้านอาหารที่เข้าร่วมดำเนินโครงการจำนวน 378 แห่งและได้รับป้าย Clean Food Good Tasteซึ่งเป็นมาตรฐานสุขาภิบาลขั้นพื้นฐานจำนวน 346 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 91.53 และ ตำบลทรัพย์พระยา อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ มีร้านอาหารที่เข้าร่วมดำเนินโครงการจำนวน 15 แห่งและได้รับป้าย Clean Food Good Taste ซึ่งเป็นมาตรฐานสุขาภิบาลขั้นพื้นฐานจำนวน 11 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 73.33 อย่างไรก็ตาม ก็ถือได้ว่าเป็นความสำเร็จในการพัฒนาคุณภาพร้านอาหารได้ในระดับหนึ่งเท่านั้น จากการสำรวจร้านอาหารปลอดในตำบลทรัพย์พระยา ในปี 2556 พบว่ามีร้านอาหารปลอดมีจำนวนเพิ่มขึ้นจาก 15 ร้าน เป็น 21 ร้าน คิดเป็นอัตราเพิ่มถึงร้อยละ 40.0 และสำหรับปี 2557 มีจำนวนร้านอาหารปลอดเพิ่มขึ้นเป็น 26 ร้าน

จากการตรวจร้านอาหารปลอดในตำบลทรัพย์พระยา อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ตามมาตรฐานด้านสุขาภิบาลอาหาร สำหรับร้านค้าปลอดพบว่าร้านอาหารปลอดร้อยละ 33.33 ยังใช้ มีดและเขียงร่วมกันในระหว่างการทำอาหารประเภทเนื้อสัตว์ที่ปรุงสุกแล้วกับเนื้อสัตว์ดิบและผักผลไม้ต่าง ๆ และนอกจากนี้ยังพบอีกว่า ร้านอาหารปลอดร้อยละ 23.80 ยังไม่มีระบบการกำจัดขยะที่ดี ยังมีเศษขยะถูกทิ้งเกลื่อนกลาด ให้พบเห็นโดยรอบบริเวณ ซึ่งจะก่อให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อโรคซึ่งจะส่งผลให้เกิดโรคระบบทางเดินอาหารหรือโรคที่เกิดจากสัตว์หรือแมลงนำโรคที่เป็นพาหะ เช่น แมลงวัน แมลงสาบ และหนู เป็นต้น จากสภาวะการณ์ดังกล่าวที่แสดงให้เห็นว่ายังมีร้านอาหารปลอดจำนวนหนึ่งที่

ไม่ได้คำนึงถึงหลักสุขอนามัยและหลักสุขาภิบาลอาหาร เท่าที่ควร ดังนั้นหน่วยงานภาครัฐ อาทิ กระทรวงสาธารณสุข กระทรวงมหาดไทย องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นและกระทรวงอื่นที่เกี่ยวข้อง จำเป็นต้องช่วยกันหาแนวทางการดำเนินงาน เพื่อพัฒนาคุณภาพร้านอาหารปลอดให้ถูกสุขอนามัยและได้มาตรฐานสุขาภิบาลอาหารซึ่งจากการประเมินความรู้ของผู้ประกอบการร้านอาหารปลอดใน ตำบลทรัพย์พระยา อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ในปีที่ผ่านมา พบว่าผู้ประกอบการร้านค้าปลอดยังขาดความรู้ในเรื่องการดำเนินงานตามหลักสุขาภิบาลอาหารถึงร้อยละ 26.66 และขาดความรู้ในการเลือกซื้ออาหารที่ถูกต้องถึงร้อยละ 20.0

จากปัญหาการขาดความรู้เรื่องสุขาภิบาลอาหารและการเลือกซื้ออาหารที่ถูกต้องของผู้ประกอบการร้านอาหารปลอด หน่วยงานของรัฐโดยเฉพาะองค์การบริหารส่วนตำบลซึ่งเป็นหน่วยงานในระดับพื้นที่จำเป็นต้องส่งเสริมและสนับสนุนให้ความรู้แก่ผู้ประกอบการร้านอาหารปลอดและพนักงานผู้สัมผัสอาหาร ให้เกิดความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในเรื่องมาตรฐานและความปลอดภัยของอาหารที่มีความสำคัญต่อการมีสุขภาพอนามัยที่ดีของผู้บริโภค ดังนั้นเพื่อให้เกิดการปรับปรุงและพัฒนาร้านอาหารให้ได้มาตรฐานและเร่งผลักดันวาระร้านอาหารปลอดให้เป็นนโยบายหรือเทศบัญญัติ ว่าด้วยเรื่องการควบคุมดูแลสถานที่จำหน่ายอาหารและสถานที่เสิร์ฟอาหาร โดยกำหนดให้ผู้ประกอบการที่จะเปิดร้านอาหารและร้านอาหารปลอด ต้องผ่านการฝึกอบรมในเรื่องมาตรฐานของร้านอาหารที่ต้องปฏิบัติและการตรวจประเมินสถานประกอบการให้ผ่านก่อนขอใบอนุญาตเปิดร้านจำหน่ายอาหารอีกทั้งต้องมีการผลักดันให้มีการการพัฒนาร้านอาหารปลอดเพื่อเป็นร้านอาหารปลอดต้นแบบให้มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ประชาชนได้บริโภคอาหารที่สะอาดและปลอดภัยในร้านที่มีคุณภาพได้มาตรฐานตามที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นการตอบโต้ภัยการแก้ปัญหาทั้งทางด้านสุขภาพ เศรษฐกิจและสังคม รวมถึงสนับสนุนด้านการท่องเที่ยวและเพิ่มรายได้ให้กับประเทศอย่างยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อพัฒนามาตรฐานร้านอาหารปลอดโดยกระบวนการกำหนดนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพอย่างมีส่วนร่วมในตำบลทรัพย์พระยา อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์

วัตถุประสงค์เฉพาะ

1) เพื่อศึกษาบริบทและกระบวนการกำหนดนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพอย่างมีส่วนร่วมในการพัฒนา

มาตรฐานร้านอาหารแฝงลอยใน ตำบลทรัพย์พระยา อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์

2) เพื่อศึกษาผลการพัฒนาและกระบวนการกำหนดนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพอย่างมีส่วนร่วมในการพัฒนา มาตรฐานร้านอาหารแฝงลอยในตำบลทรัพย์พระยา อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์

3) เพื่อศึกษาปัจจัยแห่งความสำเร็จของผลการพัฒนาและกระบวนการกำหนดนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพอย่างมีส่วนร่วมในการพัฒนา มาตรฐานร้านอาหารแฝงลอยในตำบลทรัพย์พระยา อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์

รูปแบบการศึกษา

เป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research)

วิธีการศึกษา

การทำวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อกำหนดนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพอย่างมีส่วนร่วมในการพัฒนา มาตรฐาน ร้านอาหารแฝงลอย ในตำบลทรัพย์พระยา อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน

1. ขั้นเตรียมการ

1.1 การศึกษาบริบทของพื้นที่ ศึกษาข้อมูลและ ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง รวบรวมหลักฐาน ภูมิหลัง ประเด็นที่ศึกษาเป็นแนวทางสร้างกรอบแนวคำถาม ประเด็นคำถาม ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ

1.2 การประสานขอความร่วมมือจากหน่วยงานในพื้นที่และบุคคลที่เกี่ยวข้อง

1.3 นำเครื่องมือมาทดลองใช้ เพื่อทดสอบ ประเด็นคำถามในพื้นที่ ที่มีบริบทของชุมชน ใกล้เคียงกัน

1.4 เตรียมซักซ้อมผู้ช่วยวิจัยและเตรียมพื้นที่ วิจัย โดยการประชุมชี้แจงและประชุมเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม เพื่อจัดทำแผนปฏิบัติการวิจัยกำหนดนโยบายสาธารณะ เพื่อสุขภาพอย่างมีส่วนร่วมในการพัฒนา มาตรฐานร้านอาหารแฝงลอย

2. ขั้นปฏิบัติการวิจัย

จัดเวทีสมัชชาเฉพาะพื้นที่เฉพาะประเด็นการ พัฒนายกระดับมาตรฐานร้านอาหารแฝงลอย โดยมี นายก/รอง นายกองค/การบริหารส่วนตำบล สมาชิกสภาองค์การบริหาร ส่วนตำบลทรัพย์พระยา ผู้นำท้องถิ่นหรือแกนนำชุมชน เจ้าหน้าที่ภาครัฐ ผู้บริหารโรงเรียนในเขตตำบล เจ้าของกิจการ ร้านอาหารแฝงลอยและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียรวม 50 คน เข้าร่วม กิจกรรม โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อการมีส่วนร่วม (Technology of Participation : TOP) เพื่อสร้างการมีส่วนร่วม

และชี้แจงทำความเข้าใจในการเข้าร่วมโครงการ ร่วมกับการ ให้ความรู้จากวิทยากรภายนอก ในประเด็นการพัฒนาระดับ มาตรฐาน ร้านอาหารแฝงลอย ตำบลทรัพย์พระยา พร้อมทั้ง หาข้อคิดเห็นและข้อตกลงร่วมกันในการดำเนินงาน การ กำหนดนโยบายและจัดทำแผนการเพื่อนำนโยบายไปสู่ การปฏิบัติ

3. ขั้นติดตามผล

3.1 การติดตามความก้าวหน้าของแผนงาน โครงการที่กลุ่มสมัชชาฯร่วมกันกำหนด

3.2 การติดตามการพัฒนาของร้านอาหาร แฝงลอยในการปรับปรุงสภาพร้านอาหารแฝงลอย ทางด้าน กายภาพ ภายหลังการกำหนดตัวชี้วัดเพิ่มเติมจากการทำเวที สมัชชา เพื่อเป็นการยกระดับมาตรฐานให้สูงขึ้น

4. ขั้นการสะท้อนกลับข้อมูล

4.1 การประเมินผลความรู้และ ระดับการรับรู้
4.2 การประเมินผลการมีส่วนร่วม
4.3 การประเมินผลนโยบาย / การนำนโยบาย ไปปฏิบัติ / ผลกระทบ

4.4 การสรุปและรายงานผลกระบวนการกำหนด นโยบายสาธารณะ เพื่อยกระดับมาตรฐานร้านอาหารแฝงลอย เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงยกระดับมาตรฐานในครั้งต่อไป

กลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ได้คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการ คัดเลือก แบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดย พิจารณาจากกลุ่มบุคคลในภาคส่วนต่างๆ ภายในตำบลทรัพย์ พระยา อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ และต้องเป็นผู้ที่มี คุณสมบัติดังต่อไปนี้ ประการแรกต้องเป็นผู้ที่มีบทบาทที่ สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในชุมชน ประการที่สองต้อง มีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพ ระดับท้องถิ่น ประการที่สามต้องเป็นผู้ที่สามารถให้ข้อมูลได้ดี ประการที่สี่ต้องยินดีให้ความร่วมมือในการดำเนินกิจกรรม และประการสุดท้ายต้องยินดีตอบข้อซักถาม โดยคัดเลือกจาก กลุ่มบุคคล 3 ภาคส่วน ดังนี้

1. ภาคประชาชน ประกอบด้วย

1.1 ผู้ประกอบกิจการร้านอาหารแฝงลอย และ บุคคลในครอบครัว จำนวน 19 คน

1.2 ประธานอาสาสมัครสาธารณสุขประจำ หมู่บ้าน จำนวน 6 คน

2. ภาควิชาการ ประกอบด้วย

2.1 เจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ตำบล จำนวน 2 คน

3. ภาคการเมือง ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ฝ่าย ดังนี้

3.1 ฝ่ายการเมืองท้องถิ่น ประกอบด้วย

3.1.1 นายหรือรองนายกองค์การบริหารส่วนตำบล จำนวน 1 คน

3.1.2 กำนันหรือผู้ใหญ่บ้าน จำนวน 6 คน

3.1.3 สมาชิกสภาองค์การบริหารส่วนตำบล จำนวน 13 คน

3.2 ฝ่ายราชการ ประกอบด้วย

3.2.1 เจ้าหน้าที่องค์การบริหารส่วนตำบล จำนวน 1 คน

3.2.2 ผู้บริหารโรงเรียน ในเขตตำบลทรัพย์พระยา จำนวน 2 คน

รวมบุคคลทั้งสิ้นจำนวน 50 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณเป็นแบบทดสอบความรู้ก่อนและหลังการอบรม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพที่สำคัญคือ ตัวผู้วิจัยเอง เนื่องจากผู้วิจัยต้องสร้างความคุ้นเคยกับผู้ร่วมวิจัย ซึ่งจะเป็นผู้ให้ข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แท้จริง ผู้วิจัยได้เตรียมอุปกรณ์บันทึกเสียง กล้องถ่ายภาพ สมุดบันทึกและวัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ เพื่อใช้ในการทำกิจกรรมกลุ่ม โดยผู้วิจัยมีเครื่องมือและวิธีการในการดำเนินการและจัดเก็บข้อมูลดังนี้

2.1 การสังเกต (Observation) ผู้วิจัยใช้การสังเกตทั้งแบบมีส่วนร่วม (Participant Observation) และไม่มีส่วนร่วม (Non-Participant Observation) โดยผู้วิจัยเข้าไปร่วมใน เวทีสมัชชา ที่ได้กำหนดขึ้น และเข้าร่วมทำกิจกรรมเพื่อให้เกิดกระบวนการกำหนดนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพ และการสังเกตอย่างไม่มีส่วนร่วม โดยการสังเกตความก้าวหน้า ในการนำนโยบายไปปฏิบัติ สังเกตความสนใจ การรวมกลุ่ม ความใส่ใจในการแก้ไขปัญหา

2.2 การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) ในกลุ่มเป้าหมาย ผู้วิจัยจะสัมภาษณ์ในคำถามกว้างๆ ภายใต้อารมณ์และวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยผู้วิจัยได้กำหนดประเด็นต่างๆ ไว้ล่วงหน้าโดยใช้บรรยากาศที่ตนเองมากที่สุด วิธีนี้จะได้ข้อมูลที่แม่นยำและข้อมูลที่ตรงที่สุด ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจะขออนุญาตสัมภาษณ์เพื่อบันทึกข้อมูลด้วยเครื่องบันทึกเสียง

2.3 การสนทนากลุ่ม (Focus Group) เป็นการสนทนาที่แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการกำหนดนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพในระดับท้องถิ่น โดยจัดเวทีสมัชชาเพื่อ

แลกเปลี่ยนเรียนรู้ เพื่อให้ทุกคนได้แสดงออก กล้าซักถามและมีความเป็นกันเอง วิธีการถามจะมีการกำหนดประเด็นไว้ล่วงหน้า เพื่อให้ตรงตามวัตถุประสงค์โดยเริ่มจากคำถามทั่วไป ก่อนแล้วจึงจะเข้าประเด็นหลักและลงท้ายด้วยคำถามเบาๆ โดยใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมงครึ่ง – 2 ชั่วโมง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. เก็บข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้แบบทดสอบความรู้ก่อนและหลังการอบรม

2. เก็บข้อมูลเชิงคุณภาพโดยวิธีการสัมภาษณ์แบบเชิงลึกการสนทนากลุ่มและการสังเกตแบบมีส่วนร่วมและแบบไม่มีส่วนร่วม

ผลการศึกษา

ผู้วิจัยได้แบ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. จากการศึกษาบริบทและการดำเนินกระบวนการนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพอย่างมีส่วนร่วมเพื่อพัฒนามาตรฐานร้านอาหารแฝงลอย ในตำบลทรัพย์พระยา อำเภอ นางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ พบว่า

ตำบลทรัพย์พระยา มีหมู่บ้านในเขต จำนวน 13 หมู่บ้าน 1,729 หลังคาเรือน มีประชากรทั้งหมด 7,310 คน แยกเป็นเพศชาย จำนวน 3,637 คน และเพศหญิงจำนวน 3,673 คน มีร้านค้าแฝงลอยจำหน่ายอาหาร ทั้งหมดจำนวน 26 ร้าน แยกเป็น ร้านก๋วยเตี๋ยว จำนวน 15 ร้าน ร้านแฝงลอยอาหารตามสั่ง 3 ร้าน และร้านอาหารแฝงลอยที่จำหน่ายทั้งอาหารตามสั่งและก๋วยเตี๋ยว จำนวน 8 ร้าน ซึ่งร้านอาหารแฝงลอยส่วนใหญ่เป็นร้านค้าขนาดเล็ก และมีที่นั่งรับประทาน ส่วนใหญ่ทำด้วยไม้กระดานยาว นั่งเรียงกัน โต๊ะละประมาณ 6 ถึง 8 คน และบางร้านอาจมีโต๊ะเหล็ก และเก้าอี้พลาสติก ที่นั่งได้ประมาณ 4 ถึง 5 คน สำหรับพื้นร้านอาหารแฝงลอยส่วนมากเป็นพื้นดิน ที่ยังไม่เทคอนกรีต ในการดูแลร้านอาหารแฝงลอยในพื้นที่ ร้านอาหารแฝงลอยได้รับการตรวจ มาตรฐานร้านอาหารแฝงลอยตามข้อกำหนดด้านสุขาภิบาลอาหาร ของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข โดย เจ้าหน้าที่สาธารณสุข เป็นประจำทุกปี ละ 2 ครั้ง ใน เดือน ธันวาคม และมิถุนายน ของทุกปี ในการดำเนินกระบวนการนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพอย่างมีส่วนร่วมเพื่อพัฒนามาตรฐานร้านอาหารแฝงลอย ในตำบลทรัพย์พระยา อำเภอ นางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยกระบวนการกำหนดนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพ

อย่างมีส่วนร่วมได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อการมีส่วนร่วม (Technology of Participation : TOP)ตามลำดับขั้นตอนดังนี้
ขั้นตอนที่ 1 การวางแผน (Planning)

หรือขั้นการก่อตัวของนโยบายสาธารณะที่ม่วิจัยได้ประชุมคณะกรรมการพัฒนากระดับมาตรฐานร้านอาหารแฝงลอย โดยมีขั้นตอนดังนี้ขั้นตอนแรกการวิเคราะห์บริบทของชุมชนขั้นตอนที่สองวิเคราะห์สภาพปัญหาปัจจุบันและการออกประเมินร้านค้าแฝงลอย ก่อนดำเนินการวิจัยขั้นตอนสุดท้ายสรุปประเด็นปัญหา ของร้านค้าแฝงลอยในตำบลทรัพย์พระยา อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ แล้วจึงจัดทำแผนปฏิบัติการและมอบหมายงานให้ทีมวิจัยได้มีส่วนร่วมและสรุปผลตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติงาน (Action)

1. การกำหนดนโยบายผู้วิจัยได้ใช้การจัดประชุมเพื่อการพัฒนากระดับมาตรฐานร้านอาหารแฝงลอย โดยกระบวนการกำหนดนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพ อย่างมีส่วนร่วมได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อการมีส่วนร่วม (Technology of Participation : TOP) ทำให้ผู้เข้าร่วมเวทีสมัชชาได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น และมีส่วนร่วมในการเสนอแนะแนวทางเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงร้านอาหารแฝงลอยในตำบลทรัพย์พระยา อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ให้ได้มาตรฐาน ให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้บริโภค รวมทั้งเป็นการป้องกันการเอาัดเอาเปรียบต่อผู้บริโภค ในเรื่องของราคาสินค้าหรือบริการ รวมถึงการมีส่วนร่วมในการป้องกันการแพร่ระบาดของโรคติดต่อต่าง ๆ และทำให้กลุ่มสมัชชาสุขภาพตำบลทรัพย์พระยาฯ ได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และมีส่วนร่วมในการกำหนดนโยบายสาธารณะเพื่อดูแลสุขภาพของตนเองและชุมชน โดยการพัฒนาระดับมาตรฐานร้านอาหารแฝงลอย ซึ่งเดิมมีอยู่แล้ว จำนวน 12 ข้อ ของ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข และกลุ่มสมัชชาเพื่อสุขภาพตำบลทรัพย์พระยาได้ร่วมกันคิดและกำหนดเพิ่มเติมอีก 2 ข้อ คือ หนึ่งต้องมีป้ายแสดงราคาสินค้า และข้อที่สองร้านอาหารแฝงลอยต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ในการล้างมือ เช่น อ่างล้างมือ สบู่ ขันตักน้ำ อ่างใส่น้ำ เช็ดมือ และมีสถานที่หรือบริเวณสำหรับการล้างมือไว้บริการลูกค้า โดยสิ่งเหล่านี้ได้กำหนดเป็นนโยบายของท้องถิ่น รวมทั้งหมด 14 ข้อ เพื่อใช้เป็นข้อบังคับในการดำเนินงานเพื่อพัฒนาร้านอาหารแฝงลอยในตำบลทรัพย์พระยาฯ ต่อไป และนอกจากนี้ ผู้เข้าร่วมเวทีสมัชชาฯยังได้มีการวางแผนการดำเนินงานเพื่อให้นโยบายการพัฒนากระดับมาตรฐานร้านอาหารแฝงลอยตำบลทรัพย์พระยาประสบความสำเร็จจึงได้จัดทำโครงการขึ้น จำนวน 1 โครงการ คือ โครงการทรัพย์พระยารวมใจ ใส่ใจผู้บริโภค

2. การนำนโยบายไปสู่การปฏิบัติ

ขั้นตอนที่ 3 สังเกตผลการปฏิบัติงาน (Observation)ผู้วิจัย ร่วมกับคณะทำงานมีการติดตามผลการดำเนินงานตามเครื่องมือที่กำหนดไว้ทุกขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 4 การสะท้อนผลกลับการปฏิบัติงาน (Reflect)ผู้วิจัยและคณะทำงานได้จัดการประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อถอดบทเรียนการดำเนินงาน โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้หลังปฏิบัติ (After Action Review ; AAR)การดำเนินกระบวนการนโยบาย

สาธารณะเพื่อสุขภาพอย่างมีส่วนร่วมเพื่อพัฒนามาตรฐานร้านอาหารแฝงลอย ในตำบลทรัพย์พระยา อำเภอ นางรอง จังหวัดบุรีรัมย์

2. ผลการพัฒนาและกระบวนการกำหนดนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพ อย่างมีส่วนร่วมในการพัฒนามาตรฐานร้านอาหารแฝงลอยในตำบลทรัพย์พระยา อำเภอ นางรอง จังหวัดบุรีรัมย์

2.1 ผลการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ

1) คุณลักษณะทางประชากรของกลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็นเพศชายร้อยละ 52.0เพศหญิง ร้อยละ 48.0 อายุของกลุ่มตัวอย่าง ต่ำสุด19 ปี สูงที่สุด 68 ปี โดยมีอายุเฉลี่ยที่46.90ปี ซึ่งส่วนใหญ่อายุอยู่ระหว่าง 50 – 59 ปี คิดเป็นร้อยละ 36.0 มีสภาพสมรสคู่ ร้อยละ 90.0 มีการจบศึกษาในระดับมัธยมปลายสูงสุด ร้อยละ 32.0 ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกร ร้อยละ 58.0 เป็นสมาชิกองค์การบริหารส่วนตำบล ร้อยละ 30.0 ส่วนใหญ่มีสมาชิกในครอบครัว 5 คน ร้อยละ 36.0 เฉลี่ย 4 คน น้อยที่สุด 1 คน มากที่สุด 7 คน มีระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในตำบลทรัพย์พระยา ส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 30-39 ปี ร้อยละ 74.0 เฉลี่ย 39.18 ปี น้อยที่สุด 1 ปี มากที่สุด 65 ปี ส่วนใหญ่ใช้บริการของร้านอาหารแฝงลอย เฉลี่ย 2 ครั้ง/สัปดาห์ ร้อยละ 60.0 เฉลี่ย 2.83 ครั้ง/สัปดาห์ น้อยที่สุด 1 ครั้ง/สัปดาห์ มากที่สุด 6 ครั้ง/สัปดาห์ ส่วนใหญ่มีส่วนร่วมในการกำหนดนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพ ในรอบ 5 ปี ที่ผ่านมา ร้อยละ 76 และความต้องการมีส่วนร่วมในการกำหนดนโยบายสาธารณะ ร้อยละ 68

2) ด้านความรู้แบ่งเป็น 2 หัวข้อคือ ความรู้ด้านนโยบายและความรู้ด้านมาตรฐาน

2.1) ด้านนโยบายจากการตอบแบบสอบถามพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีคะแนนเฉลี่ย6.84 (SD = 1.25) คะแนนต่ำสุด เท่ากับ 1 คะแนนสูงสุด เท่ากับ 8 ส่วนใหญ่มีความรู้สูง จำนวน 39 คน ร้อยละ 78.00 ดัง (Table 1)

Table 1 percentage of the population. BY knowledge Policy (n = 50).

The level of knowledge (score)	number of people	percent
Low (0-4)	1	2.00
Medium (5-6)	10	20.00
High (7-8)	39	78.00
\bar{x} , SD	6.84, 1.25	
Min. Max.	1, 8	

2.2) ด้านมาตรฐานจากการตอบแบบสอบถาม คะแนนต่ำสุด 6 คะแนน คะแนนสูงสุด 12 คะแนนส่วนใหญ่มี พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีคะแนนเฉลี่ย 10.20 (SD = 1.53) ความรู้สูง จำนวน 42 คน ร้อยละ 84.00 (Table 2)

Table 2 frequencies per cent of the population. BY knowledge on a standard (n = 50).

The level of knowledge (score)	number of people	percent
Low (0 – 7)	4	8.00
Medium (8 – 9)	4	8.00
High (10 – 12)	42	84.00
\bar{x} , SD	10.20 , 1.53	
Min. Max.	6 , 12	

3) การมีส่วนร่วม ผู้วิจัยได้จำแนกการมีส่วนร่วมออกเป็น 5 ด้าน คือการมีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมาย การอนุมัติ การนำ นโยบายไปปฏิบัติ การประเมินนโยบาย และการพัฒนา นโยบายสำหรับการแปลผล ระดับการมีส่วนร่วมได้แปลผล ตามค่าคะแนนเฉลี่ย จากการเก็บข้อมูลตามแบบสอบถาม ดังนี้

1) คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า 1.66 หมายถึงการมีส่วนร่วมระดับต่ำ
 2) คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.66 – 3.33 หมายถึงการมีส่วนร่วม ระดับปานกลาง
 3) คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 3.34 ขึ้นไป หมายถึง การมีส่วนร่วมระดับสูง ซึ่งพบว่าคณะกรรมการมีส่วนร่วมใน ระดับสูงทุกด้าน ดัง (Table 3)

Table 3 levels of participation of the population by five.

participation	\bar{x}	SD	The level of participation
Targeting	3.50	0.93	High
Approving	3.52	0.89	High
Policy implementation	3.64	0.91	High
Policy Evaluation	3.54	0.93	High
Development policy	3.48	0.93	High

ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติงาน (Action)

การจัดประชุมเพื่อการพัฒนายกระดับมาตรฐานร้านอาหารแผงลอยโดยกระบวนการกำหนดนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพอย่างมีส่วนร่วม ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อการมีส่วนร่วม (Technology of Participation : TOP) มาใช้ในการประชุมทำให้ผู้เข้าร่วมเวทีสมัชชาได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น และมีส่วนร่วมในการเสนอแนะแนวทางเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงร้านอาหารแผงลอยในตำบลทรัพย์พระยา อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ให้ได้มาตรฐาน ก่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้บริโภค รวมทั้งเป็นการป้องกันการเอาเปรียบเปรียบต่อผู้บริโภค ในเรื่องของราคาสินค้าหรือบริการ รวมถึงการมีส่วนร่วมในการควบคุมป้องกันการแพร่ระบาดของโรคติดต่อต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับหลักสุขภาพอาหาร และทำให้กลุ่มสมัชชาสุขภาพตำบลทรัพย์พระยา อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และมีส่วนร่วมในการกำหนดนโยบายสาธารณะเพื่อดูแลสุขภาพของตนเองและชุมชน โดยการพัฒนาระดับมาตรฐานร้านอาหารแผงลอย ซึ่งเดิมมีอยู่แล้ว จำนวน 12 ข้อ ของ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข และกลุ่มสมัชชาเพื่อสุขภาพตำบลทรัพย์พระยาได้ร่วมกันคิดและกำหนดเพิ่มเติมอีก 2 ข้อ คือ หนึ่งต้องมีป้ายแสดงราคาสินค้า และข้อที่สองร้านอาหารแผงลอยต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ในการล้างมือ เช่น อ่างล้างมือ สบู่ ขันตักน้ำ อ่างใส่น้ำ เช็ดมือ และมีสถานที่หรือบริเวณสำหรับการล้างมือไว้บริการลูกค้า โดยสิ่งเหล่านี้ได้กำหนดเป็นนโยบายของท้องถิ่นซึ่งเพิ่มขึ้นมาอีก 2 ข้อ รวมขอเดิมเป็น 14 ข้อ เพื่อใช้เป็นข้อบังคับในการดำเนินงานเพื่อพัฒนาร้านอาหารแผงลอยในตำบลทรัพย์พระยา อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ต่อไป และนอกจากนี้ ผู้เข้าร่วมเวทีสมัชชายังได้มีการวางแผนการดำเนินงานเพื่อให้นโยบายการพัฒนายกระดับมาตรฐานร้านอาหารแผงลอยตำบลทรัพย์พระยาประสบความสำเร็จจึงได้จัดทำโครงการขึ้น จำนวน 1 โครงการ คือโครงการทรัพย์พระยา รวมใจ ใส่ใจผู้บริโภค

ขั้นที่ 3 ขั้นการนำนโยบายไปปฏิบัติ

ภายหลังการประกาศใช้นโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพในการยกระดับมาตรฐานร้านอาหารแผงลอยโดยการมีส่วนร่วมของตัวแทนประชาชน ตำบลทรัพย์พระยา เมื่อวันที่ 15 กรกฎาคม 2557 โดยนายกองค์การบริหารส่วนตำบลทรัพย์พระยา เป็นผู้ลงนาม ประกาศจึงได้นำเอาโครงการทรัพย์พระยา รวมใจ ใส่ใจผู้บริโภคมาดำเนินงาน ซึ่งมีแนวทางในการดำเนินดังต่อไปนี้

3.1 การจัดอบรมให้ความรู้แก่ผู้นำชุมชนและผู้ประกอบการร้านอาหารแผงลอยมีการจัดอบรมให้ความรู้เรื่อง การดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคของกระทรวงสาธารณสุข ความรู้เรื่องหลักสุขภาพอาหาร และสุขภาพสิ่งแวดล้อม ความรู้เรื่องการเลือกซื้ออาหารที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค สุขบัญญัติแห่งชาติ 10 ประการ

3.2 การปรับปรุงและพัฒนาร้านอาหารแผงลอยจัดตั้งคณะทำงานของแต่ละหมู่บ้านขึ้นโดยมี ผู้ใหญ่บ้าน และอาสาสมัครสาธารณสุข เป็น คณะกรรมการ โดยมีผู้ใหญ่บ้านของแต่ละหมู่บ้านเป็นประธาน มีหน้าที่ประชาสัมพันธ์และติดตามการดำเนินงานการพัฒนาปรับปรุงร้านอาหารแผงลอยของผู้ประกอบการร้านอาหารแผงลอยในหมู่บ้าน

3.3 การติดตามประเมินผล มีการจัดตั้งคณะกรรมการติดตามประเมินผล ซึ่งการออกติดตามประเมินผลพร้อมกันสองโครงการ คือ โครงการที่หนึ่งโครงการ 5 ห้องชีวิต เนรมิตนิสัย และโครงการที่สอง คือโครงการทรัพย์พระยา รวมใจ ใส่ใจผู้บริโภคโดยนายกองค์การบริหารส่วนตำบลทรัพย์พระยา ได้ให้เกียรติเป็นประธาน ในการออกติดตามตรวจเยี่ยมและประเมินผล ร่วมกับ กำนัน ผู้ใหญ่บ้าน สมาชิกองค์การบริหารส่วนตำบล ประธานอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน ทุกหมู่บ้าน ตัวแทนครู โรงเรียนละ 1 คน จำนวน 4 คน และเจ้าหน้าที่สาธารณสุข รวมทั้งสิ้น 50 คน ซึ่งในการประเมินผลร้านอาหารแผงลอย ตามนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพในการยกระดับมาตรฐานร้านอาหารแผงลอยโดยการมีส่วนร่วมของตัวแทนประชาชน ตำบลทรัพย์พระยา ที่มีทั้งหมด 14 ข้อ ได้ผลการดำเนินงานดัง (Table 4)

Table 4 Operating Results. Before and after operation

Standard No	subject	Results of Operations	
		Before proceeding	After operation
		Through (percent)	Through (percent)
1	Food stalls made of materials that are easy to clean, orderly condition above the ground at least 60 cm.	26(100.0)	26(100.0)
2	Food cooked with a cover or protected animal and insect diseases.	21(80.77)	25(96.15)
3	Food additives have a number of food system	26(100.0)	26(100.0)
4	Drinking water must be clean water Put in a clean container The cover has a faucet or pour water pour	20(76.92)	26(100.0)
5	Beverages have to put a clean container with a cover and a scoop with a long handle or faucet. Or by pouring pour	21 (80.77)	26 (100.0)
6	Ice consumption to keep clean in a clean container with a lid above the ground at least 60 cm long handle to scoop ice. And must not be taken with food Or anything else to soak in ice	18 (69.23)	25 (96.15)
7	Wash with detergent containers Then rinse with water or washed with water two times. And washing equipment must be placed at least 60 cm above the ground.	26 (100.0)	26(100.0)
8	Utensils, chopsticks upright in a bowl or container airy place clean and tidy. Airy and clean containers with covers. Keep at least 60 cm above the ground.	23 (88.46)	26(100.0)
9	Garbage is collected And food waste for disposal.	19 (73.08)	24 (92.31)
10	Food handlers wear clean Wear shirts with sleeves You must cook, clean apron. Wear a hat or hair net.	18 (69.23)	24 (92.31)
11	Equipment used to handle food successfully.	22 (84.62)	26(100.0)
12	Food handlers with cuts on hand to cover the wound entirely.	25 (96.15)	26(100.0)
13	A sign showing the price of food items sold.	0 (0.00)	15 (57.69)
14	Sink or materials for hand washing and hand washing area for customer service.	0 (0.00)	12 (46.15)

จาก (Table 4) พบว่าการพัฒนาร้านอาหารแผงลอยในตำบลทรัพย์พระยา อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ก่อนดำเนินการพัฒนาร้านอาหารแผงลอย พบว่ามีร้านอาหารแผงลอยที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานสุขาภิบาลอาหาร สำหรับร้านอาหารแผงลอยของ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 80 ดังนั้นข้อที่ 4 ว่าด้วยเรื่อง น้ำดื่ม ต้องเป็นน้ำสะอาด ใส่ในภาชนะที่สะอาดมีการปกปิดมีก๊อกหรือช่องทางเทริน้ำ ซึ่งก่อนการดำเนินงานพัฒนา ผ่านเพียงร้อยละ 76.92 ของจำนวนร้านอาหารแผงลอยทั้งหมดในตำบล ข้อที่ 6 ว่าด้วยเรื่องน้ำแข็งที่ใช้บริโภค ต้องสะอาดเก็บในภาชนะที่สะอาด มีฝาปิด อยู่สูงจากพื้นอย่างน้อย 60 ซม. ที่ตักน้ำแข็งมีตักยาวและต้องไม่นำอาหารหรือสิ่งของอย่างอื่นไปแช่ไว้

ในน้ำแข็งซึ่งก่อนดำเนินงานพัฒนาผ่านเพียง ร้อยละ 69.23 ของจำนวนร้านอาหารแผงลอยทั้งหมดในตำบล และ 3) ข้อที่ 9 ว่าด้วยเรื่องมีการรวบรวมมูลฝอย และเศษอาหารเพื่อนำไปกำจัดซึ่งก่อนดำเนินงานพัฒนาผ่านเพียง ร้อยละ 73.08 ของจำนวนร้านอาหารแผงลอยทั้งหมดในตำบล และข้อที่ 10 ว่าด้วยเรื่องใช้อุปกรณ์หยิบจับอาหารที่ปรุงสำเร็จแล้ว ซึ่งก่อนดำเนินงานพัฒนาซึ่งผ่านเพียง ร้อยละ 69.23 ของจำนวนร้านอาหารแผงลอยทั้งหมดในตำบล ซึ่งภายหลังการดำเนินงานพัฒนามาตรฐานร้านอาหารแผงลอยโดยกระบวนการกำหนดนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพอย่างมีส่วนร่วม ของกลุ่มสมัชชาสุขภาพในพื้นที่ทำให้ ผู้ประกอบการร้านอาหารแผงลอยในตำบลทรัพย์พระยา มีการพัฒนาร้านอาหาร

แผนของตนเองมากยิ่งขึ้นจนสามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐานสุขภาพอาหารสำหรับร้านอาหารแพลงลอยของ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ทั้ง 12 ข้อ และนอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนายกระดับมาตรฐานร้านอาหารแพลงลอยเพิ่มเติมขึ้นอีกจำนวน 2 ข้อคือ 1) การแสดงป้ายบอกรายการอาหารที่จำหน่าย และ 2) การจัดทำอ่างล้างมือหรือวัสดุอุปกรณ์ในการล้างมือและบริเวณล้างมือไว้สำหรับบริการลูกค้า แต่ข้อที่กำหนดเพิ่มเติมนี้ ร้านอาหารแพลงลอยยังไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินตามที่ กลุ่มสมัชชาเพื่อสุขภาพในพื้นที่กำหนดไว้คือต้องผ่านไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ซึ่งการดำเนินการที่ผ่านมาร้านอาหารแพลงลอยในตำบล ทำได้เพียง ร้อยละ 57.69 และร้อยละ 46.15 ตามลำดับ ซึ่งในส่วนนี้ จำเป็นต้องมีการติดตามและขอความร่วมมือไปยังร้านอาหารแพลงลอยในตำบลอีกครั้งให้ช่วยดำเนินการให้ผ่านเกณฑ์การประเมินและขอความร่วมมือไปยังเจ้าหน้าที่สาธารณสุขในพื้นที่ให้ช่วยติดตาม และแนะนำผู้ประกอบการร้านอาหารแพลงลอยให้เร่งดำเนินการจนกว่าจะประสบผลสำเร็จต่อไป

4. ปัจจัยแห่งความสำเร็จ ผลการพัฒนาและกระบวนการกำหนดนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพ อย่างมีส่วนร่วมในการพัฒนามาตรฐานร้านอาหารแพลงลอย ในตำบลทรัพย์พระยา อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ผู้วิจัยได้จัดประชุมเพื่อถอดบทเรียน ในขั้นตอนการสะท้อนผลการพัฒนาสามารถสรุป เป็นปัจจัยแห่งความสำเร็จ ได้ดังนี้

1) เทคนิคที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมเพื่อสร้างการมีส่วนร่วมเป็นสิ่งสำคัญเพราะจะทำให้ผู้ร่วมกิจกรรมสามารถมีการรับรู้และมีความรู้สึกร่วมในการเป็นเจ้าของชุมชนและพร้อมที่จะมีส่วนร่วมในการกำหนดนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพ เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปแก้ไขปัญหาของชุมชน และพร้อมที่จะนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้ไปปฏิบัติ

2) การได้รับความร่วมมือ จากผู้ประกอบการร้านอาหารแพลงลอย ในการดำเนินงานพัฒนาและปรับปรุงร้านอาหารแพลงลอย และการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ในชุมชนที่เกิดจากผู้ประกอบการได้ร่วมแสดงความคิดเห็นและหาแนวทางการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ร่วมกัน มีความรู้สึกเป็นเจ้าของ และความภาคภูมิใจต่อผลสัมฤทธิ์ของงานที่เกิดขึ้น

3) การให้ความสำคัญต่อปัญหาในชุมชน คนในชุมชนทุกคน องค์กร หน่วยงานในชุมชนมีความสำคัญในการแก้ไขปัญหาของชุมชนเพราะการที่จะดำเนินกิจกรรมใดๆ ถ้าไม่ให้ความสนใจในชุมชนที่ตนเองอยู่อาศัยและไม่จริงจังรักบ้านเกิดแล้ว การดำเนินงานต่างๆ ก็ไม่ประสบความสำเร็จ

4) ความสามารถในการนำเอานโยบายไปปฏิบัติ และการได้รับคำแนะนำที่ดีของผู้ประกอบการร้านค้าตั้งนั้นการ

กำหนดนโยบายต่างๆ ที่จะนำมาใช้ในชุมชนควรมีการศึกษาบริบท สภาพความเป็นอยู่ สังคม เศรษฐกิจ ของกลุ่มเป้าหมายให้ชัดเจน เพราะจะเป็นปัจจัยสำคัญที่จะบอกถึงความสำเร็จของนโยบาย

5) ความรักและความภาคภูมิใจในท้องถิ่นของตนเอง

6) ความต่อเนื่องของโครงการที่คล้ายคลึงกัน และสอดคล้องกันจากปีที่ผ่านมา ส่งผลให้มีการพัฒนาต่อยอดอย่างเป็นรูปธรรม มีความชัดเจนในการแก้ไขปัญหา จนเกิดความยั่งยืนได้ ในอนาคต

7) การหาแนวร่วมจากภาคีเครือข่ายที่มีจุดมุ่งหมายเดียวกัน นับว่ามีความสำคัญมาก เพราะจะทำให้การทำงานประสบความสำเร็จได้เร็วยิ่งขึ้น

วิจารณ์และสรุปผล

ผลการวิจัยการพัฒนามาตรฐาน ร้านอาหารแพลงลอยโดยกระบวนการกำหนดนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพอย่างมีส่วนร่วม ในตำบลทรัพย์พระยา อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ โดยใช้กระบวนการกำหนดนโยบายสาธารณะ ซึ่งมี 5 ขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นตอนตัวนโยบาย 2) ขั้นตอนกำหนดนโยบาย 3) ขั้นตอนนำนโยบายไปปฏิบัติ 4) ขั้นตอนประเมินผลนโยบาย 5) ขั้นตอนถอดบทเรียน และสิ้นสุดนโยบาย และได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อการมีส่วนร่วม (Technology of Participation: TOP) ในกระบวนการวางแผนแบบมีส่วนร่วม ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนกระบวนการ ดังนี้ 1) กระบวนการสนทนาแบบมีส่วนร่วม (Discussion ORID Method) 2) การประชุมเชิงปฏิบัติการ (Workshop Method) 3) การวางแผนปฏิบัติการ (Action Planning Method) และมีประเด็นที่จะนำมาอภิปรายผลดังนี้

1. บริบทของกระบวนการกำหนดนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพ อย่างมีส่วนร่วมในการพัฒนามาตรฐานร้านอาหารแพลงลอยใน ตำบลทรัพย์พระยา อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ จากอดีตที่ผ่านมาในการกำหนดนโยบายต่างๆ เพื่อใช้ในการดำเนินงานของรัฐที่นำมาใช้บังคับหรือพัฒนากิจกรรมต่าง ๆ ภายในตำบลประชาชนยังไม่มีส่วนร่วมในการดำเนินการกำหนดนโยบายซึ่งสอดคล้องกับ วงศาเลหศิริวงศ์ซึ่งพบว่า อบต. มีบทบาทมากที่สุดในด้านการควบคุมและป้องกันโรคที่สำคัญการจัดการสุขภาพสิ่งแวดล้อมปัญหาที่พบคืออบต. ยังมีความเข้าใจเกี่ยวกับงานด้านการสาธารณสุขไม่ลึกซึ้งพองบประมาณด้านการพัฒนาสาธารณสุขมีน้อยขาดการประเมินผลการปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบประชาชนขาดความรู้และการมีส่วนร่วมต่อการดำเนินงานด้านสาธารณสุขในชุมชนของตนเองและสอดคล้องกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการการมีส่วนร่วม

ของประชาชนในการบรรลุสภาวะการจัดการที่ดีขององค์การบริหารส่วนตำบลจังหวัดกาญจนบุรี¹

2. กระบวนการกำหนดนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพ อย่างมีส่วนร่วมในการพัฒนามาตรฐาน ร้านอาหารแฝงลอย ในตำบลทรัพย์พระยา อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ผู้วิจัยได้ใช้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อการมีส่วนร่วม (Technology of Participation : TOP) เพื่อใช้ในกระบวนการกำหนดนโยบายสาธารณะซึ่งทำให้ ทำให้ผู้เข้าร่วมเวทีสมัชชา ได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น และมีส่วนร่วมในการเสนอแนะแนวทางเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงร้านอาหารแฝงลอย ในตำบลทรัพย์พระยา อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ให้ได้มาตรฐาน ให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้บริโภค รวมทั้งเป็นการป้องกันการเอาัดเอาเปรียบต่อผู้บริโภค ในเรื่องของราคาสินค้าหรือบริการ รวมถึงการมีส่วนร่วมในการป้องกันการแพร่ระบาดของโรคติดต่อต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษากระบวนการจะก่อให้เกิดความเข้าใจและเกิดการเรียนรู้ในชุมชนโดยทางชุมชนได้เข้ามามีส่วนร่วมในการกำหนดนโยบายแผนงานโครงการหรือกิจกรรมด้านสุขภาพที่สอดคล้องกับความเป็นจริงและความต้องการของคนในชุมชน ตลอดจนการให้ความร่วมมือในการจัดกิจกรรมชุมชนมีส่วนร่วมในการสร้างและพัฒนานโยบายแผนงานโครงการหรือกิจกรรมด้านสุขภาพต่าง ๆ ตามกระบวนการในการกำหนดนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพและได้ปรับปรุงพัฒนาให้เป็นแนวทางของชุมชนเองมากขึ้น³และสอดคล้องกับการศึกษาการมีส่วนร่วมในการคัดเลือกผู้มีส่วนได้ส่วนเสียการสร้างวิสัยทัศน์ร่วมกันการวางแผนและการดำเนินงานร่วมกันด้วยความเข้าใจและเชื่อมั่นถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดความสำเร็จในการดำเนินงาน⁶

3. ผลการพัฒนาและกระบวนการกำหนดนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพ อย่างมีส่วนร่วมในการพัฒนามาตรฐานร้านอาหารแฝงลอย ในตำบลทรัพย์พระยา อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ทำให้ร้านค้ามีส่วนร่วมในการกำหนดนโยบายสาธารณะในการพัฒนาร้านค้าแฝงลอยของตน และได้ดำเนินนโยบายที่ได้ประกาศแล้วนำไปปฏิบัติ โดยการปรับปรุงร้านค้าของตน ตามมาตรฐานใหม่ที่กำหนดเพิ่มเติม จำนวน 2 ข้อ คือการติดป้ายแจ้งราคาสินค้าในร้าน และการจัดเตรียมสถานที่ล้างมือไว้บริการลูกค้า ทำให้ประชาชนได้รับประโยชน์ มากยิ่งขึ้น ซึ่ง สอดคล้องกับ การศึกษาเรื่อง การกำหนดนโยบายสาธารณะด้าน สุขภาพขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี⁵

4. ปัจจัยแห่งความสำเร็จ ผลการพัฒนาและกระบวนการกำหนดนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพ อย่างมี

ส่วนร่วมในการพัฒนามาตรฐานร้านอาหารแฝงลอย ในตำบลทรัพย์พระยา อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ซึ่งปัจจัยแห่งความสำเร็จในการดำเนินงานครั้งนี้ คือประชาชนได้ความรู้ในการดำเนินงานด้านสุขภาพอาหาร และการคุ้มครองผู้บริโภค และการมีส่วนร่วมในการคิดวิเคราะห์ ทบทวนปัญหาของชุมชนตนเอง ร่วมวางแผนและดำเนินการจนเกิดความเชื่อมั่นในตนเองว่าจะสามารถดำเนินการแก้ไขปัญหาได้ และก่อให้เกิดความรักความสามัคคี ภายในชุมชน มีการดำเนินงานที่มีความต่อเนื่องจนกว่าจะประสบผลสำเร็จ และต้องมีภาคีเครือข่าย ที่เข้มแข็ง ซึ่งหากขาดปัจจัยเหล่านี้แล้ว ย่อมส่งผลให้การดำเนินงานอาจล้มเหลว ซึ่งสอดคล้องกับ การศึกษาประเมินผลการดำเนินงานด้านการบริการรักษาพยาบาลตามมาตรฐาน HCA ในศูนย์สุขภาพชุมชนอำเภอสามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา²

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะที่เกี่ยวกับงานวิจัย

1.1 ใช้รูปแบบการจัดสมัชชาสุขภาพเฉพาะพื้นที่โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อการมีส่วนร่วม (Technology of Participation: TOP) กับประเด็นปัญหาอื่น ๆ เพื่อให้มีการสร้างนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

1.2 การพัฒนาศักยภาพแกนนำสมัชชาสุขภาพ เพื่อให้มีความรู้โดยเฉพาะองค์ความรู้ด้านกระบวนการนโยบายสาธารณะควรส่งเสริมสร้างความเข้มแข็งขององค์กรภาคประชาชนให้เป็นองค์กรสำคัญในการนำเสนอและผลักดันนโยบายทางเลือกที่เป็นผลดีต่อคนในชุมชนตลอดจนการสร้างเวทีสาธารณะให้องค์กรภาคประชาชนให้สามารถนำเสนออภิปราย แลกเปลี่ยน เกี่ยวกับนโยบายต่าง ๆ ในการพัฒนาท้องถิ่นของตนเอง ซึ่งจะเกิดความยั่งยืนในการพัฒนา

1.3 ควรมีการสนับสนุนการสร้างนโยบายสาธารณะที่ทุกภาคส่วนเป็นเจ้าของร่วมกันเพื่อให้ทุกภาคส่วนมีโอกาสในการเรียนรู้ร่วมกันในการแก้ไขปัญหาและพัฒนาชุมชนของตนเอง

1.4 ควรมีการนำกระบวนการกำหนดนโยบายสาธารณะไปใช้ในแก้ปัญหาของชุมชน เช่นการแก้ไขปัญหาอุบัติเหตุในชุมชนการแก้ไขปัญหาโรคติดต่อในชุมชนหรือปัญหาขยะมูลฝอยในชุมชนเหล่านี้เป็นต้น

1.5 การสร้างเครือข่ายนโยบายสมัชชาสุขภาพในแต่ละพื้นที่เป็นสิ่งที่สำคัญดังนั้นการพัฒนาตนเองในการประสานให้เกิดเครือข่ายนโยบายสาธารณะด้านสุขภาพจะเชื่อมต่อกับเครือข่าย/องค์กรประชาสังคมอื่น ๆ ทั้งในพื้นที่และนอก

พื้นที่และพัฒนากระบวนการทำงานร่วมกันอย่างต่อเนื่องไม่หยุดแค่เพียงสัมผัสสุขภาพในระดับตำบลเท่านั้นจะทำให้ปัญหาที่มีผลกระทบต่อสุขภาพและปัญหาสังคมอื่น ๆ ได้รับการแก้ไขไปพร้อม ๆ กันก็จะเกิดประโยชน์สุขต่อสังคมโดยรวม

2. ข้อเสนอในการศึกษาวิจัยต่อไป

2.1 ควรศึกษากระบวนการนำนโยบายสาธารณะด้านสุขภาพที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงในขั้นการนำนโยบายไปปฏิบัติ (Policy Implementation) และขั้นประเมินผลนโยบาย (Policy Evaluation) ได้ผลอย่างไรในพื้นที่นี้

2.2 ควรศึกษาการประยุกต์ใช้แนวคิดการกำหนดนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพอย่างมีส่วนร่วมไปใช้ในกระบวนการแก้ไขปัญหาด้านสุขภาพอื่นในเรื่องอื่น ๆ ต่อไป

2.3 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนา นโยบายสาธารณะในรูปแบบอื่น ๆ ที่เหมาะสมในพื้นที่นอกเหนือจากกระบวนการที่ได้ประยุกต์ใช้ในการศึกษาครั้งนี้แล้ว

3. พงษ์ภัทรรัตนสุวรรณ. การกำหนดนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพในระดับท้องถิ่นกรณีศึกษาเทศบาลตำบลขุนยวม อำเภอขุนยวม จังหวัดแม่ฮ่องสอน. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2550.
4. โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลโคกยาง.แบบบันทึกการตรวจร้านอาหารแฝงลอยประจำปี 2556. บุรีรัมย์: สำนักงานสาธารณสุขอำเภอนางรอง; 2556.
5. สุจิรภรณ์เสลาภิรักษ์. การกำหนดนโยบายสาธารณะด้านสุขภาพขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี;2551.
6. สุวรรณ หล่อโลหการ."การจัดการสุขภาพแนวใหม่สู่เมืองไทยแข็งแรง,"ในรวมผลงานวิชาการประชุมวิชาการสุศึกษาแห่งชาติครั้งที่ 12. นนทบุรี:กองสุศึกษา; 2548.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ คุณนิภา สุทธิพันธ์ คุณประเสริฐ เก็มประโคน และคุณสังคม ลำไธสง จากสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดบุรีรัมย์ ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย

ขอขอบคุณผู้บริหารและคณะเจ้าหน้าที่สำนักงานสาธารณสุขอำเภอนางรอง โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลโคกยาง องค์การบริหารส่วนตำบลทรัพย์พระยา ผู้ประกอบกิจการร้านอาหารแฝงลอย ประธานอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน กำนันและผู้ใหญ่บ้าน ผู้บริหารโรงเรียนในเขตตำบลทรัพย์พระยาเป็นอย่างยิ่ง

เอกสารอ้างอิง

1. บุญเลิศเลียวระไพ, โยธิน แสงดีและคณะ. การใช้การมีส่วนร่วมของประชาชนเป็นกลยุทธ์ในการบรรลุสภาวะการบริหารจัดการที่ดี ณ องค์การบริหารส่วนตำบล จังหวัดกาญจนบุรี: การวิจัยเชิงปฏิบัติการ. พิมพ์ครั้งที่ 1. นครปฐม: สถาบันวิจัย ประชากรและสังคมมหาวิทยาลัยมหิดลและศูนย์วิจัยมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต; 2546.
2. ประภาพร ภูขามคม.การประเมินผลการดำเนินงานการบริการรักษาพยาบาลตามมาตรฐาน HCA ของศูนย์สุขภาพชุมชนอำเภอขามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา. การศึกษาค้นคว้าอิสระ (ส.ม.การจัดการระบบสุขภาพ). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม; 2548.

ภาวะซึมเศร้าและภาวะวิตกกังวลในผู้ป่วยสูงอายุที่มีโรคเรื้อรัง ณ โรงพยาบาลคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Depression and Anxiety among Elderly Patients with Chronic Disease at the Faculty of Medicine, Mahasarakham University Hospital

จิริยา จิรานุกูล¹

Jariya Jiranukool¹

Received: 28 August 2015; Accepted: 30 October 2015

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาเพื่อหาความชุกและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับภาวะซึมเศร้าและภาวะวิตกกังวลในผู้ป่วยโรคเรื้อรังที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กลุ่มโรคเรื้อรังที่ทำการศึกษาได้แก่ โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน และโรคไตเรื้อรัง โดยใช้แบบสอบถามและแบบวัดอาการวิตกกังวลและซึมเศร้า (Hospital Anxiety and Depression Scale [HADS]) ฉบับภาษาไทย ผลการศึกษาพบผู้ที่มีภาวะซึมเศร้าจำนวน 32 คน และภาวะวิตกกังวล 20 คน จากจำนวนทั้งสิ้น 257 คน ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับภาวะซึมเศร้าอย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ สถานภาพโสด/หม้าย/หย่าร้าง ประวัติโรคซึมเศร้าในอดีต ประวัติโรคซึมเศร้าในครอบครัว และการมีความเครียดในครอบครัว ส่วนปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับภาวะวิตกกังวลอย่างมีนัยสำคัญมีเพียงปัจจัยเดียว คือ ประวัติโรคซึมเศร้าในอดีตโดยสรุป ประมาณ 1 ใน 10 ของผู้ป่วยสูงอายุที่มีโรคเรื้อรังต้องเผชิญกับภาวะซึมเศร้าหรือภาวะวิตกกังวล และมีปัจจัยเกี่ยวข้องบางอย่างที่บุคลากรทางสาธารณสุขสามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการคัดกรองผู้ป่วยสูงอายุที่มีโรคเรื้อรังเพื่อค้นหาปัจจัยเสี่ยงต่อภาวะซึมเศร้าและวิตกกังวล อันจะนำไปสู่การดูแลผู้ป่วยอย่างเป็นระบบต่อไป

คำสำคัญ: ซึมเศร้า วิตกกังวล โรคเรื้อรัง สูงอายุ

Abstract

This study is a cross-sectional descriptive study. The objective is to find the prevalence of depression and anxiety in elderly patients (age >60) with chronic disease including hypertension, diabetes mellitus, and chronic kidney disease in the outpatient clinic at Faculty of Medicine, Mahasarakham University Hospital. Research tools were composed of self-reported questionnaires and the Hospital Anxiety and Depression Scale [HADS], Thai version. The results reveal that there were 32 of 257 patients who had depression, and 20 of 257 patients who had anxiety. The significantly related factors of depression are single/widowed/divorced status, past history of depression, family history of depression, and having stress within family. Whereas the only related factor for anxiety is past history of depression. In conclusion, one of ten elderly patients with chronic disease has depression or anxiety. There are some related factors which healthcare workers can use to screen for depression and anxiety in the elderly patients with chronic disease. The risk factors can be applied to start an appropriate health promotion service for this elderly patient group.

Keywords: depression, anxiety, chronic disease, elderly

¹ พบ., วว.จิตเวชศาสตร์, อาจารย์, คณะแพทยศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000, โทร 043-712992, แฟกซ์ 043-712991, อีเมล: jariya.j@msu.ac.th

¹ Lectuere M.D., Dip. Thai Board of Psychiatry, Lecturer, Faculty of Medicine, Mahasarakham University, 44000, Email: jariya.j@msu.ac.th

บทนำ

จากข้อมูลโครงสร้างประชากรผู้สูงอายุ เดือนกันยายน 2557 ประเทศไทยมีประชากร 64.9 ล้านคนในจำนวนนี้เป็นประชากรผู้สูงอายุ 60 ปีขึ้นไปมีจำนวน 10 ล้านคนคิดเป็นร้อยละ 15.4 ซึ่งอัตราของประชากรผู้สูงอายุไทยมีสัดส่วนแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดดคาดการณ์ว่าในปี 2568 ประเทศไทยจะมีผู้สูงอายุเกินกว่าร้อยละ 20 (14.4 ล้านคน)¹

โรคเรื้อรังกำลังเป็นปัญหาสำคัญของระบบสาธารณสุขไทย ในปี 2556 อัตราโรคเรื้อรังแผนกผู้ป่วยนอกที่เข้ารับบริการมากที่สุด 3 ลำดับ ได้แก่ กลุ่มโรคระบบหายใจ ระบบไหลเวียนโลหิต และระบบต่อมไร้ท่อ สถานการณ์การเจ็บป่วยของผู้ป่วยสูงอายุด้วยโรคเรื้อรังสูงสุด 3 อันดับ ได้แก่ ความดันโลหิตสูง เบาหวาน และไตวายโดยอุบัติการณ์พบสูงขึ้นทุกปีตั้งแต่ปี 2552^{2,3}

ภาวะซึมเศร้าและวิตกกังวลเป็นปัญหาจิตเวชที่สำคัญและเป็นที่น่าสนใจในช่วงหลายปีที่ผ่านมาเนื่องจากการดำเนินโรคที่เรื้อรัง หากไม่ได้รับการวินิจฉัยหรือรักษาแต่แรก อาจส่งผลกระทบต่อหน้าที่การงานกิจวัตรประจำวัน ความสัมพันธ์กับผู้อื่น ผู้ป่วยโรคเรื้อรังมีความชุกของภาวะซึมเศร้าหรือวิตกกังวลสูงกว่าประชากรทั่วไป⁴ ผู้ป่วยเบาหวานที่ซึมเศร้าเสี่ยงต่อการไม่ร่วมมือรักษาโรค⁵ ผู้ป่วยโรคเรื้อรังที่มีภาวะซึมเศร้าจะมีสุขภาพแย่ที่สุด เปรียบเทียบกับการมีโรคเรื้อรังหลายโรคหรือการมีโรคซึมเศร้าเพียงอย่างเดียวดังนั้น การค้นหาผู้ที่มีภาวะซึมเศร้าหรือวิตกกังวลในผู้ป่วยโรคเรื้อรังจึงเป็นภารกิจสำคัญเพื่อป้องกันภาวะทุพพลภาพ ลดการสูญเสียทางสุขภาพ และยังเป็นการส่งเสริมสุขภาพด้วย⁶

ที่ผ่านมา จังหวัดมหาสารคามยังมีการศึกษาหาภาวะซึมเศร้าและวิตกกังวลในผู้ป่วยโรคเรื้อรังค่อนข้างน้อยตั้งแต่ปีการศึกษาหนึ่งต้องการทราบความชุกของภาวะซึมเศร้าและภาวะวิตกกังวลในผู้ป่วยสูงอายุที่มีโรคเรื้อรังที่มารับบริการ ณ แผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม รวมทั้งเพื่อทราบปัจจัยที่สัมพันธ์เกี่ยวข้องกับภาวะทั้งสองเพื่อจะได้นำไปใช้เป็นปัจจัยสำหรับค้นหาความเสี่ยง

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง (cross-sectional descriptive study) ผู้เข้าร่วมการศึกษาคือบุคคลอายุ 60 ปีขึ้นไปที่มีโรคเรื้อรังได้แก่ ความดันโลหิตสูง เบาหวาน และไตเรื้อรัง ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกคลินิกอายุรกรรมทั่วไป โรงพยาบาลคณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัย

มหาสารคาม ผู้ที่ไม่เข้าใจการสื่อสารด้วยภาษาไทยผ่านการฟังและพูดจะถูกคัดออกจากการศึกษา เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 21 สิงหาคม 2557 ถึง 22 พฤษภาคม 2558

ผู้เข้าร่วมการศึกษาจะได้รับการอธิบายวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย และขอความยินยอมเพื่อเข้าโครงการ จากนั้นจะได้รับแบบสอบถาม ซึ่งผู้เข้าร่วมการศึกษาคือผู้ตอบแบบสอบถามด้วยตนเอง

แบบสอบถามประกอบด้วยข้อมูล 4 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล (demographic data) ข้อมูลปัจจัยทางกาย (biological factor) ข้อมูลปัจจัยทางจิตสังคม (psychosocial factors) และแบบวัด Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) ฉบับภาษาไทย ซึ่งพัฒนาขึ้นจากฉบับภาษาอังกฤษของ Zigmond และ Snaitth แปลโดย ธนา นิลชัยโกวิทย์, มาโนช หล่อตระกูลและคณะ มีค่าความไวและความจำเพาะสำหรับอาการวิตกกังวลร้อยละ 100, 86 ตามลำดับสำหรับอาการซึมเศวร้อยละ 85.7, 91.3 ตามลำดับ สามารถใช้ได้ดีในผู้ป่วยที่มีโรคทางกาย^{7,8,9,10}

ข้อมูลจะถูกวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนาเพื่อหาความชุกของภาวะซึมเศร้าและภาวะวิตกกังวล ใช้สถิติ Chi-square และ logistic regression เพื่อหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับภาวะดังกล่าวการศึกษาครั้งนี้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เลขที่การรับรอง 209/2557

ผลการวิจัย

ในระยะเวลาที่เก็บข้อมูล ผู้เข้าร่วมการศึกษามีจำนวนทั้งสิ้น 257 คน อายุเฉลี่ย 69 ปี ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง สถานภาพคู่ นับถือศาสนาพุทธ และไม่ได้ประกอบอาชีพหรือเกษียณอายุ (Table 1)

จากผู้เข้าร่วมการศึกษารวม 257 คน พบว่ามีภาวะซึมเศร้า 32 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 และมีภาวะวิตกกังวล 20 คน คิดเป็นร้อยละ 7.8 เมื่อพิจารณาตามชนิดของโรคเรื้อรังพบว่า ผู้ที่เป็นโรคความดันโลหิตสูง 215 คน มีภาวะซึมเศร้า 29 คน (ร้อยละ 13.5) ภาวะวิตกกังวล 18 คน (ร้อยละ 8.4) โรคเบาหวาน 135 คน มีภาวะซึมเศร้า 16 คน (ร้อยละ 11.9) ภาวะวิตกกังวล 10 คน (ร้อยละ 7.4) และโรคไตเรื้อรัง 36 คน มีผู้ที่มีภาวะซึมเศร้า 9 คน (ร้อยละ 25.0) ภาวะวิตกกังวล 3 คน (ร้อยละ 8.3)(Table 2) ซึ่งในจำนวนที่กล่าวนี้มีผู้เข้าร่วมการศึกษารายที่พบทั้งภาวะซึมเศร้าร่วมกับภาวะวิตกกังวล โดยพบเป็นจำนวน 10, 7, 2 คน ในกลุ่มผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน และโรคไตเรื้อรังตามลำดับ

Table 1 Demographic and clinical characteristics of participants in the study (N = 257)

Part 1 Demographic data	Number of subjects (%)
Age Mean 69.00 ± 6.405 (60-96 years)	
1-69	158 (61.5)
Female	163 (63.4)
Marital status	
Married	161 (62.6)
Single, divorced, widowed	96 (37.4)
Buddhism	252 (98.1)
Occupation	
Unemployed or retired	187 (72.8)
Employed	70 (27.2)
Household income Mean $27,462 \pm 29,065$ (600-200,000 baht)	
Adequate	134 (52.1)
Inhabitant	
Staying alone	18 (7.0)
Staying with spouse	141 (54.9)
Staying with others	98 (38.1)
Part 2 Biological factors	Number of subjects (%)
Chronic medical illness(es)	
Hypertension	215 (83.7)
Diabetic mellitus	135 (52.5)
Chronic kidney disease	36 (14.0)
History of mental illness	
Depressive disorder	10 (3.9)
Anxiety disorder	7 (2.7)
Previous hospitalization with chronic medical illness	68 (26.5)
Adherence to medical treatment	203 (79.0)
Somatic complaint(s) in the past month	181 (70.4)
Regular exercise regimen	149 (58.0)
Body mass index (BMI) Mean 24.74 ± 3.754 (16.4-38.2 kg/sq.m.)	
Overweight or obese (BMI ≥ 23.0)	174 (67.7)
Part 3 Psychosocial factors	Number of subjects (%)
Family history of mental illness	
Depression or anxiety	8 (3.1)
Having stress within family (e.g., health, financial, interpersonal relationships)	117 (45.5)
Support person	
None	62 (24.1)
Spouse	102 (39.7)
Others	93 (36.2)

Table 2 Prevalence of depression and anxiety among participants in the study (N = 257)

Chronic medical illness	Total	Depression (%)	Anxiety (%)
Study population	257	32 (12.5)	20 (7.8)
Hypertension	215	29 (13.5)	18 (8.4)
Diabetes mellitus	135	16 (11.9)	10 (7.4)
Chronic kidney disease	36	9 (25.0)	3 (8.3)

Table 3 Vulnerable factors in depression and anxiety among participants in the study (N = 257)

Factors	Depression		Chi-square	p-value	Anxiety		Chi-square	p-value
	Yes	No			Yes	No		
<i>Marital status</i>								
Married	9 (5.6)	152(94.4)	18.614	<0.001*	8 (5.0)	153(95.0)	4.753	0.051
Single,divorced,widowed	23 (24.0)	73 (76.0)			12 (12.5)	84 (87.5)		
<i>Inhabitant</i>								
Staying alone	4 (22.2)	14 (77.8)	8.438	0.015*	4 (22.2)	14 (77.8)	7.058	0.029*
Staying with spouse	10 (7.1)	131(92.9)			7 (5.0)	134(95.0)		
Staying with others	18(18.4)	80 (81.6)			9(9.2)	89 (90.8)		
<i>Chronic medical illness</i>								
Hypertension	29 (13.5)	186(86.5)	1.298	0.316	18 (8.4)	197(91.6)	0.638	0.545
Diabetic mellitus	16 (11.9)	119(88.1)	0.094	0.851	10 (7.4)	125(92.6)	0.056	0.821
Chronic kidney disease	9 (25.0)	27 (75.0)	6.047	0.025*	3 (8.3)	33 (91.7)	0.018	1.000
<i>History of mental illness</i>								
Depressive disorder	4 (40.0)	6 (60.0)	7.244	0.024*	4 (40.0)	6 (60.0)	15.049	0.004*
<i>Biological factors</i>								
Hospitalization with chronic med illness	16 (23.5)	52 (76.5)	10.410	0.002*	10 (14.7)	58 (85.3)	6.177	0.018*
Adherence to treatment	14 (25.9)	40 (74.1)	11.387	0.002*	5 (9.3)	49 (90.7)	0.208	0.580
Somatic complaint(s) in the past month	30 (16.6)	151(83.4)	9.546	0.001*	20 (11.0)	161(89.0)	9.106	0.001*
No regular exercise	26 (24.1)	82 (75.9)	23.084	<0.001*	14 (13.0)	94 (87.0)	6.967	0.010*
Underweight or normal	17 (21.3)	63 (78.7)	7.938	0.008*	9 (11.3)	71 (88.7)	3.074	0.112
<i>Family history of mental illness</i>								
Depression	3 (60.0)	2 (40.0)	10.576	0.015*	3 (60.0)	2 (40.0)	19.374	0.004*
Anxiety	2 (50.0)	2 (50.0)	5.255	0.077	2 (50.0)	2 (50.0)	10.091	0.031*
Having stress within family	29 (24.8)	88 (75.2)	29.978	<0.001*	16 (13.7)	101(86.3)	10.394	0.002*
<i>Support person</i>								
None	8 (12.9)	54 (87.1)	10.776	0.005*	8 (12.9)	54 (87.1)	3.453	0.178
Spouse	5 (4.9)	97 (95.1)			5 (4.9)	97 (95.1)		
Others	19 (20.4)	74 (79.6)			7 (7.5)	86 (92.5)		

(*p-value < 0.05)

สำหรับปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ Chi-square กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้า ได้แก่ สถานภาพโสด/หม้าย/หย่าร้าง การพักอาศัยอยู่คนเดียว โรคไตเรื้อรัง ประวัติโรคซึมเศร้าในอดีตเคยเข้ารับการรักษาแบบผู้ป่วยในด้วยโรคเรื้อรัง การใช้ยารักษาโรคเรื้อรังไม่สม่ำเสมอ มีอาการไม่สบายทางกายในช่วงหนึ่งเดือน การออกกำลังกายไม่สม่ำเสมอ ค่าดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์ปกติหรือต่ำกว่าปกติ ประวัติโรคซึมเศร้าในครอบครัว ปัญหาความเครียดภายในครอบครัว และการปรึกษาปัญหาเกี่ยวกับบุคคลอื่นๆ ที่มีใช้คู่สมรส (Table 3)

สำหรับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะวิตกกังวล ได้แก่ การพักอาศัยอยู่คนเดียว ประวัติโรคซึมเศร้าในอดีตเคยเข้ารับการรักษาแบบผู้ป่วยในด้วยโรคเรื้อรัง มีอาการไม่สบายทางกายในช่วงหนึ่งเดือน การออกกำลังกายไม่สม่ำเสมอ ประวัติโรคซึมเศร้าหรือโรควิตกกังวลในครอบครัว และปัญหาความเครียดในครอบครัว (Table 3) ทั้งนี้ ผลการศึกษาไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านเพศ อาชีพ การศึกษา สิทธิการรักษา รายได้ และการใช้สารเสพติด กับภาวะซึมเศร้าหรือภาวะวิตกกังวลแต่อย่างใด

Table 4 Adjusted multiple-regression analysis of the factors associated with depression and anxiety

Factors	B	S.E.	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
					Lower	Upper
<i>Associated with depression</i>						
Single, divorced, widowed	2.065	0.610	0.001*	7.885	2.388	26.042
History of depressive disorder	2.757	1.109	0.013*	15.747	1.791	138.479
No regular exercise	1.310	0.677	0.053	3.706	0.983	13.973
Family history of depression	5.118	1.546	0.001*	167.011	8.076	3453.899
Having stress within family	2.462	0.792	0.002*	12.058	2.421	60.060
<i>Associated with anxiety</i>						
History of depressive disorder	2.927	0.896	0.001*	18.673	3.222	108.219
Having stress within family	1.540	0.802	0.055	4.666	0.969	22.462

(*p-value < 0.05)

เมื่อวิเคราะห์เฉพาะปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าและภาวะวิตกกังวลอย่างมีนัยสำคัญตามผลในตารางที่ 3 โดยใช้สมการถดถอยโลจิสติกส์ (Logistic regression analysis) ผลการวิเคราะห์พบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.05$ นั้นมี 4 ปัจจัย ได้แก่ สถานภาพโสด/หม้าย/หย่าร้าง ประวัติโรคซึมเศร้าในอดีต ประวัติโรคซึมเศร้าในครอบครัว และปัญหาความเครียดภายในครอบครัว สำหรับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะวิตกกังวลอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $p < 0.05$ พบว่ามีเพียงปัจจัยเดียวที่มีความสัมพันธ์ คือ ประวัติโรคซึมเศร้าในอดีต (Table 4)

สรุปและอภิปรายผล

ความชุกของภาวะซึมเศร้าและภาวะวิตกกังวล

จากการศึกษา พบว่า ความชุกของภาวะซึมเศร้าในผู้ป่วยสูงอายุที่มีโรคเรื้อรังเท่ากับร้อยละ 12.5 ซึ่งสูงกว่าความชุกของภาวะซึมเศร้าในผู้สูงอายุทั่วไปที่พบร้อยละ 5.9¹¹ แต่

น้อยกว่าความชุกจากงานวิจัยของอิทธิพล พลเยี่ยม¹² ที่ศึกษาผู้สูงอายุโรคเรื้อรังในชุมชนในจังหวัดร้อยเอ็ด 5 กลุ่มโรค ได้แก่ โรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง หัวใจขาดเลือดหลอดเลือดสมอง และโรคเรื้อรังทางเดินหายใจส่วนล่าง ซึ่งพบความชุกของภาวะซึมเศร้าร้อยละ 28.6 อาจอธิบายได้ว่าบริบทของสถานที่ทำการศึกษาและโรคเรื้อรังในกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกัน การเก็บข้อมูลในผู้ป่วยที่มีโรคเรื้อรังรุนแรงกว่า (โรคหัวใจและหลอดเลือด) และการสำรวจในชุมชนย่อมมีโอกาสที่จะพบปัญหาความทุกข์ทรมานจากโรคหรือภาวะแทรกซ้อนของโรคได้มากขึ้นสำหรับความชุกของภาวะวิตกกังวลเท่ากับร้อยละ 7.8 ซึ่งใกล้เคียงกับความชุกของภาวะวิตกกังวลในผู้สูงอายุทั่วไป^{13,14}

เมื่อวิเคราะห์ความชุกแยกตามประเภทของโรคเรื้อรังพบว่า ความชุกของภาวะซึมเศร้าในผู้ที่เป็นโรคความดันโลหิตสูง เท่ากับร้อยละ 13.5 สูงกว่าความชุกของภาวะซึมเศร้าในผู้สูงอายุทั่วไป¹¹ ประมาณ 2-3 เท่า¹⁵ ซึ่งอาจอธิบายว่าระบบประสาท sympathetic ที่ทำงานไวเกินและอิทธิพลของ

พันธุกรรมอาจเป็นกลไกของความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดโรคซึมเศร้ากับโรคความดันโลหิตสูง¹⁶ อย่างไรก็ตาม ความชุกที่พบนี้ต่ำกว่างานวิจัยของ สุรัชย์ คำภักดี¹⁷ ที่ทำการศึกษาในโรงพยาบาลชุมชนแห่งหนึ่งของจังหวัดศรีสะเกษซึ่งพบภาวะซึมเศร้าร้อยละ 64.5 สำหรับความชุกของภาวะวิตกกังวลในผู้ที่เป็นโรคความดันโลหิตสูง เท่ากับร้อยละ 8.4 ใกล้เคียงกับงานวิจัยของ L. Ringoir¹⁸

ความชุกของภาวะซึมเศร้าในผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน เท่ากับร้อยละ 11.9 ซึ่งน้อยกว่างานวิจัยของ S. Ali¹⁹ ที่พบร้อยละ 17.6 และน้อยกว่าของนิตยา จรัสแสง²⁰ ที่ทำการศึกษาในโรงพยาบาลศรีนครินทร์ จังหวัดขอนแก่นและพบภาวะซึมเศร้าร้อยละ 39.6 สำหรับความชุกของภาวะวิตกกังวลในผู้ป่วยโรคเบาหวานเท่ากับร้อยละ 7.4 ซึ่งน้อยกว่างานวิจัยของ A.B. Grigsby²¹ ที่พบร้อยละ 14

ความชุกของภาวะซึมเศร้าในผู้ที่เป็นโรคไตเรื้อรัง เท่ากับร้อยละ 25.0 และความชุกของภาวะวิตกกังวลเท่ากับร้อยละ 8.3 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ S. Palmer²² ที่พบภาวะซึมเศร้าร้อยละ 26 อย่างไรก็ตาม ความชุกที่พบนี้ต่ำกว่างานวิจัยของ สุรัชย์ คำภักดี¹⁷ ที่พบภาวะซึมเศร้าสูงถึงร้อยละ 77.3

โดยภาพรวมทั้งหมด ความชุกของภาวะซึมเศร้าและภาวะวิตกกังวลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ ต่ำกว่าการศึกษาวิจัยหลายงานที่ผ่านมา สาเหตุอาจเป็นได้จากหลายปัจจัย เช่น เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินแตกต่างกัน บริบทของกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน ซึ่งโรงพยาบาลคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามยังจัดเป็นโรงพยาบาลขนาดเล็ก ผู้ป่วยที่มารับบริการ ณ แผนกผู้ป่วยนอกคลินิกอายุรกรรมทั่วไป ส่วนใหญ่มีอาการคงที่และไม่มีภาวะแทรกซ้อนที่รุนแรง

ปัจจัยที่สัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้า

สถานภาพโสด/หม้าย/หย่าร้างสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้า ในขณะที่สถานภาพคู่พบภาวะซึมเศร้าน้อยกว่าจึงเป็นปัจจัยปกป้องซึ่งสอดคล้องกับความรู้เดิม^{11,12,23,24}

การมีประวัติโรคซึมเศร้าในอดีต²⁵ การมีปัญหาความเครียดในครอบครัวในช่วงหนึ่งเดือน²⁶ สัมพันธ์กับการพบภาวะซึมเศร้าในปัจจุบัน ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าโรคซึมเศร้าเป็นโรคเรื้อรังจึงมีโอกาสพบกลับเป็นซ้ำได้²⁷ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีความเครียดเป็นปัจจัยกระตุ้น นอกจากนี้ การมีโรคประจำตัวเรื้อรังร่วมกับมีโรคซึมเศร้าส่งผลกระทบด้านลบต่อสภาวะสุขภาพมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีโรคเรื้อรังหลายโรคหรือการมีโรคซึมเศร้าเพียงอย่างเดียว⁶

การมีประวัติโรคซึมเศร้าในครอบครัวสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าสอดคล้องกับทฤษฎีเรื่องการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของโรคซึมเศร้า²⁸

ปัจจัยที่สัมพันธ์กับภาวะวิตกกังวล

การมีประวัติโรคซึมเศร้าในอดีตมีความสัมพันธ์ต่อภาวะวิตกกังวล ซึ่งอภิปรายว่าอาจมีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมหรือทางชีวภาพบางอย่างระหว่างโรคซึมเศร้ากับโรควิตกกังวล³⁰ หรืออาการของภาวะวิตกกังวลบางอาการมีความคล้ายคลึงกับอาการซึมเศร้าที่ยังหลงเหลืออยู่ หรือผู้ที่มีบุคลิกภาพวิตกกังวลอาจมีความเสี่ยงต่อภาวะซึมเศร้า

ในการศึกษารั้งนี้ ภายหลังจากวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สมการถดถอยโลจิสติกส์แล้วไม่พบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างโรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน หรือโรคไตเรื้อรังกับภาวะซึมเศร้าหรือภาวะวิตกกังวลแต่อย่างใด

ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้ทำในผู้ป่วยโรคเรื้อรัง 3 โรค ได้แก่ โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน และโรคไตเรื้อรัง ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก คลินิกอายุรกรรมทั่วไป โรงพยาบาลคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ซึ่งในปัจจุบัน (พ.ศ. 2558) ยังเป็นโรงพยาบาลขนาดเล็กดังนั้น ผลการศึกษาจึงไม่สามารถใช้เป็นตัวแทนของผู้ป่วยโรคเรื้อรังอื่นๆ ได้ รวมทั้งอาจใช้เป็นตัวแทนของกลุ่มประชากรอื่นได้เฉพาะในบริบทของโรงพยาบาลที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน

ผลการศึกษาในครั้งนี้ พบปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับภาวะซึมเศร้าและภาวะวิตกกังวลในผู้ป่วยสูงอายุที่มีโรคเรื้อรังหลายปัจจัย ซึ่งเป็นองค์ความรู้สำคัญที่บุคลากรทางสาธารณสุขพึงตระหนักถึงและนำไปประยุกต์ใช้เป็นข้อมูลปัจจัยเสี่ยงสำหรับคัดกรองหาภาวะซึมเศร้าและวิตกกังวลในผู้ป่วยโรคเรื้อรังในชุมชนอันจะนำไปสู่การดูแลผู้ป่วยอย่างเป็นระบบต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาสาสมัครที่เข้าร่วมการศึกษาทุกท่าน บุคลากรประจำโรงพยาบาลคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการศึกษาวิจัย รวมทั้งมหาวิทยาลัยมหาสารคามที่ให้การสนับสนุนงบประมาณการทำวิจัยครั้งนี้และขอขอบพระคุณ ท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์สุชเชริณ ตั้งวงษ์ไชย ที่กรุณาตรวจทานต้นฉบับให้แก่ผู้วิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข. ยุทธศาสตร์ ตัวชี้วัด และแนวทางการจัดเก็บข้อมูล กระทรวงสาธารณสุข ปีงบประมาณ พ.ศ. 2558. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก; 2557.
2. กลุ่มภารกิจด้านข้อมูลข่าวสารสุขภาพ สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข. สรุปรายงานการป่วย พ.ศ. 2556. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก; 2556.
3. อมรา ทองหงษ์, กมลชนก เทพสิทธิ์, ภาคภูมิ จงพิริยอนันต์. รายงานการเฝ้าระวังโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง พ.ศ. 2555. รายงานการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาประจำสัปดาห์ 2556;51:801-808.
4. Clarke DM, Currie KC. Depression, anxiety and their relationship with chronic diseases: a review of the epidemiology, risk and treatment. *Medical journal of Australia* 2009;190(7 Suppl):S54-60.
5. DiMatteo MR, Lepper HS, Croghan TW. Depression is a risk factor for noncompliance with medical treatment: meta-analysis of the effects of anxiety and depression on patient adherence. *Archives of internal medicine* 2000;160(14):2101-7.
6. Moussavi S, Chatterji S, Verdes E, Tandon A, Patel V, Ustun B. Depression, chronic diseases, and decrements in health: results from the World Health Surveys. *The Lancet* 2007;370:851-858.
7. Smarr KL, Keefer AL. Measures of depression and depressive symptoms: BDI-II, CES-D, GDS, HADS, and PHQ-9. *Arthritis care & research* 2011;63:S454-S466.
8. Bjelland I, Dahl AA, Haug TT, Neckelmann D. The validity of the Hospital Anxiety and Depression Scale: an updated literature review. *Journal of psychosomatic research* 2002;52(2):69-77.
9. Helvik AS, Engedal K, Skancke RH, Selbaek G. A psychometric evaluation of the Hospital Anxiety and Depression Scale for the medically hospitalized elderly. *Nordic journal of psychiatry* 2011;65(5): 338-44.
10. ธนา นิลชัยโกวิท, มาโนช หล่อตระกูล, อุมารณไพศาล สุทธิเดช. การพัฒนาแบบสอบถาม Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) ฉบับภาษาไทยในผู้ป่วยโรค มะเร็ง. *วารสารสมาคมจิตแพทย์แห่งประเทศไทย* 2539; 41(1):18-30.
11. เทพฤทธิ์วงศ์ภูมิ, จักรกฤษณ์สุขยิ่ง, อุมารณไพศาลไพศัล. ความชุกของโรคซึมเศร้าในประชากรสูงอายุจังหวัด เชียงใหม่. *วารสารสมาคมจิตแพทย์แห่งประเทศไทย* 2554;56(2):103-116.
12. อิทธิพลพลเยี่ยม, สุกนธาศิริ, พิมพ์สุรางค์เดชะบุญเสริมศักดิ์, ดุสิตสุจิราวัฒน์. ความชุกและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าในผู้สูงอายุที่เจ็บป่วยด้วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรังจังหวัดร้อยเอ็ด. *รวมบทความการประชุมวิชาการ เสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา* 2557;15:1848-1854.
13. Bryant C, Jackson H, Ames D. The prevalence of anxiety in older adults: methodological issues and a review of the literature. *Journal of affective disorders* 2008;109(3):233-250.
14. Gellis ZD, Kim EG, McCracken SG. Chapter 2: anxiety disorders in older adults [Internet]. 2014 [cited 2015 Jul 1]. Available from: <http://www.cswe.org/File.aspx?id=75794>.
15. Rabkin J, Charles E, Kass F. Hypertension and DSM-III depression in psychiatric outpatients. *American journal of psychiatry* 1983;140(8):1072-4.
16. Scalco AZ, Scalco MZ, Azul JBS, Neto FL. Hypertension and depression. *Clinics* 2005;60:241-250.
17. สุรัชย์ คำภักดี. ความชุกของโรคซึมเศร้าในผู้ป่วยโรคเรื้อรัง. *วารสารการแพทย์ โรงพยาบาลศรีสะเกษ สุรินทร์ บุรีรัมย์* 2555;27(2):107-112.
18. Ringoir L, Pedersen SS, Widdershoven JWMG, Pop VJM. Prevalence of psychological distress in elderly hypertension patients in primary care. *Netherlands Heart Journal* 2014;22(2):71-76.
19. Ali S, Stone MA, Peters JL, Davies MJ, Khunti K. The prevalence of co-morbid depression in adults with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Diabetic Medicine* 2006;23:1165-1173.
20. นิตยา จรัสแสง, ศิริพร มงคลถาวรชัย, เพชรรัตน์ บุตะเขี้ยว, สมลักษณ์ บุญจันทร์ และคณะ. ภาวะซึมเศร้าในผู้ป่วยโรคเรื้อรัง. *วารสารสมาคมจิตแพทย์แห่งประเทศไทย* 2555;57(4):439-446.
21. Grigsby AB, Anderson RJ, Freedland KE, Clouse RE,

- Lustman PJ. Prevalence of anxiety in adults with diabetes: a systematic review. *Journal of psychosomatic research* 2002;53(6):1053-1060.
22. Palmer S, Vecchio M, Craig JC, Tonelli M, Johnson DW, Nicolucci A, et al. Prevalence of depression in chronic kidney disease: systematic review and meta-analysis of observational studies. *Kidney international* 2013;84:179-191.
23. Theofilou P. Depression and anxiety in patients with chronic renal failure: the effect of sociodemographic characteristics. *International journal of nephrology* 2011;article ID 514070,6 pages.
24. สุทธานันท์ ชุนแจ่ม, โสภิตา แสงอ่อน, ทศนา ทวีคุณ. การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภาวะซึมเศร้าในประเทศไทย. *Rama nursing journal* 2011;17(3):412-429.
25. Cole MG, Dendukuri N. Risk factors for depression among elderly community subjects: a systematic review and meta-analysis. *American journal of psychiatry* 2003;160:1147-1156.
26. Bosworth HB, Bartash RM, Olsen MK, Steffens DC. The association of psychosocial factors and depression with hypertension among older adults. *Geriatric Psychiatry* 2003;18:1142-1148.
27. Hardeveld F, Spijker J, Graaf RD, Hendriks SM, Licht CMM, Nolen WA, et. al. Recurrence of major depressive disorder across different treatment settings. *Journal of affective disorders* 2013;147:225-231.
28. Sullivan PF, Neale MC, Kendler KS. Genetic epidemiology of major depression: review analysis. *American journal of psychiatry* 2000;157:1552-1562.
29. Gellis ZD, Kim EG, McCracken SG. Chapter 2: anxiety disorders in older adults [Internet]. 2014 [cited 2015 Jul 1]. Available from: <http://www.cswe.org/File.aspx?id=75794>.
27. Hettema JM. What is the genetic relationship between anxiety and depression. *American journal of medical genetics* 2008;148C(2):140-6.

ภาวะสุขภาพและสิ่งคุกคามสุขภาพของผู้กรีดยางพารา กรณีศึกษา: ตำบลหนองแวง และกลางใหญ่ อำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี

Health Status and Health Hazards of Rubber Tree Tappers: A Case Study in Nong Waeng and Klang Yai Sub-districts, Ban Phue District, Udon Thani Province

อภิญา ไพรสินธุ์,¹ อุไรวรรณ อินทร์ม่วง²

Apinya Phraisin,¹ Uraiwan Inmuong²

Received: 28 August 2015; Accepted: 30 October 2015

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาภาวะสุขภาพของผู้กรีดยางพารา 2) ศึกษาสิ่งคุกคามสุขภาพในขั้นตอนการทำงาน 3) ศึกษาสภาพแวดล้อมในการทำงาน 4) ศึกษาการปฏิบัติตนขณะปฏิบัติงานของผู้กรีดยางพารา เก็บข้อมูลด้วยแบบสัมภาษณ์จากเกษตรกรสวนยางพารา จำนวน 150 คน ของตำบลหนองแวงและกลางใหญ่ อำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี ผลการวิจัยพบว่า 1. ภาวะสุขภาพจากการกรีดยางพารา มีดังนี้ ผลกระทบต่อสุขภาพทางกาย ส่วนใหญ่มีอาการปวดหลัง ปวดเอว ปวดเข่า ปวดขาและปวดกล้ามเนื้อตามร่างกาย ผลกระทบสุขภาพทางจิต ส่วนใหญ่มีความเครียดจากราคาน้ำยางพารา มีอาการเหนื่อยล้าจากการกรีดยางพารา และผลกระทบต่อสุขภาพทางสังคม รายได้จากผลผลิตสวนยางพาราลดลง สมาชิกในครอบครัวดูแลช่วยเหลือซึ่งกันและกัน 2. สิ่งคุกคามสุขภาพด้านเคมี สารเคมีที่ใช้ส่วนมากนิยมใช้กรดซัลฟิวริก ด้านชีวภาพ ได้แก่ ตะขาบ แมงป่อง แมลง/ยุง ด้านกายภาพ แสงสว่างไม่เพียงพอ และด้านกรรกายศาสตร์ มีความเสี่ยงสูงจากการใช้มือและข้อมือทำงานซ้ำๆ ในขั้นตอนของการผลิตยางก้อนถ้วย 3. ผู้กรีดยางพารามีระยะเวลาในการทำสวนยางพารา เฉลี่ย 4.7 ปี พื้นที่ในการกรีดยางพารา เฉลี่ย 15.7 ไร่ ลักษณะยางพาราที่นำไปขาย ส่วนมากเป็นยางก้อนถ้วย ช่วงเวลาการกรีดยางพาราส่วนใหญ่ เวลา 03.00 ถึง 06.00 น. จำนวนชั่วโมงในการกรีดยางพารา เฉลี่ย 3.7 ชั่วโมง 4. ผู้กรีดยางพารานั้น ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 60.7 อายุ เฉลี่ย 43.4 ปี อุปกรณ์ที่ใช้ในการป้องกันตนเอง ได้แก่ รองเท้าบูท เสื้อกางเกงขายาว และถุงมือยาง ส่วนใหญ่เคยเกิดอุบัติเหตุจากขั้นตอนการกรีดยางพารา เกิดจากมีดกรีดยางพาราบาดมือ ร้อยละ 52.0 และส่วนใหญ่มีมีอาการบาดเจ็บเล็กน้อย

คำสำคัญ: ภาวะสุขภาพ สิ่งคุกคามสุขภาพ ผู้กรีดยางพารา

Abstract

The objectives are to study, 1) health status, 2) occupational health hazards, 3) working environment and 4) behavior of rubber tree tappers while working in Nong Waeng and Klang Yai Sub-districts, Ban Phue District, Udon thani Province. Data were collected using interviews with 150 rubber tree tappers. The result showed that, 1. The reported health impacts of rubber tree tappers included lower back ache, knee pain, leg pain, and muscle pain in the body. Mental health impacts included stress due to the price of rubber and fatigue. Social health impacts included income from decrease in rubber product and family members helping each other. 2. Chemical hazards were organic acids. Biological hazards were centipedes, scorpions, insects and mosquitoes. Physical hazards were poor lighting. The ergonomics of forming rubber cub lumps puts rubber tree tappers at high risk for injuries from repetitive hand and wrist

¹ นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002,

¹ Master student of Faculty of Public Health, Khon Kaen University.

² Associate Professor, Department of Environmental Health Science, Faculty of Public Health, Khon Kaen University, Meuang District, Khon Kaen Province 40002, Thailand.

* Corresponding author; Uraiwan Inmuong, Faculty of Public Health, Khon Kaen University, Meuang District, Khon Kaen Province 40002, Thailand. uraiwan@kku.ac.th

motions. 3. The average work experience of the sample group was 4.7 years. Each rubber tree tapper typically tended to an area of less than 20 Rai each day (average area of 15.7 Rai) (Rai = a unit of area equivalent to 1,600 square meters or 0.4 acre). Nearly all rubber tree tappers produce rubber cup lump for sale. Most rubber tree tappers work early in the morning, such as 3:00 to 6:00 am., an average time of 3.7 hours. 4. The sample group of rubber tree tappers were composed of 60.7% males, at an average age of 43.4 years. Personal protective equipment (PPE) included boots, trousers and rubber gloves. The most reported work-related injury was a cut caused by a knife (52.0 %). Most injuries were minor.

Keywords: Health Status, Health Hazards, Rubber Tree Tapper

บทนำ

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย และมีการผลิตเป็นอันดับหนึ่งของโลก ปี พ.ศ.2556 ผลผลิตยางธรรมชาติประเทศไทย ปริมาณการผลิต 4,170,428 เมตริกตัน ซึ่งมีปริมาณการส่งออก 3,664,941 เมตริกตัน¹ ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยาง 18.76 ล้านไร่ เป็นผู้ผลิตและส่งออกยางมากที่สุดของโลก มีปริมาณการผลิต 3.57 ล้านตัน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 33 ของปริมาณการผลิตยางธรรมชาติของโลก การส่งออก 2.95 ล้านตัน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 36 ของปริมาณการส่งออกยางธรรมชาติของโลก²ราคาของน้ำยางพารา มีแนวโน้มที่สูงขึ้นทำให้เกษตรกร มีความหวังของผลผลิตเป็นอย่างมาก โดยเฉลี่ยประมาณ 10-15 ไร่ต่อครัวเรือน ซึ่งนโยบายของทางราชการส่งเสริมให้มีการปลูกยางพาราเพิ่มขึ้น ในปี พ.ศ.2554-2557 โดยมีเป้าหมายเพิ่มขึ้นประมาณ 5,000-15,000 ไร่ ในเขตพื้นที่ของอำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี³

ประชาชนอำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานีนั้นมีการประกอบอาชีพทำสวนยางพาราเป็นส่วนใหญ่ พื้นที่ปลูกยางพาราประมาณ 49,976 ไร่³ ตำบลกลางใหญ่และตำบลหนองแวงนั้นมีการปลูกยางพาราเป็นจำนวนมาก ผลผลิตของยางพาราเฉลี่ยต่อไร่ 246 กิโลกรัม ราคาต่ำสุด 65 บาท/กิโลกรัม ราคาสูงสุด 120-165 บาท/กิโลกรัม รวมถึงเกษตรกรสวนยางพาราในตำบลหนองแวงและกลางใหญ่มีจำนวนมาก ดังนี้ 248 คนและ 529 คน ตามลำดับ³ ตำบลหนองแวงและกลางใหญ่ นิยมแปรรูปน้ำยางดิบเป็นยางก้อนถ้วย ซึ่งเป็นวิธีการที่ทำได้ง่าย สะดวก ประหยัดค่าใช้จ่ายการผลิต ใช้เวลาและแรงงานน้อย⁴ สิ่งคุกคามทางกายภาพจากการสัมผัสฝุ่นจากปุ๋ยคอกในขั้นตอนการใส่ปุ๋ย สิ่งคุกคามทางเคมีมีความเสี่ยงสูงจากการสัมผัสกรด ฟอสฟอริกในขั้นตอนการผลิตแผ่นยาง สิ่งคุกคามทางชีวภาพมีความเสี่ยงสูงจากการสัมผัสยุงและแมลงในขั้นตอนการผลิตแผ่นยาง สิ่งคุกคามทางการยศาสตร์มีความเสี่ยงสูงจากการใช้มือและข้อมือทำงานซ้ำๆในขั้นตอนการกรีดยาง⁵ การเกิดอุบัติเหตุจากการทำสวนยางพารา การ

บาดเจ็บที่ได้รับ คือ บาดเจ็บเล็กน้อยไม่ต้องหยุดงาน ลักษณะอาการที่เกิดขึ้นกับร่างกาย คือ อาการฟกช้ำ เคล็ด ขัดยอกกับอวัยวะต่างๆ อวัยวะที่ได้รับบาดเจ็บมากที่สุดคือ เอว หลัง⁶ และอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อของผู้สูงอายุที่มีอาชีพกรีดยางพารา ตำแหน่งที่มีอาการปวดมากที่สุด คือหลังส่วนล่าง⁷ อาการเจ็บป่วยในระบบโครงร่างกล้ามเนื้อสูงสุด คือปวดกล้ามเนื้อขาปวดกล้ามเนื้อหลัง ระบบทางเดินหายใจและผิวหนังที่พบ คือ อาการน้ำมูกไหล ไอ จาม แสบจมูก และผื่นแพ้ตามผิวหนัง⁸ อัตราป่วย 5 อันดับแรกของผู้ป่วยใน ปี พ.ศ. 2557 ของอำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี กลุ่มโรคของระบบหายใจเป็นอันดับ 2 อัตราป่วย:พันประชากรเท่ากับ 1.2 และ 5 อันดับกลุ่มโรคผู้ป่วยนอก โรคระบบกล้ามเนื้อ เป็นอันดับ 2 อัตราป่วย: พันประชากร เท่ากับ 108.55 และโรคระบบทางเดินหายใจเป็นอันดับ 5 อัตราป่วย: พันประชากร เท่ากับ 49.609 จากอาการป่วยข้างต้นของประชาชนในอำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานีนั้น อาจมีสาเหตุบางประการมาจากการประกอบอาชีพกรีดยางพารา ซึ่งสัมผัสในขั้นตอนการหยอดน้ำกรดฟอสฟอริก รวมถึงขั้นตอนในการกรีดยางพาราส่งผลทำให้เกิดอาการเกี่ยวกับโรคระบบทางเดินหายใจ ระบบกล้ามเนื้อและกระดูก เนื่องจากตำบลหนองแวงและกลางใหญ่ มีการประกอบอาชีพทำสวนยางพาราเป็นจำนวนมาก

จากข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจศึกษาผลกระทบสุขภาพของผู้กรีดยางพาราในตำบลหนองแวงและกลางใหญ่ อำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี ซึ่งผู้ปฏิบัติงานเหล่านี้ควรได้รับการดูแลสุขภาพ เนื่องจากระยะเวลาการทำงานเป็นเวลานาน และยังคงอยู่กับอาชีพนี้เป็นเวลานาน การศึกษานี้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการวางแผนพัฒนาสุขภาพ รวมถึงความเสี่ยงจากสิ่งคุกคามในการประกอบอาชีพนี้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาภาวะสุขภาพของผู้กรีดยางพารา ตำบลหนองแวงและกลางใหญ่ อำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี

2. เพื่อศึกษาสิ่งคุกคามสุขภาพในขั้นตอนการทำงานของผู้กรีดยางพาราตำบลหนองแวงและกลางใหญ่ อำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี
3. เพื่อศึกษาสภาพแวดล้อมในการทำงานของผู้กรีดยางพาราตำบลหนองแวงและกลางใหญ่ อำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี
4. เพื่อศึกษาการปฏิบัติตนขณะปฏิบัติงานของผู้กรีดยางพาราตำบลหนองแวงและกลางใหญ่ อำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี

วิธีการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional descriptive study)

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากร คือ ผู้กรีดยางพาราในสวนยางพาราเขตตำบลหนองแวงและกลางใหญ่ อำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี จำนวน 777 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้กรีดยางพารา จำนวน 150 คน โดยมีเกณฑ์การคัดเลือก คือ เป็นเกษตรกรสวนยางพาราที่มีภูมิสำเนาและอาศัยในตำบลหนองแวงและกลางใหญ่ อำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี มีอายุ 18 ปีขึ้นไปและมีพื้นที่สวนยางพาราที่เปิดกรีดแล้ว โดยมีสูตรการคำนวณขนาดตัวอย่าง กรณีทราบขนาดประชากร 10 ดังนี้

$$n = \frac{NZ_{\alpha/2}^2 P(1-P)}{e^2(N-1) + Z_{\alpha/2}^2 P(1-P)}$$

เมื่อ n = ขนาดตัวอย่าง
 N = จำนวนประชากรทั้งหมด
 $Z_{\alpha/2}$ = 1.96 e
 e = 0.05 ความกระชับของการประมาณค่า
 P = 0.866 ค่าสัดส่วนผลกระทบต่อสุขภาพในการทำแผ่นยางพาราโดยใช้กรดฟอร์มิกร้อยละ 86.6 ได้จากการศึกษาของวรารกร¹¹ ได้ศึกษาพฤติกรรมและการได้รับอันตรายจากกรดฟอร์มิคของเกษตรกรที่ทำแผ่นยางพาราตำบลนาสิงห์ อำเภอสรีวิไล จังหวัดหนองคาย

2.3 กลุ่มตัวอย่างเป็นวิธีสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบ (Systematic random sampling)¹² ทำการสุ่มแบบสุ่มเป็นช่วงๆ โดยดำเนินการดังนี้

2.3.1 กำหนดหมายเลขตามบัญชีรายชื่อของผู้กรีดยางพารา

2.3.2 กำหนดช่วงของการสุ่ม

2.3.3 ทำการสุ่มหาตัวสุ่มเริ่มต้น

2.3.4 นับหน่วยของตัวอย่าง นับไปตามช่วงของการสุ่ม เช่น ต้องการสุ่มผู้กรีดยางพาราจำนวน 150 คน จากผู้กรีดยางพาราทั้งหมด 777 คน แล้วเอาลำดับที่แต่ละคนมาเรียงจากมากไปน้อย แล้วทำการสุ่ม ซึ่งจะสุ่มทุกๆ 5 คน เอามา 1 คน สมมติเมื่อสุ่มลำดับที่ที่ดำเนินตัวอย่างครั้งแรก ได้หมายเลข 005 หลังที่สองที่ตกเป็นตัวอย่าง ได้แก่ หมายเลข 015 ลำดับหลังที่สามและหลังต่อๆไปจะได้หมายเลข 025,035,045,.....,775 รวมกลุ่มตัวอย่างประชากรทั้งสิ้น 150 คน เป็นต้น ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการขอรับการพิจารณาและรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่นแล้ว

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบสัมภาษณ์และแบบสำรวจ มีการกำหนดแบบสัมภาษณ์และพัฒนาเครื่องมือโดยเจ้าหน้าที่สาธารณสุขในเขตพื้นที่ศึกษาวิจัย ประกอบด้วย 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ เพศ อายุ การศึกษา สถานภาพสมรส สมาชิกในครอบครัว อาชีพหลัก อาชีพรอง การจ้างแรงงานในสวนยางพารา โดยการแบ่งสัดส่วนรายได้เจ้าของสวนยางพารากับผู้รับจ้างกรีดยางพารา ระยะเวลาในการทำสวนยางพารา พื้นที่ในการกรีดยาง/รับจ้างกรีดยาง รายได้ครอบครัวจากการกรีดยาง ลักษณะของยางพาราที่นำส่งขาย และโรคประจำตัว

ส่วนที่ 2 สภาพแวดล้อมและลักษณะในการทำงาน ได้แก่ สภาพที่พักอาศัย การพักอาศัยในสวนยางพารา ระยะทางที่พักมายังสวนยางพารา การเดินทางมายังสวนยางพารา สภาพถนน ช่วงเวลาในการกรีดยางพารา จำนวนครั้งในการพักขณะกรีดยางพารา สารเคมีที่ใช้ในการทำยาง ถ้วย อุปกรณ์ส่องสว่างในการกรีดยางพารา อุปกรณ์ที่ใช้ในการป้องกันตนเองในการกรีดยางพารา และระดับความสูงของหน้ายางที่กรีด

ส่วนที่ 3 ข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงาน ได้แก่ การได้รับบาดเจ็บ/อุบัติเหตุจากการทำสวนยางพารา การเจ็บ/อุบัติเหตุที่ได้รับ ลักษณะอาการบาดเจ็บ/อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับร่างกาย และอวัยวะที่ได้รับบาดเจ็บ/อุบัติเหตุ

ส่วนที่ 4 ผลกระทบต่อสุขภาพจากการปฏิบัติงาน ได้แก่ ผลกระทบต่อสุขภาพทางด้านร่างกาย ด้านจิต และด้านสังคม

แบบสำรวจ เป็นการสำรวจสภาพแวดล้อมในการทำงาน พฤติกรรมขณะปฏิบัติงานและสิ่งคุกคามสุขภาพของผู้กรีดยางพารา โดยได้ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงจากผู้เชี่ยวชาญและทรงคุณวุฒิแล้ว ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสำรวจสภาพแวดล้อมการทำงาน ประกอบด้วย สถานที่พักอาศัย การจัดการน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางก้อนถ้วย และความสูงของหน้ายางโดยเฉลี่ย

ส่วนที่ 2 แบบสำรวจพฤติกรรมขณะปฏิบัติงานของผู้กรีดยางพารา ประกอบด้วย ลักษณะอุปกรณ์และเครื่องที่ใช้ อุปกรณ์ป้องกันตนเองและลักษณะในการทำงาน พฤติกรรมเสี่ยงขณะกรีดยางพารา

ส่วนที่ 3 แบบสำรวจสิ่งคุกคามสุขภาพของผู้กรีดยางพาราในขั้นตอนการทำงานก่อนถ้วย ประกอบด้วย แต่ละขั้นตอนของการทำยางก้อนถ้วยนั้น เกิดสิ่งคุกคามสุขภาพด้านกายภาพ ชีวภาพ เคมี และการยศาสตร์

การตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีผู้เชี่ยวชาญและทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน คือ ผศ.ดร. ยรรยงค์ อินทร์ม่วง (คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม) ผศ.ดร. ภาณี ฤทธิมาก (ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น) และนางสมปอง พรหมพลจร (นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการ สำนักงานสาธารณสุขอำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี)

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 แนะนำตนเองและทำความเข้าใจกับผู้นำชุมชน อาสาสมัครสาธารณสุข และกลุ่มเกษตรกรผู้กรีดยางพารา โดยชี้แจงโครงการ วัตถุประสงค์ของการวิจัย

4.2 ผู้วิจัยเก็บข้อมูลในพื้นที่ที่กำหนดให้ครบถ้วนตามจำนวนขนาดตัวอย่าง

4.3 สัมภาษณ์รายบุคคลตามแบบสัมภาษณ์ โดยสัมภาษณ์ข้อมูลทั่วไป สภาพแวดล้อมและลักษณะในการทำงาน ข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงาน และผลกระทบต่อสุขภาพจากการปฏิบัติงาน

4.4 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมและตรวจสอบความสมบูรณ์ของชุดแบบสัมภาษณ์ในแต่ละวัน หากพบความไม่สมบูรณ์หรือบกพร่อง จะกลับไปเก็บข้อมูลซ้ำอีกครั้งจนครบถ้วน

4.5 ทำการลงรหัสข้อมูลวิจัยเพื่อเตรียมการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

เป็นการใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive sta-

tistics) โดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรผู้กรีดยางพารา ผู้กรีดยางพาราเป็นเพศชาย ร้อยละ 60.7 เพศหญิงร้อยละ 39.3 ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 30-44 ปีร้อยละ 41.3 มีอายุเฉลี่ย 43.4 ± 11.9 ปี มีสถานภาพสมรสอยู่ร่วมกัน ร้อยละ 84 สำเร็จการศึกษาสูงสุดระดับประถมศึกษา ร้อยละ 61.3 จำนวนสมาชิกในครอบครัว 3-6 คน ร้อยละ 64.0 อาชีพหลักประกอบอาชีพเป็นเจ้าของสวนยางพารา ร้อยละ 58.7 การจ้างแรงงานในสวนยางพารา ส่วนใหญ่ไม่ได้จ้างแรงงาน/กรีดยางเอง ร้อยละ 60.0 พื้นที่ในการกรีดยางพารา/รับจ้างกรีดยางพารา น้อยกว่า 20 ไร่ ร้อยละ 73.3 ค่าเฉลี่ย 15.7 ± 9.8 ไร่ ระยะเวลาในการทำสวนยางพาราน้อยกว่า 5 ปี ร้อยละ 69.3 รายได้เฉลี่ยครอบครัวจากการกรีดยางพารา คือ $12,608.0 \pm 8,245.2$ บาท/เดือน รายได้รวมทั้งหมดเฉลี่ย $17,504.0 \pm 10,531.8$ บาท/เดือน จำนวนสมาชิกในครอบครัวที่กรีดยาง น้อยกว่า 3 คน ร้อยละ 88.0 ลักษณะของยางพาราที่นำส่งขาย คือ ยางก้อนถ้วย ร้อยละ 99.3 ผู้กรีดยางพารานั้นมีโรคประจำตัว ร้อยละ 26.7

สภาพแวดล้อมและลักษณะขั้นตอนการทำงานก่อนถ้วย

ส่วนใหญ่อยู่นอกบริเวณสวนยางพารา ร้อยละ 78.0 การพักอาศัยในสวนยางพารา ส่วนใหญ่ไม่เคยพักเลย ร้อยละ 60.7 ระยะทางจากที่พักอาศัยมายังสวนยางพารา 0-5 กิโลเมตร ร้อยละ 83.4 การเดินทางมายังสวนยางพารา รถจักรยานยนต์ ร้อยละ 88.7 สภาพถนนบนเส้นทางไปยังสวนยางพารา ถนนลูกรัง ร้อยละ 86.0 ช่วงเวลาในการกรีดยางพารา ได้แก่ เวลา 03.00-06.00 น. ร้อยละ 16.0 จำนวนชั่วโมงในการกรีดยางพาราแต่ละครั้ง ส่วนใหญ่ใช้เวลา 3 ชั่วโมง ค่าเฉลี่ย 3.7 ± 1.5 ชั่วโมง ส่วนใหญ่ไม่พักขณะกรีดยางพารา ร้อยละ 59.3 สารเคมีที่ใช้ในการทำยางก้อนถ้วย ส่วนมากนิยมใช้กรดชีวภาพ (กรดชีวภาพ เป็นกรดที่จัดอยู่ในประเภทกรดอ่อนสูตรพิเศษที่ปรับปรุงขึ้น ใช้สำหรับกระบวนการจับตัวน้ำยาง กลิ่นไม่ฉุนไม่เกิดสารตกค้างในยาง และไม่เป็นอันตรายกับหน้ายาง เหมาะสำหรับการทำให้ยางที่ตีมีคุณภาพดี ได้เนื้อยางสูง หน้าหนักดี ตรงตามความต้องการของผู้ใช้) ร้อยละ 82.0 อุปกรณ์ส่องสว่างในการกรีดยางพารา นิยมใช้ไฟจากหม้อแบตเตอรี่ ร้อยละ 100.0 อุปกรณ์ที่ใช้ในการป้องกันตนเองในการกรีดยางพารา รองเท้าบูท ร้อยละ 89.3 ถุงมือยาง ร้อยละ 25.3 ผ้าปิดปากปิดจมูก ร้อยละ 13.3 อื่นๆ คือ สวมเสื้อและกางเกงขายาว ร้อยละ 78.7 ระดับความสูงของหน้ายางที่กรีดยาง

ในปัจจุบัน อยู่ระดับเอว ร้อยละ 34.7 การเกิดอุบัติเหตุจากชั้น
ตอนการทำยางก้อนถ้วย เกษตรกรผู้กรีดยางพาราที่เคยได้รับ
บาดเจ็บ/อุบัติเหตุจากการทำสวนยางพารา ร้อยละ 52.0 ส่วน
ใหญ่เคยเกิดอุบัติเหตุจากการทำงาน ได้แก่ มีดกรีดยางพารา
บาดมือ น้ำยางกระเด็นเข้าตาขณะแกะยางก้อนถ้วย และ
ตะขามแมลงป้องกัน/ต่อย การบาดเจ็บ/อุบัติเหตุที่ได้รับ
ส่วนใหญ่มีการบาดเจ็บเล็กน้อย ร้อยละ 49.3 ลักษณะอาการ

บาดเจ็บ/อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับร่างกาย คือ เกิดอาการบาดเจ็บ/
ระคายเคืองต่อดวงตา ร้อยละ 26.7 อวัยวะที่ได้รับบาดเจ็บ/
อุบัติเหตุ คือ มือ/ข้อมือ ร้อยละ 33.4 ภาวะสุขภาพจากการ
กรีดยางพารา ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ผลกระทบต่อ
สุขภาพด้านกาย ผลกระทบต่อสุขภาพด้านจิต และผลกระทบต่อ
สุขภาพด้านสังคมจากการตอบแบบสัมภาษณ์

Table 1 Health status in rubber tapping

Health status in rubber tapping	Number (n=150)	Percentage
1. Physical health impacts		
Health problems/illness from tapping in 1 year round (can choose more than one item)		
no symptoms	17	11.3
Headache	20	13.3
feel queasy	6	4.0
stuffed nose, cough, suffocation	5	3.3
nail/finger injuries	4	2.7
Eczema	5	3.3
Eczema and itches	26	17.3
desquamation	7	4.7
burning pain	25	16.7
Epidemic Hemorrhagic, sore eye	12	8.0
Backache, waist ache, knee pain, fibromyalgia	126	84.0
Sprain and Strain, De quervain's Tenosynovitis	19	12.7
Dyspepsia	-	-
Gastritis / Enterocolitis	-	-
Nail fungus	-	-
Allergy/Asthma	-	-
Pterygium, Blurred vision	26	17.3
2. Mental health impacts		
better lives		
yes	67	44.7
no	83	55.3
Happy with hope		
yes	14	9.3
no	136	90.7
Pride of the career of tapping		
yes	11	7.3
no	139	92.7
This career helps rely on oneself		
yes	95	63.3
no	55	36.7

Table 1 (Cont.) Health status in rubber tapping

Health status in rubber tapping	Number (n=150)	Percentage
health worry		
yes	38	25.3
no	112	74.7
exhausted from tapping		
yes	78	52.0
no	72	48.0
Stress from latex price		
yes	117	78.0
no	33	22.0
drowsy, cheerless		
yes	-	-
no	150	100.0
Others		
yes	1	0.7
no	149	99.3
3. Social health impacts		
Family members help each other		
yes	58	38.7
no	92	61.3
Consult together on problems from working		
yes	26	17.3
no	124	82.7
income increases from rubber production		
yes	105	70.0
no	45	30.0
common activities decrease in community		
yes	28	18.7
no	122	81.3
conflicts arises in community		
yes	4	2.7
no	146	97.3
Others		
yes	5	3.3
no	145	96.7

จาก (Table 1) ภาวะสุขภาพของผู้กรีดยางพาราพบว่าผู้กรีดยางพารามีผลกระทบต่อสุขภาพทางกาย ปัญหาสุขภาพ/การเจ็บป่วยเนื่องจากการกรีดยางพาราในรอบ 1 ปีที่ผ่านมา มีดังนี้ ปวดหลัง ปวดเอว ปวดเข่า ปวดขา ปวดกล้ามเนื้อตามร่างกาย ร้อยละ 84.0 โรคต่อเนื้อ ตาพร่ามัว ร้อยละ 17.3 ผื่นแดง และคันตามผิวหนัง ร้อยละ 17.3 ผลกระทบต่อสุขภาพทางจิต ความเครียดจากราคาน้ำยางพารา ร้อยละ 78.0

เป็นอาชีพที่สามารถพึ่งพาตัวเองได้ ร้อยละ 63.3 เหนื่อยล้าจากการกรีดยางพารา ร้อยละ 52.0 ผลกระทบต่อสุขภาพทางสังคม เนื่องจากราคาน้ำยางพาราลดลง จึงส่งผลให้เกษตรกรผู้กรีดยางพารา มีรายได้ลดลงจากผลผลิตทางการทำสวนยางพารา ร้อยละ 70.0 คนในครอบครัวช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ร้อยละ 38.7

Table 2 Environment and process of molding rubber cub lump

Environment and process	Number (n=150)	Percentage
1. breaks while working		
None	89	59.3
1 time	47	31.3
2 times	11	7.3
3 times	1	0.7
4 times	2	1.3
2. Break period		
None	89	59.3
5-15 minutes	45	30.0
16-30 minutes	12	8.0
31-60 minutes	4	2.7
Average 6.6 ±11.9 minutes		
3. Chemicals in the process		
Formic acid	13	8.7
Sulfuric acid	4	2.6
Organic acid	123	82.0
Alum	10	6.7
Others	-	-
4. lighting devices in working		
Lamp	-	-
Electric Torch	-	-
Light from a battery	150	100.0
Others	-	-
5. Protection devices in working		
5.1 masks	20	13.3
5.2 rubber gloves	38	25.3
5.3 Boots	134	89.3
5.4 chemical suit	2	1.3
5.5 Others		
Shirt and trousers	118	78.7
6. height of tapping opening		
Below knee	35	23.3
Waist level	52	34.7
Chest level	35	23.3
Eye level	15	10.0
Higher than head	3	2.0
Others	10	6.7

จาก (Table 2) การสำรวจสภาพแวดล้อมการทำงานของผู้กรีดยางพาราพบว่า สภาพที่พักอาศัยอยู่ในบริเวณสวนยางพารา ร้อยละ 23.3 ใช้ที่พักอาศัยเป็นสถานที่เก็บสารเคมี ร้อยละ 23.3 ใช้ที่พักอาศัยเป็นสถานที่ประกอบอาหาร ร้อยละ 23.3 ผู้กรีดยางพาราไม่มีการแยกสถานที่พักอาศัยกับสถานที่

ผลิตยางพาราออกเป็นสัดส่วน ส่วนใหญ่สถานที่พักอาศัยไม่สามารถป้องกันสัตว์และแมลง ได้ และไม่มีการจัดการน้ำเสียจากกระบวนการ ทำยางก้อนถ้วย มีความสูงของหน้ายางโดยเฉลี่ย ต่ำกว่าเอวแต่ไม่เกินเข่า ร้อยละ 36.0

Table 3 Working environment of the rubber tree tappers

Working environment	Number (n=150)	Percentage
1. Devices and tools		
- Knife	150	100.0
- use a container for mixing acid, and pour for vulcanization	143	95.3
- use a plastic bottle or others for mixing acid	150	100.0
- use wooden stick or others to stir acid and latex in molding rubber cup lump	150	100.0
2. Protection devices in tapping		
- masks	41	27.3
- rubber gloves	68	45.3
- boots	150	100.0
3. Protection devices in tapping		
- Chemical suits	-	-
- shirt and trousers	126	84.0
3. Work behavior		
- head or back bending	144	96.0
- always standing	144	96.0
- always walking	147	98.0
- lifting loads over 50 kg (30 kg in women)	4	2.7
- repetitive moving of wrist	150	100.0
- always rising hands over shoulders	23	15.3
4. Risk behavior while working		
- drinking Alcohol	6	4.0
- drinking Energy drink	37	24.7
- drinking Coffee	96	64.0
- smoking	42	28.0
- others	-	-

จาก (Table 3) แสดงพฤติกรรมขณะปฏิบัติงานของผู้กรีดยางพารา ซึ่งลักษณะอุปกรณ์และเครื่องมือที่นิยมใช้กันเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ การใช้มีดกรีดยางพารา การใช้ขวดพลาสติกหรือภาชนะอื่นๆ ในการหยอดน้ำกรด การใช้แท่งไม้หรืออุปกรณ์อื่นๆ ในการคนน้ำกรดให้เข้ากันกับยางเป็นก้อนด้วย การใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองในการทำสวนยางพารา ได้แก่ รองเท้าบูท ร้อยละ 100.0 สวมเสื้อและกางเกงขายาว ร้อยละ 84.0 ถุงมือยาง ร้อยละ 45.3 ผ้าปิดปาก ปิดจมูก ร้อยละ 27.3 ส่วนลักษณะการทำงานในขั้นตอนของการกรีดยางพารา ได้แก่ มีการเคลื่อนไหวข้อมือซ้ำๆ ร้อยละ 100.0 เดินติดต่อกันเป็นประจำ ร้อยละ 98.0 ก้มหลังหรือศีรษะและยืนติดต่อกันเป็นประจำ ร้อยละ 96.0 และพฤติกรรมเสี่ยงในขณะกรีดยางพารา ส่วนใหญ่ดื่มกาแฟ ร้อยละ 64.0

ผลสำรวจสิ่งคุกคามสุขภาพของผู้กรีดยางพาราในขั้นตอนการทำยางก้อนถ้วย

จากการสำรวจสิ่งคุกคามสุขภาพของผู้กรีดยางพาราในขั้นตอนการทำยางก้อนถ้วย มีดังนี้

ขั้นตอนการกรีดยางพารา สิ่งคุกคามด้านกายภาพ แสงสว่างไม่เพียงพอ ร้อยละ 86.6 การระบายอากาศไม่ดี ร้อยละ 14.0 สิ่งคุกคามด้านชีวภาพ สัตว์มีพิษ/งู ร้อยละ 60.0 แมลง/ยุง ร้อยละ 40.0 สิ่งคุกคามด้านการยศาสตร์ การก้มงอในการกรีดยางเป็นเวลานาน ร้อยละ 96.0 การยืนหรือเดินติดต่อกันเป็นเวลานาน ร้อยละ 96.0 การเคลื่อนไหวมือหรือข้อมือซ้ำๆ ร้อยละ 100.0 ขั้นตอนการกรีดยางพารานี้จะใช้มือหรือข้อมือซ้ำๆ ในการกรีดยางพารา ใช้ระยะเวลาและ การกรีดยางในระดับความสูงที่ทำให้ปวดเมื่อย ร้อยละ 52.0

ขั้นตอนการหยอดน้ำกรดและคนให้เข้ากัน สิ่งคุกคามด้านกายภาพ แสงสว่างไม่เพียงพอ ร้อยละ 73.3 การระบายอากาศไม่ดี ร้อยละ 26.7 สิ่งคุกคามด้านเคมี การใช้กรดฟอร์มิค/กรดชีวภาพ ร้อยละ 100.0 การสัมผัสน้ำกรดทำให้เกิดการเป็น

พิษหรือมีอากาศระคายเคืองผิวหนัง ร้อยละ 40.0 สิ่งคุกคามด้านชีวภาพ สัตว์มีพิษ/งู ร้อยละ 56.7 แมลง/ยุง ร้อยละ 43.3 และสิ่งคุกคามด้านการเกษตร การก้มเงยในการกรีดยางเป็นเวลานาน ร้อยละ 96.0 การยืนหรือเดินติดต่อกันเป็นเวลานาน ร้อยละ 96.0 การเคลื่อนไหวมือหรือข้อมือซ้ำๆ ร้อยละ 100.0

ขั้นตอนการแกะยางถ้วย สิ่งคุกคามด้านกายภาพ แสงสว่างไม่เพียงพอ ร้อยละ 73.3 การระบายอากาศไม่ดี ร้อยละ 26.7 สิ่งคุกคามด้านเคมี การใช้กรดฟอร์มิค/กรดชีวภาพ ร้อยละ 100.0 การสัมผัสน้ำกรดทำให้เกิดการเป็นพิษหรือมีอากาศระคายเคืองผิวหนัง ร้อยละ 40.0 สิ่งคุกคามด้านชีวภาพ สัตว์มีพิษ/งู ร้อยละ 36.7 แมลง/ยุง ร้อยละ 43.3 และสิ่งคุกคามด้านการเกษตร การใช้มือสัมผัสยางถ้วยโดยตรง ร้อยละ 59.3 การก้มเงยในการกรีดยางเป็นเวลานาน ร้อยละ 100.0 การยืนหรือเดินติดต่อกันเป็นเวลานาน ร้อยละ 96.0

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมใส่ถุงและนำไปจำหน่าย สิ่งคุกคามด้านกายภาพ แสงสว่างไม่เพียงพอ ร้อยละ 40.0 การระบายอากาศไม่ดี ร้อยละ 13.3 สิ่งคุกคามด้านเคมี การใช้กรดฟอร์มิค/กรดชีวภาพ ร้อยละ 100.0 การสัมผัสน้ำกรดทำให้เกิดการเป็นพิษหรือมีอากาศระคายเคืองผิวหนัง ร้อยละ 40.0 สิ่งคุกคามด้านชีวภาพ สัตว์มีพิษ/งู ร้อยละ 33.3 แมลง/ยุง ร้อยละ 43.3 และสิ่งคุกคามด้านการเกษตร การใช้มือสัมผัสยางถ้วยโดยตรง ร้อยละ 59.3 การก้มเงยในการกรีดยางเป็นเวลานาน ร้อยละ 100.0 การยืนหรือเดินติดต่อกันเป็นเวลานาน ร้อยละ 96.0 และการยกของที่มีน้ำหนักมาก ร้อยละ 2.7

วิจารณ์และสรุปผล

จากผลการศึกษาโดยการสัมภาษณ์ผู้กรีดยางพารา รวมถึงการสำรวจสภาพแวดล้อมการทำงานของผู้กรีดยางพารา พฤติกรรมขณะปฏิบัติงานของผู้กรีดยางพาราและสิ่งคุกคามสุขภาพของผู้กรีดยางพาราในขั้นตอนการทำยางก้อนถ้วย ตำบลหนองแวง และกลางใหญ่ อำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี จำนวน 150 คน สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

เกษตรกรผู้กรีดยางพารา ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 60.7 มีอายุระหว่าง 30-44 ปี ร้อยละ 41.3 ส่วนใหญ่ไม่ได้จ้างแรงงาน/กรีดยางพาราด้วยตนเอง พื้นที่ในการกรีดยางพารา/รับจ้างกรีดยางพารา ส่วนใหญ่น้อยกว่า 20 ไร่ ส่วนใหญ่ระยะเวลาในการทำสวนยางพารา น้อยกว่า 5 ปี ลักษณะของยางพาราที่นำส่งขาย คือ ยางก้อนถ้วย เกษตรกรผู้กรีดยางพารามีโรคประจำตัวที่พบมากที่สุด คือโรคความดันโลหิตสูงและโรคภูมิแพ้/โรคหอบหืด

ภาวะสุขภาพจากการกรีดยางพารา
ผลกระทบต่อสุขภาพทางกาย ปัญหาสุขภาพ/การ

เจ็บป่วย ส่วนใหญ่มีอาการ มีดังนี้ ปวดหลัง ปวดเอว ปวดเข่า ปวดขา ปวดกล้ามเนื้อตามร่างกาย สอดคล้องกับการศึกษาของธิดารัตน์ และคณะ¹⁵ เนื่องจากการกรีดยางพารานั้น ระดับความสูงต่ำกว่าเอวหรือระดับต่ำกว่าสายตา ทำให้ต้องมีการก้มหรือเงยของร่างกาย ส่งผลให้เกิดอาการปวดเมื่อยตามร่างกาย

ผลกระทบต่อสุขภาพทางจิต ซึ่งมีผลต่อการทำอาชีพกรีดยางพารา ได้แก่ เกิดความเครียดจากราคาของน้ำยางพารา เกิดภาวะเครียดสะสม อาจก่อให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพ ยังเป็นอาชีพที่สามารถพึ่งพาตัวเองได้ และมีอาการเหนื่อยล้าจากการกรีดยางพารา เนื่องจากการกรีดยางพาราเป็นระยะเวลานานหลายชั่วโมงและมีการนอนหลับพักผ่อนได้ไม่เพียงพอแตกต่างจากการศึกษาของสิรินาฏ¹⁶ ซึ่งภาวะสุขภาพด้านร่างกาย ด้านจิตใจ และด้านสังคมอยู่ในระดับปานกลาง ผลกระทบต่อสุขภาพทางสังคม มีรายได้จากผลผลิตการทำยางก้อนถ้วยลดลงเป็นอย่างมาก เนื่องจากราคาของน้ำยางพาราลดลง แต่ว่าสมาชิกในครอบครัวยังมีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำยางก้อนถ้วย ทำให้ครอบครัวได้พูดคุยหรือมีความเข้าใจกันมากขึ้น มีการเข้าร่วมกิจกรรมในชุมชนน้อยลง สาเหตุมาจากการกรีดยางพาราในช่วงเวลากลางคืน ทำให้นอนหลับพักผ่อนไม่เพียงพอ สิ่งคุกคามสุขภาพของผู้กรีดยางพาราในขั้นตอนการทำยางก้อนถ้วย แต่ละขั้นตอนการทำยางก้อนถ้วยนั้นเกิดสิ่งคุกคามต่อสุขภาพทางกายภาพ ทางเคมี ทางชีวภาพและทางการเกษตร ดังนี้ สิ่งคุกคามสุขภาพทางกายภาพ พบว่า สิ่งคุกคามสุขภาพ คือ แสงสว่างไม่เพียงพอ เนื่องจากการกรีดยางพาราเริ่มเวลากลางคืน ส่งผลทำให้มองเห็นไม่ชัดเจนและเกิดตาพร่ามัวได้ ควรปรับระดับความแสงสว่างของไฟจากแบตเตอรี่ให้พอเหมาะ ไม่ใช่ไฟสว่างเกินไป และการระบายอากาศไม่ดี ผู้ประกอบอาชีพผลิตยางพาราพบว่า คนทำงาน ร้อยละ 13.5 ทำงานในพื้นที่ที่มีแสงสว่างไม่เพียงพอ การเกิดอุบัติเหตุ ร้อยละ 90.5¹³



Figure 1 Rubber tapping at night

สิ่งคุกคามสุขภาพทางชีวภาพ พบว่า สัตว์มีพิษ เช่น ตะขาบ แมงป่อง และงู รวมถึงแมลง/ยุง อาจจะทำให้เกิด

อาการบวม/ระคายเคืองต่อผิวหนัง สัตว์มีพิษบางชนิดอาจทำให้เสียชีวิตได้ ควรสวมถุงยางมือป้องกันจากการกัด/ต่อยของสัตว์มีพิษและสวมรองเท้าบูท สิ่งคุกคามสุขภาพทางเคมีพบว่า ขั้นตอนการหยอดน้ำกรดและคนให้เข้ากัน ขั้นตอนการแคะยางก้อนถ้วย ขั้นตอนการเก็บรวบรวมใส่ถุงและขั้นตอนการนำไปจำหน่าย สิ่งคุกคามสุขภาพ คือ กรดฟอร์มิค กรดซิวภาพ รวมถึงการสัมผัสน้ำกรดทำให้เกิดอาการเป็นพิษหรือมีอาการระคายเคืองผิวหนังได้ ผู้กรีดยางพาราควรสวมถุงมือแว่นตาและผ้าปิดปากปิดจมูก เพื่อป้องกันอันตรายจากสารเคมีของกรด ฟอร์มิคและกรดซิวภาพ



Figure 2 The process of pouring acid into the sap and stirring

สิ่งคุกคามสุขภาพทางการยศาสตร์ พบว่า การกรีดยางพารา การหยอดน้ำกรดและคนให้เข้ากัน การแคะยางก้อนถ้วยการเก็บรวบรวมใส่ถุงและการนำไปจำหน่าย สิ่งคุกคามสุขภาพ คือ การก้มเงยในการกรีดยางพารา การยืนหรือเดินเป็นเวลานาน การเคลื่อนไหวมือหรือข้อมือซ้ำๆ การกรีดยางพาราในระดับความสูงที่ทำให้ปวดเมื่อย และการยกของที่มีน้ำหนักมากเกินไป ส่งผลทำให้เกิดอาการปวดเมื่อยตามร่างกาย สอดคล้องกับการศึกษาของณรงค์ และคณะ¹⁴ โดยมีความชุกอาการปวดกล้ามเนื้อและกระดูกทั้งงานเบาและงานหนัก คือ หลังส่วนล่าง รองลงมาเป็นมือและข้อมือและขา สภาพแวดล้อมและลักษณะในการทำงาน พบว่า ช่วงเวลาในการกรีดยางพารา ส่วนใหญ่เวลา 03.00 น. ถึง 06.00 น. สารเคมีที่ผู้กรีดยางพารา นิยมใช้ในการทำยางก้อนถ้วย ได้แก่ กรดซิวภาพและกรดฟอร์มิค อุปกรณ์ส่องสว่างในการกรีดยางพารา นิยมใช้ไฟจากหม้อแบตเตอรี่และอุปกรณ์ที่ใช้ในการป้องกันตนเองในขั้นตอนการกรีดยางพาราและการทำยางก้อนถ้วยใช้รองเท้าบูท ถุงมือยาง สวมเสื้อและกางเกงขายาว รวมถึงผ้าปิดปากปิดจมูก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสุตาพร⁵ และภัทรพร⁶ ผู้กรีดยางพาราไม่นิยมสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันตนเองขณะปฏิบัติงาน เนื่องจากทำให้ขั้นตอนการกรีดยางพาราและการแคะยางก้อนถ้วยไม่สะดวก ส่งผลทำให้ใช้เวลานานและไม่ได้ให้ความสำคัญต่ออันตรายจากสารเคมีที่

อาจจะได้รับเข้าสู่ร่างกายและได้รับจากการสูดดมที่มีการสัมผัสของสารเคมีที่ใช้ในการทำยางก้อนถ้วย พฤติกรรมขณะปฏิบัติงานของผู้กรีดยางพารา ลักษณะของอุปกรณ์และเครื่องมือที่นิยมใช้กัน ได้แก่ การใช้มีดกรีดยางพารา และอุปกรณ์ป้องกันตนเองในการทำสวนยางพารา ได้แก่ รองเท้าบูท เสื้อกางเกงขายาว ถุงมือยาง ผ้าปิดปาก ปิดจมูก พฤติกรรมในการใช้ อุปกรณ์ป้องกันตนเองไม่ค่อยนิยม ใช้ เนื่องจากว่าขั้นตอนการกรีดยางพาราและการแคะยางก้อนถ้วย เมื่อสวมถุงมือยางแล้วจะลื่น ไม่สะดวกต่อการทำงานและทำให้ใช้ระยะเวลานาน โดยไม่ได้คำนึงถึงความปลอดภัยของตนเอง ลักษณะการทำงานของการกรีดยางพารา ได้แก่ มีการเคลื่อนไหวข้อมือซ้ำๆ เดินติดต่อกันรวมถึงก้มหลังหรือศีรษะและยืนติดต่อกันเป็นประจำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสุตาพร⁵ และภัทรพร⁶ การปฏิบัติงานในลักษณะท่าทางเดิมๆ ซ้ำๆ เป็นเวลานาน ส่งผลทำให้เกิดอาการเมื่อยล้า ปวดแขน ปวดขา ปวดเอว ปวดหลังและปวดกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ของร่างกาย



Figure 3 The process of pulling rubber from the mold cup

เกษตรกรผู้กรีดยางพารา นั้นควรมีความระมัดระวังขณะปฏิบัติงาน และไม่ควรทำงานติดต่อกันเป็นเวลานานเกินไป ควรสวมอุปกรณ์ป้องกันขณะผสมน้ำกรดและหยอดน้ำกรด ควรใส่ผ้าปิดปากปิดจมูก ป้องกันสารระเหยสารเคมีและน้ำกรดหกใส่ขณะกำลังปฏิบัติ การกรีดยางพารา นั้นควรใช้อุปกรณ์ส่องสว่างที่มีแสงสว่างอย่างเพียงพอรวมถึงสวมถุงมือยาง เพื่อป้องกันอันตรายจากการโดนมีดบาดและสัตว์มีพิษกัด/ต่อย ไม่ควรยกของที่มีน้ำหนักมากเกินไปและควรยกให้ถูกวิธี เพื่อป้องกันอาการปวดเมื่อยของกล้ามเนื้อและหน่วยงานที่รับผิดชอบเกี่ยวกับเกษตรกรทำสวนยางพารา ควรมีการจัดอบรมความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีในการทำให้ยางจับตัวเป็นก้อน วิธีการใช้สารเคมีที่ถูกต้อง การป้องกันตนเองและการปฐมพยาบาลเบื้องต้นหลังจากการได้รับสารเคมีต่อร่างกาย รวมถึงให้ความรู้และสร้างความตระหนักในการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันตนเองมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากศูนย์วิจัยและฝึกอบรมเพื่อส่งเสริมคุณภาพชีวิตคนวัยแรงงานคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

- สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. ผลผลิตยางธรรมชาติของประเทศไทย แยกตามปี พ.ศ.2542-2556. [ออนไลน์] 2557. สืบค้นจาก <http://www.thainr.com/uploadfile/20150219151418.pdf> เมื่อวันที่ 1 สิงหาคม 2557.
- สุจินต์ แม้นเหมือน. อนาคตยางพารากับประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน. วารสารยางพารา 2556;34:7-16.
- สำนักงานเกษตรอำเภอบ้านฝางจังหวัดอุดรธานี. แผนพัฒนาการเกษตรอำเภอบ้านฝาง โครงการพัฒนาชุมชนอำเภอบ้านฝาง จังหวัดอุดรธานี ปี 2556-2557. [ออนไลน์] 2554. สืบค้นจาก <http://banphue.udonthani.doae.go.th/planyear/Plan3Yesr.htm>. เมื่อวันที่ 30 มิถุนายน 2557.
- สมดูล พวงเกาะ. การทำยางก้อนถ้วย. [ออนไลน์] ม.ป.ป. สืบค้นจาก http://pnpanbest.com/pnp_book/pnp_book06.html. เมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2557.
- สุดาพร วงษ์พล. การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากกิจกรรมการทำสวนยางพาราของเกษตรกรสวนยางพาราอำเภอนองแสง จังหวัดอุดรธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานามัยสิ่งแวดล้อม. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2554.
- ภัทรพร สุทษสนธิ์. สภาพแวดล้อมในการทำงานและสภาวะสุขภาพของเกษตรกรทำสวนยางพารา ตำบลบ้านดาด อำเภอมือ จังหวัดอุดรธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานามัยสิ่งแวดล้อม. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2552.
- จุลจิรา ธีรชิตกุล, ชนิษฐา นาคะ, ปิยะภรณ์ บุญพัฒนา. การจัดการอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อของผู้สูงอายุที่มีอาชีพกรีดยางพารา. วารสารสภาการพยาบาล 2555;27: 134-47.
- ยุพภรณ์ จันทร์พิมล. ภาวะสุขภาพและพฤติกรรมการป้องกันสุขภาพของผู้ประกอบอาชีพผลิตยางพารา. วิทยานิพนธ์ปริญญาพยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพยาบาลอาชีวอนามัย. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์; 2550.
- สำนักงานสาธารณสุขอำเภอบ้านฝาง. 5 อันดับกลุ่มโรคผู้ป่วยในและผู้ป่วยนอก. อุดรธานี: สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดอุดรธานี; 2557.
- อรุณ จิรวินท์กุล. ชีวิตที่ดีสำหรับงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2547.
- วรากร ศรีสถาน. พฤติกรรมและการได้รับอันตรายจากกรดฟอสฟอริกของเกษตรกรที่ทำแผ่นยางพารา ตำบลนาสิงห์ อำเภอสรวงชัย จังหวัดหนองคาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานามัยสิ่งแวดล้อม. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2547.
- เทพศักดิ์ บุญรัตพันธุ์. การสุ่มตัวอย่าง (Sampling Method). [ออนไลน์] 2557. สืบค้นจาก <http://www.drmanage.com/index.php?lay=show&ac=article&id=538635197> เมื่อวันที่ 29 สิงหาคม 2557.
- ปรุ่งจิต หมายดี, ศรัณยา คงทอง, อรอนงค์ เอี่ยมขำ, สุวิชาญ ศิลประสิทธิ์. สภาวะสุขภาพของผู้ประกอบอาชีพการทำสวนยาง. นครศรีธรรมราช: สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 11 นครศรีธรรมราช; 2547.
- ณรงค์ เบ็ญสะอาด, พิษญา ตันติเศรณี, สิทธิโชค อนันตเสวี. สภาพการทำงานและความชุกของกลุ่มอาการปวดกล้ามเนื้อและกระดูกในผู้ประกอบอาชีพกรีดยางพารากรณีศึกษา ตำบลนาเกลือ อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง. กรุงเทพฯ: โอ เอสพรีนติ้งเฮ้าส์; 2547.
- ธิดารัตน์ สุภานันท์, พอเพ็ญ ไกรนรา, วรารัตน์ แก้วเกื้อ, พัชรภรณ์ เอียดชะตา, สุริยา ยอดทอง. ภาวะสุขภาพของคนกรีดยางพาราในท้องถิ่น จังหวัดตรัง. ตรัง: วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนี; 2549.
- สิรินาฏ หมั่นดี. ภาวะสุขภาพและปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมสุขภาพด้านการป้องกันโรคของเกษตรกรชาวสวนยางพารา อำเภอกแลง จังหวัดระยอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสุขภาพชุมชน. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา; 2555.

การวิจัยแบบมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาการระบาดโภชนาการของนิสิตคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Participation of Teaching Management in Epidemiology Nutrition Course Students, Faculty of Public Health, Mahasarakham University

สุนิรัตน์ ยั่งยืน¹, ธิดารัตน์ สมดี², อุดมศักดิ์ มหาวีรวัฒน์³

Suneerat Yangyuen¹, Thidarat Somdee², Udomsak Mahaweerawat³

Received: 15 May 2015; Accepted: 7 August 2015

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม เพื่อศึกษาการมีส่วนร่วมและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาการระบาดโภชนาการ ของนิสิตคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิทยาการระบาดโภชนาการ ประจำปีการศึกษา 2/2556 จำนวน 50 คน เก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ได้แก่ การสัมภาษณ์ การสังเกตแบบมีส่วนร่วม การประชุมด้วยกระบวนการ AIC (Appreciation Influence Control) และการใช้แบบสอบถาม สถิติที่ใช้ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ

ผลการศึกษาพบว่า นิสิตส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 92.0 ส่วนใหญ่มีอายุ 21 ปี นิสิตส่วนใหญ่มีส่วนร่วมมากที่สุด ในประเด็น มีส่วนร่วมในการจัดทำสื่อประกอบการเรียนการสอน ร้อยละ 52.0 ได้ร่วมเสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอนในหัวข้อที่ได้รับมอบหมาย ร้อยละ 50.0 ร่วมแสดงความคิดเห็นในการปรับปรุงขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน ร้อยละ 48.0 ร่วมวางแผนวิธีการสอนหน้าชั้นเรียน ร้อยละ 46.0 และนิสิตมีความพอใจมากที่สุด ในประเด็น เนื้อหาวิชาสามารถนำไปประยุกต์กับสถานการณ์จริงได้ ร้อยละ 54.0 นิสิตได้แสดงความคิดเห็นสร้างสรรค์ในการผลิตสื่อประกอบการเรียนการสอน ร้อยละ 54.0 การนำเสนองานหน้าชั้นเรียนทำให้นิสิตกล้าแสดงออก ร้อยละ 52.0 มีการเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์จริงหรือประสบการณ์ของนิสิต ร้อยละ 50.0 การวัดและประเมินผลมีความชัดเจน เป็นธรรม ร้อยละ 44.0 มีการกระตุ้นให้นิสิตมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน ร้อยละ 42.0

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า การมีส่วนร่วม และความพึงพอใจของนิสิต ในเรื่องการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาการระบาดโภชนาการ ทำให้ได้ข้อมูลสำหรับการวางแผนพัฒนาการเรียนการสอนมากขึ้น ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาความพึงพอใจของนิสิตในรายวิชาอื่นๆ อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ข้อมูลสำคัญที่นำไปสู่การปรับปรุงคุณภาพการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของนิสิตอย่างแท้จริงได้

คำสำคัญ : การมีส่วนร่วม วิทยาการระบาดโภชนาการ

Abstract

This participatory action research aimed to investigate the expectation and satisfaction of teaching management in an epidemiology nutrition course. The fifty study subjects were students enrolled in an epidemiology nutrition course. The data were collected by both quantitative and qualitative methods including interview, participant observation, meeting with AIC (Appreciation Influence Control), and structured questionnaires. Descriptive statistics such as frequency and percentage were used for data analysis.

^{1,2} Assistant Professor, Faculty of Public Health Mahasarakham University

³ Associate Professor, Faculty of Public Health Mahasarakham University

^{1,2} ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ³ รองศาสตราจารย์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
Corresponding author : Suneerat Yangyuen. Faculty of Public Health, Mahasarakham University

The results showed that most of the students were female (92.0%), with a mean age of 21 years. The study of participation in teaching management of epidemiology nutrition course found that the highest participation levels were production of teaching media (52.0%) offering teaching technique (50.0%) how to improve the teaching process (48.0%) and class presentation plan (46.0%). In satisfaction toward the teaching method, such as the highest satisfaction level were the issues that can be applied for real situations (54.0%) creative idea in the production of teaching media (54.0%), the class presentation assertive behavior (52.0%), link the knowledge to actual situations and student's experiences (50.0%), fair and clear for evaluation (44.0%) and learning participation (42.0%).

Conclusion: The student participation and satisfaction in the learning management of epidemiology nutrition course encouraged the discovery of better and appropriate lessons. The continuance of conducting related research in other courses to get more important information is also encouraged.

Keywords : Participation, Nutrition Epidemiology

บทนำ

การพัฒนาทักษะวิชาชีพทางด้านโภชนาการให้แก่บัณฑิต เพื่อให้มีความรู้เกี่ยวกับการป้องกันโรคที่เกี่ยวข้องกับการบริโภคอาหารและการได้รับสารพิษ การจัดโภชนาการให้ถูกต้องตามมาตรฐานเหมาะสมกับกลุ่มอายุและภาวะความต้องการของบุคคล หรือผู้ป่วย ซึ่งการส่งเสริมภาวะโภชนาการที่เหมาะสมจะช่วยให้การรักษาได้ผลดีขึ้นช่วยให้ฟื้นสภาพได้เร็ว ดังนั้น คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงได้เปิดสอนวิชาวิทยาการระบาดโภชนาการ ซึ่งรายละเอียดของวิชานี้มีเนื้อหาเกี่ยวกับการวัดความแม่นยำ และความจำเพาะของอาหารที่บริโภคทางระบาดวิทยา การรับสารอาหารและวิธีการบริโภคที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรค โภชนะปะจจัยและกระบวนการเกิดโรค ระเบียบวิธีและชนิดการศึกษาทางโภชนาการเชิงระบาดวิทยา การกำหนดสิ่งส่งตรวจ พารามิเตอร์ การวิเคราะห์และการแปลความหมาย ซึ่งในปีการศึกษา 2/2555 ที่ผ่านมา ผู้วิจัยได้รับผิดชอบสอนในรายวิชานี้ และใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบบรรยาย และใช้กรณีศึกษาหรือกรณีตัวอย่าง ซึ่งจากการประเมินผลโดยนิสิต¹ พบว่า การบรรยายอย่างเดียวทำให้นิสิตไม่ค่อยสนใจในเนื้อหา เพราะเป็นวิชาที่มีเนื้อหาค่อนข้างยาก และยังขาดสื่อการเรียนการสอนที่ทันสมัย อีกทั้งห้องเรียนแออัด แสงสว่างไม่เพียงพอ ทำให้บรรยากาศไม่กระตุ้นการเรียนรู้ของนิสิต จากข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการพัฒนาระบบการเรียนการสอนในรายวิชานี้ใหม่ โดยเน้นให้ผู้เรียนเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน การผลิตสื่อการสอน โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เพื่อให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนตามความสนใจ และความต้องการในการเรียนรู้ และได้ลงมือปฏิบัติ

จริงด้วยตนเอง และเนื่องจากวิชานี้เป็นวิชาในกลุ่มวิชาพื้นฐานวิชาชีพ ของนิสิตสาขาโภชนาการและการจัดการความปลอดภัยในอาหาร ซึ่งจุดมุ่งหมายเพื่อให้บัณฑิตสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานอาชีพในอนาคตได้ และการศึกษาถึงความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้จึงมีความสำคัญด้วย ทั้งนี้ จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดระบบการเรียนการสอนทำให้ผู้สอนนั้นสามารถจัดการเรียนการสอนที่ตรงตามความต้องการของผู้เรียนมากยิ่งขึ้น รวมทั้งสามารถพัฒนาเทคนิควิธีการสอน สื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับผู้เรียน²

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอน รายวิชาวิทยาการระบาด โภชนาการของนิสิต โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง รวมทั้งศึกษาความพึงพอใจต่อระบบการจัดการเรียนการสอนดังกล่าว เพื่อให้ทราบว่าคุณภาพนิสิตมีความพึงพอใจต่อระบบการจัดการเรียนการสอนมากน้อยเพียงใด ซึ่งข้อมูลดังกล่าวมีความสำคัญในการนำมาปรับปรุงเนื้อหา และวิธีการจัดการเรียนการสอน ให้มีความเหมาะสมและตรงกับความต้องการของผู้เรียนต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาการมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอน รายวิชาวิทยาการระบาด โภชนาการของนิสิต คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอน รายวิชาวิทยาการระบาด โภชนาการของนิสิต คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

วิธีการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory action research) โดยศึกษาการมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอน 5 ด้าน ได้แก่ การมีส่วนร่วมในการวิเคราะห์ปัญหา การวางแผน การดำเนินงาน ผลประโยชน์ และการติดตามประเมินผล กลุ่มตัวอย่าง คือนิสิตระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิทยาการระบาดโภชนาการ ตามหลักสูตรของคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีการศึกษา 2/2556 จำนวน 50 คน ดำเนินการวิจัยตั้งแต่เดือนกันยายน 2556 - เมษายน 2557 เก็บข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้แบบสอบถามซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเองจากแนวคิดและทฤษฎีที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ซึ่งประกอบด้วย ด้านลักษณะทางประชากร การมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอน และความพึงพอใจต่อการเรียนการสอน และผ่านการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างและครอบคลุมเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ และทดสอบความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบราซ (Cronbach's coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่นดังนี้ การมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอน เท่ากับ 0.70, ความพึงพอใจต่อการเรียนการสอน เท่ากับ 0.72 และเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการสัมภาษณ์ในประเด็นเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอน และการสังเกตแบบมีส่วนร่วม (participation observation) ในการดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนของนิสิต และการประชุมระดมสมองด้วยกระบวนการ AIC (Appreciation Influence Control) เพื่อระดมความคิดเห็น และหาข้อสรุปเกี่ยวกับการวางแผนการจัดการเรียนการสอน โดยใช้กระบวนการที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งสถิติที่ใช้ ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยชี้แจงรายละเอียดและแนวทางการดำเนินการโครงการวิจัยแก่ผู้ร่วมวิจัย ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม ตามวงจร PAOR โดยเริ่มจากขั้นตอน ดังนี้ 1) การวางแผน ประกอบด้วย การสร้างเครื่องมือการวิจัย การกำหนดเป้าหมาย และวางแผนการดำเนินการวิจัย เพื่อศึกษาสภาพปัญหาการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาการระบาดโภชนาการ จากผลการประเมินโดยนิสิต และการสัมภาษณ์นิสิต และจัดประชุมด้วยกระบวนการ AIC เพื่อวางแผนการจัดการเรียนการสอนและการจัดทำสื่อประกอบการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและความสนใจของผู้เรียน 2) การปฏิบัติการ (action) เป็นการนำแผนการจัดการเรียนการสอน และสื่อที่ทำขึ้นไปใช้ปฏิบัติการ

สอนกับนิสิต 3) ชั้นสังเกต (observation) เป็นการสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสังเกตและบันทึกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ในขณะดำเนินการศึกษา โดยข้อมูลจะได้รับการสังเกตแบบมีส่วนร่วม และการสอบถามเกี่ยวกับการมีส่วนร่วม และความพึงพอใจของนิสิตเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน 4) ชั้นสะท้อนการปฏิบัติ (reflect) เป็นการนำเอาข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การสัมภาษณ์ มาวิเคราะห์และสรุปร่วมกัน โดยการประชุมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันระหว่างนิสิต และอาจารย์ผู้สอน เพื่อวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ใหม่ในครั้งต่อไป

ผลการศึกษา

นิสิตส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 92.0 ส่วนใหญ่มีอายุ 21 ปี และจากการประชุมระดมสมองความคิดเห็นจากนิสิตและอาจารย์ผู้สอน ซึ่งได้ข้อสรุปว่าในการจัดการเรียนการสอน รายวิชาวิทยาการระบาดโภชนาการในปีการศึกษา 2/2556 นี้จะเน้นการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยให้นิสิตเข้ามามีส่วนร่วมในการวางแผนการเรียนการสอน และออกแบบวิธีการจัดการเรียนการสอนเอง มีการสืบค้นข้อมูล แล้วนำมาจัดทำสื่อการสอนตามเนื้อหาวิชา และนำเสนอหน้าชั้นเรียน

การมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอนรายวิชา วิทยาการระบาดโภชนาการ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสังเกตการแบบมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอนตั้งแต่กระบวนการวางแผน การสืบค้นเนื้อหา การจัดทำสื่อประกอบการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา และการนำเสนอเนื้อหาของนิสิตในห้องเรียน โดยการสังเกตรูปแบบการดำเนินงาน การมีส่วนร่วมในกิจกรรม ปัญหา อุปสรรค และการวางแผนแก้ไขปัญหาของนิสิต โดยพบว่า การได้มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอนเป็นการกระตุ้นให้นิสิตมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนตามความต้องการของนิสิตเอง ทำให้นิสิตรู้จักวางแผน และวางรูปแบบการจัดการเรียนการสอน นิสิตได้มีส่วนร่วมในการสร้างบรรยากาศในการเรียน เช่น การถาม-ตอบ ปัญหาด้วยตนเอง ได้แสดงความคิดเห็น ได้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน รู้จักการทำงานเป็นทีม ภาวะผู้นำผู้ตาม และการนำเสนอหน้าชั้นเรียน ทำให้นิสิตกล้าแสดงออก ส่วนการให้นิสิตได้จัดทำสื่อการเรียนการสอนเอง ทำให้นิสิตเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการนำเสนอเนื้อหา การคิด ประดิษฐ์ จัดทำสื่อและเป็นการให้นิสิตได้แสดงความสามารถด้านศิลปะด้วย ซึ่งพบว่าสื่อที่นิสิตจัดทำขึ้นมีความหลากหลายทั้งวิดีโอ หนังสือการ์ตูน แผ่นพับ

ที่คั่นหนังสือ สมุดเล่มเล็ก เป็นต้น และทำให้การเรียนรู้ไม่เคร่งเครียด นอกจากนี้ยังเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอน พบว่า

- การมีส่วนร่วมในการวิเคราะห์ปัญหา พบว่า นิสิตส่วนใหญ่มีส่วนร่วมมากที่สุดในประเด็นที่ว่า ได้ร่วมเสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอนในหัวข้อที่ได้รับมอบหมาย ร้อยละ 50.0 การมีส่วนร่วมในการวิเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน ร้อยละ 42.0 และมีส่วนร่วมมากในประเด็น มีส่วนร่วมในการคิดวิเคราะห์จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนการสอนในหัวข้อที่ได้รับมอบหมาย ร้อยละ 48.0 การร่วมเสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการจัดทำสื่อประกอบการเรียนการสอนในหัวข้อที่ได้รับมอบหมาย ร้อยละ 48.0 การร่วมเสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลของหัวข้อที่ได้รับมอบหมาย ร้อยละ 40.0 ตามลำดับ (Table 1)

- การมีส่วนร่วมในการวางแผน พบว่า นิสิตส่วนใหญ่มีส่วนร่วมมากที่สุดที่สุดในประเด็นที่ว่า ได้ร่วมวางแผนวิธีการสอนหน้าชั้นเรียน ร้อยละ 46.0 และมีส่วนร่วมมากในประเด็น การมีส่วนร่วมในการสืบค้นข้อมูลเนื้อหาของหัวข้อที่ได้รับมอบหมาย ร้อยละ 46.0 การมีส่วนร่วมในการวางแผนการใช้งบประมาณและทรัพยากร ร้อยละ 44.0 มีส่วนร่วมในการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบของสมาชิกในกลุ่ม ร้อยละ 42.0 ได้ร่วมคัดเลือกรูปแบบสื่อที่ใช้ประกอบการจัดการเรียนการสอนในหัวข้อที่ได้รับมอบหมาย ร้อยละ 38.0 ตามลำดับ (Table 1)

- การมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน พบว่า นิสิตส่วนใหญ่มีส่วนร่วมมากที่สุดในประเด็น การมีส่วนร่วมในการนำเสนอหน้าชั้นเรียน ร้อยละ 56.0 มีส่วนร่วมในการจัดทำสื่อประกอบการเรียนการสอนในหัวข้อที่ได้รับมอบหมาย ร้อยละ 52.0 มีส่วนร่วมในการจัดทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนในหัวข้อที่ได้รับมอบหมาย ร้อยละ 38.0 และมีส่วนร่วมมากในประเด็น การมีส่วนร่วมในการสรุปเนื้อหาที่จะใช้สอนในหัวข้อที่ได้รับมอบหมาย ร้อยละ 48.0 และมีส่วนร่วมในการสรุปผลและจัดทำรายงานการจัดการเรียนการสอน ร้อยละ 38.0 ตามลำดับ (Table 1)

- การมีส่วนร่วมในผลประโยชน์ พบว่า นิสิตส่วนใหญ่มีส่วนร่วมมากที่สุดในประเด็น มีความกล้าแสดงออกมากขึ้น ร้อยละ 52.0 มีความคิดสร้างสรรค์ในการจัดทำสื่อประกอบการเรียนการสอน ร้อยละ 46.0 และมีส่วนร่วมมากในประเด็น มีทักษะในการทำงานเป็นกลุ่ม ร้อยละ 54.0 มีทักษะในการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เพิ่มขึ้น ร้อยละ 48.0 และมีทักษะในการคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้น ร้อยละ 44.0 ตามลำดับ (Table 1)

- การมีส่วนร่วมในการติดตามประเมินผล พบว่า

นิสิตส่วนใหญ่มีส่วนร่วมมากที่สุดในประเด็น ได้ร่วมแสดงความคิดเห็นในการปรับปรุงขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนในหัวข้อที่ได้รับมอบหมาย ร้อยละ 48.0 และมีส่วนร่วมมากในประเด็น เคยนำเอาปัญหา อุปสรรคที่พบในการดำเนินการจัดการเรียนการสอนมาปรึกษาเพื่อนในกลุ่ม ร้อยละ 52.0 มีส่วนร่วมในการประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนของเพื่อนร่วมห้อง ร้อยละ 46.0 มีส่วนร่วมในการทดสอบก่อนและหลังเรียนในหัวข้อที่ได้รับมอบหมายของเพื่อนร่วมห้อง ร้อยละ 44.0 มีส่วนร่วมในการกำหนดวิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในหัวข้อที่ได้รับมอบหมาย ร้อยละ 40.0 ตามลำดับ (Table 1)

ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนรายวิชา วิทยาการระบาด โภชนาการ

จากการศึกษาพบว่า นิสิตมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนรายวิชา วิทยาการระบาด โภชนาการ ดังต่อไปนี้

- ด้านเนื้อหาวิชา พบว่า นิสิตส่วนใหญ่พอใจมากในประเด็น เนื้อหาที่มีความทันสมัย น่าสนใจ ร้อยละ 56.0 เนื้อหาวิชาสามารถนำไปประยุกต์กับสถานการณ์จริงได้ ร้อยละ 54.0 เนื้อหาวิชาตรงกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ร้อยละ 52.0 และการเรียงลำดับเนื้อหาของเรียนทำให้ง่ายต่อการเข้าใจ ร้อยละ 42.0 ตามลำดับ (Table 2)

- ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน พบว่า นิสิตส่วนใหญ่พอใจมากที่สุดในประเด็น ส่งเสริมให้นิสิตค้นคว้าหาคำตอบและแก้ไขปัญหาด้วยตนเองและเป็นกลุ่ม ร้อยละ 50.0 มีการกระตุ้นให้นิสิตมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน ร้อยละ 42.0 และมีความพอใจมากในประเด็น มีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ร้อยละ 62.0 นิสิตได้รู้จักการทำงานเป็นทีม ร้อยละ 50.0 มีการตั้งคำถามให้นิสิตเกิดความคิดสร้างสรรค์ ร้อยละ 46.0 ตามลำดับ (Table 2)

- ด้านลักษณะอาจารย์ผู้สอน พบว่า นิสิตส่วนใหญ่พอใจมากที่สุดในประเด็น มีการเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์จริงหรือประสบการณ์ของนิสิต ร้อยละ 50.0 อาจารย์มีการสรุปเนื้อหา สาระ สำคัญในแต่ละบททำให้ง่ายต่อการทบทวนเนื้อหาของนิสิต ร้อยละ 48.0 และมีความพอใจมากในประเด็น อาจารย์มีความพร้อมในการสอน ร้อยละ 50.0 อาจารย์มีความพร้อมในการให้คำปรึกษาด้านการเรียนแก่นิสิต ร้อยละ 44.0 และเปิดโอกาสให้นิสิตสามารถแสดงความคิดเห็นหรือซักถามปัญหา ร้อยละ 42.0 ตามลำดับ

- ด้านสภาพทั่วไปและสิ่งแวดล้อมในการเรียน พบว่า นิสิตส่วนใหญ่พอใจมากที่สุดในประเด็น การนำเสนอหน้าชั้นเรียนทำให้นิสิตกล้าแสดงออก ร้อยละ 52.0

บรรยากาศในห้องเรียนเป็นกันเอง สนุกสนาน กระตุ้นให้เกิดความสนใจในการเรียน ร้อยละ 42.0 และมีความพอใจมากในประเด็น นิสิตได้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันทำให้รู้จักกันมากขึ้น ร้อยละ 44.0 นิสิตได้มีส่วนร่วมในการสร้างบรรยากาศในการเรียน เช่นการถาม-ตอบ ปัญหาด้วยตนเอง การแสดงความคิดเห็น เป็นต้น ร้อยละ 38.0 ตามลำดับ (Table 2)

- ด้านเอกสารประกอบการสอนและสื่อการสอน พบว่า นิสิตส่วนใหญ่พอใจมากในประเด็น นิสิตได้แสดงความคิดเห็นสร้างสรรค์ในการผลิตสื่อประกอบการเรียนการสอน ร้อยละ 54.0 สื่อ อุปกรณ์โสตทัศนูปกรณ์ ใช้งานได้ยังมีประสิทธิภาพ

ร้อยละ 48.0 เอกสารประกอบการสอนมีความต่อเนื่องและครอบคลุมเนื้อหาการเรียนการสอน ร้อยละ 46.0 ตามลำดับ (Table 2)

- ด้านการวัดและประเมินผล พบว่า นิสิตส่วนใหญ่พอใจมากที่สุดในประเด็น การวัดและประเมินผลมีความชัดเจนเป็นธรรม ร้อยละ 44.0 และมีความพอใจมากในประเด็น การวัดและประเมินผลใช้วิธีที่หลากหลาย ร้อยละ 52.0 มีการชี้แจงรายละเอียดวิธีการวัดและประเมินผลที่ชัดเจน ร้อยละ 46.0 และมีการแจ้งขอบเขตเนื้อหาวิชาที่จะสอบให้นิสิตทราบ ร้อยละ 46.0 ตามลำดับ (Table 2)

Table 1 Participation of teaching management in epidemiology nutrition course

Information	Participate level (percentage)				
	highest	high	moderate	low	least
participation in problem analysis					
1. Participate in critical thinking the aim of teaching management on the assigned topic.	34.0	48.0	16.0	2.0	0.0
2. Involved in analyzing the pattern of teaching management to meet real student inquiry.	42.0	30.0	20.0	8.0	0.0
3. Feedback of teaching management on the assigned topic.	50.0	28.0	22.0	0.0	0.0
4. Involved in analyzing the pattern of teaching media on the assigned topic.	38.0	48.0	14.0	0.0	0.0
5. Shared ideas about the source of the assigned topic.	36.0	40.0	24.0	0.0	0.0
Involvement in planning					
6. Planning of teaching management.	46.0	32.0	20.0	2.0	0.0
7. Involved in choosing the pattern of teaching media on the assigned topic.	30.0	38.0	28.0	4.0	0.0
8. Participation in content searching of the assigned topic.	42.0	46.0	12.0	0.0	0.0
9. Involved in planning, budget and resources.	32.0	44.0	20.0	4.0	0.0
10. Participate in allocation of duties of the group members.	34.0	42.0	22.0	2.0	0.0
Participation in management					
11. Involved in the preparation of teaching media on the assigned topic.	52.0	38.0	10.0	0.0	0.0
12. Participate in a presentation on class.	56.0	36.0	8.0	0.0	0.0
13. Involved in the preparation of a pre-test and post on the assigned topic.	38.0	30.0	20.0	12.0	0.0
14. Involved in content conclusion on the assigned topic.	36.0	48.0	16.0	0.0	0.0
15. Involved in summarizing and reporting of teaching management.	34.0	38.0	24.0	4.0	0.0
Participation in benefits					
16. More assertive.	52.0	34.0	14.0	0.0	0.0
17. Good skill of information searching.	42.0	48.0	10.0	0.0	0.0

Table 1 Participation of teaching management in epidemiology nutrition course (cont.)

Information	Participate level (percentage)				
	highest	high	moderate	low	least
18. Group work skill.	38.0	54.0	8.0	0.0	0.0
19. Creative in preparing teaching media.	46.0	36.0	18.0	0.0	0.0
20. More critical thinking.	36.0	44.0	16.0	4.0	0.0
21. Comment of how to improve the process of teaching management on the assigned topic.	48.0	32.0	20.0	0.0	0.0
22. Ever consult the obstacles encountered of teaching management with friends.	34.0	52.0	14.0	0.0	0.0
23. Involved in determining how to evaluate learning on the assigned topic.	38.0	40.0	22.0	0.0	0.0
24. Involved in assessing satisfaction with teaching management of classmates.	34.0	46.0	16.0	4.0	0.0
25. Involved in pre-test and post-test of classmates on the assigned topic.	30.0	44.0	22.0	4.0	0.0

Table 2 Satisfaction of teaching management in epidemiology nutrition course

Information	Satisfied level (percentage)				
	highest	high	moderate	low	least
Content					
1. The issue of daily living application.	36.0	54.0	10.0	0.0	0.0
2. The contents are consistent with learning objective.	32.0	52.0	16.0	0.0	0.0
3. Sequence of contents are easy to understand.	30.0	42.0	28.0	0.0	0.0
4. Contents are interesting and up to date.	24.0	56.0	20.0	0.0	0.0
Teaching activities					
5. Student center activities	30.0	62.0	8.0	0.0	0.0
6. Know how to teamwork.	40.0	50.0	10.0	0.0	0.0
7. Encourage students to participate in learning	42.0	40.0	18.0	0.0	0.0
8. The questions are creativity.	34.0	46.0	20.0	0.0	0.0
9. Encourage students to search answer and solve problems by himself.	50.0	36.0	14.0	0.0	0.0
Instructors characteristics					
10. Instructors are ready to teach.	42.0	50.0	8.0	0.0	0.0
11. Linking the knowledge and real situation or experience of students.	50.0	34.0	16.0	0.0	0.0
12. Opportunity for students to be able to comment or ask questions.	38.0	42.0	20.0	0.0	0.0
13. Instructors are available to provide counseling to students.	40.0	44.0	16.0	0.0	0.0
14. Instructors summarizes the essence of each chapter that easy to content review.	48.0	46.0	6.0	0.0	0.0

Information	Satisfied level (percentage)				
	highest	high	moderate	low	least
General learning environment					
15. Atmosphere in the classroom to stimulate interest in learning.	42.0	36.0	22.0	0.0	0.0
16. Students are interacting with each other.	38.0	44.0	18.0	0.0	0.0
17. Student involved in creating an atmosphere for learning.	34.0	38.0	28.0	0.0	0.0
18. Presentation on class make more assertive.	52.0	48.0	0.0	0.0	0.0
Documentation of teaching materials					
19. Media, audio-visual equipment are effective.	38.0	48.0	14.0	0.0	0.0
20. Creative in preparing teaching media.	42.0	54.0	4.0	0.0	0.0
21. teaching documents are serial and cover of content.	36.0	46.0	18.0	0.0	0.0
Evaluation					
22. Multiple method of evaluation.	32.0	52.0	16.0	0.0	0.0
23. Explanation of how to evaluation.	36.0	46.0	18.0	0.0	0.0
24. The evaluations are clarity and fair.	44.0	36.0	20.0	0.0	0.0
25. Explanation of scope of content.	38.0	46.0	16.0	0.0	0.0

วิจารณ์และสรุปผล

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยให้นิสิตเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอน จากผลการศึกษา การมีส่วนร่วมในการวิเคราะห์ปัญหา พบว่า นิสิตส่วนใหญ่มีส่วนร่วมมากที่สุดในการประเมินที่ว่า ได้ร่วมเสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอนในหัวข้อที่ได้รับมอบหมาย ร้อยละ 50.0 การมีส่วนร่วมในการวิเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน ร้อยละ 42.0 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ อุดมศักดิ์ มหาวิวัฒน์ และคณะ³ ได้ศึกษาประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในรูปแบบต่างๆของนิสิตที่เรียนวิชาแพศศึกษาและการเตรียมตัวเข้าสู่ชีวิตครอบครัว พบว่านิสิตมีความคิดเห็นในการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ทำให้เกิดการกระตุ้นให้นิสิตมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน ในระดับดี ร้อยละ 39 และ ดีมาก ร้อยละ 35 และการศึกษาของอุดมศักดิ์ มหาวิวัฒน์, สุณีรัตน์ ยั่งยืน และจิราวัฒน์ สมดี⁴ ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง รายวิชาอนามัยครอบครัว คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พบว่า การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ในวิชาอนามัยครอบครัว ทำให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดการกิจกรรมการเรียนมากขึ้น เช่น มีการถามตอบในชั้นเรียนมากขึ้น การซักถามอาจารย์ มีความ

กระตือรือร้นในการเรียน โดยนิสิตมีความเห็นว่าการเรียนการสอนแบบนี้มีกิจกรรมการสอนที่หลากหลาย กระตุ้นความสนใจของนิสิต ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ไตรตรีย์ แพ้น้อย และคณะ⁵ และ ฤทัยชนนี สิทธิชัย และคณะ⁶ พบว่า การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ทำให้นักเรียนมีทักษะและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนแบบปกติ ทั้งนี้เพราะนิสิตมีความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่สอนจากอาจารย์ผู้สอนที่ได้ถ่ายทอดความรู้จากประสบการณ์ตรง มีการยกตัวอย่างประกอบ มีการนำเสนอหน้าชั้นเรียน มีการจัดกิจกรรมการทำงานเป็นกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนได้รู้จักคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น เป็นการสร้างองค์ความรู้ให้เกิดขึ้นกับตนเอง ดังนั้นจึงทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้และประสบการณ์มากยิ่งขึ้น สามารถนำมาพัฒนาการเรียนของตนให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น

การมีส่วนร่วมในการวางแผน พบว่า นิสิตส่วนใหญ่มีส่วนร่วมมากที่สุดในการประเมินที่ว่า ได้ร่วมวางแผนวิธีการสอนหน้าชั้นเรียน ร้อยละ 46.0 และมีส่วนร่วมมากในการประเมิน การมีส่วนร่วมในการสืบค้นข้อมูลเนื้อหาของหัวข้อที่ได้รับมอบหมาย ร้อยละ 46.0 ได้ร่วมคัดเลือกรูปแบบสื่อที่ใช้ประกอบการจัดการเรียนการสอนในหัวข้อที่ได้รับมอบหมาย ร้อยละ 38.0 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ อนุศาสตร์ อาภากรโร⁷ ได้ศึกษาการมีส่วนร่วมของพระสอนศีลธรรมในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนมัธยมศึกษา อำเภอหนองแค จังหวัดสระบุรี พบว่ามีส่วนร่วมระดับมากในการประเมิน มีการเลือกใช้วิธีการสอน

แบบต่างๆ ได้เหมาะสม (ค่าเฉลี่ย 3.90) การเลือกใช้สื่อ/อุปกรณ์การสอนที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน (ค่าเฉลี่ย 3.88) ซึ่งสอดคล้องกับผลการประชุมแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากการศึกษาคั้งนี้ นิสิตกล่าวว่าในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาการระดับโทชนาการนี้ “อาจารย์ให้คิดออกแบบวิธีการนำเสนอหน้าชั้นเรียนเอง ทำให้เราได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์”

การมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน พบว่า นิสิตส่วนใหญ่มีส่วนร่วมมากที่สุดในประเด็น การมีส่วนร่วมในการนำเสนอหน้าชั้นเรียน ร้อยละ 56.0 มีส่วนร่วมในการจัดทำสื่อประกอบการเรียนการสอนในหัวข้อที่ได้รับมอบหมาย ร้อยละ 52.0 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสุณีรัตน์ ยั่งยืน และ ธิดารัตน์ สมดี^๖ ได้ศึกษาความคาดหวังและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนรายวิชาการบริโภคในชีวิตประจำวัน ของนิสิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม พบว่า การจัดการเรียนการสอนครั้งนี้ทำให้นิสิตได้แสดงความคิดสร้างสรรค์ในการผลิตสื่อประกอบการเรียนการสอน ร้อยละ 48.0 และการศึกษาของวรรณิ ศิริวิสัย และ อรพิน สว่างวัฒนเศรษฐ์^๗ ได้ศึกษาการประเมินผลโครงการออกแบบการเรียนการสอนวิชาแนวคิดพื้นฐาน ทฤษฎีและกระบวนการพยาบาล ที่มีกระบวนการเรียนการสอนที่มีความหลากหลายและเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ พบว่าการสรุปการเรียนรู้โดยการนำเสนอหน้าชั้นเรียน เป็นการทบทวนบทเรียนว่าควรนำไปประยุกต์ใช้ในวิชาชีพอ่างไร ทำให้เห็นข้อผิดพลาดในผลงานของกลุ่มและแนวทางในการพัฒนา ช่วยให้เข้าใจมากขึ้น และทำให้นิสิตมีความกล้าแสดงออก ซึ่งสอดคล้องกับผลการประชุมแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากการศึกษาคั้งนี้ นิสิตกล่าวว่าในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาการระดับโทชนาการนี้ “อาจารย์ให้ทำสื่อมานำเสนอเอง ทำให้มีอิสระในการคิดสร้างสรรค์ว่าผลิตสื่อสำหรับนำเสนอในรูปแบบไหน” “ได้ทำสื่อการเรียนการสอนเอง ทำให้รู้สึกสนุกสนาน เป็นการแสดงความสามารถของตนเองอีกด้านหนึ่งในการคิดแบบสร้างสรรค์ ”

การมีส่วนร่วมในผลประโยชน์ พบว่า นิสิตส่วนใหญ่มีส่วนร่วมมากที่สุดในประเด็น มีความกล้าแสดงออกมากขึ้น ร้อยละ 52.0 มีความคิดสร้างสรรค์ในการจัดทำสื่อประกอบการเรียนการสอน ร้อยละ 46.0 และมีส่วนร่วมมากที่สุดในประเด็น มีทักษะในการทำงานเป็นกลุ่ม ร้อยละ 54.0 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของวรรณิ ศิริวิสัย และ อรพิน สว่างวัฒนเศรษฐ์^๗ พบว่า จากการประเมินผลกระบวนการจัดการเรียนการสอนดังกล่าว ทำให้นิสิตส่วนใหญ่มีความกระตือรือร้นและสนใจที่จะเรียนรู้มากขึ้น (คะแนนเฉลี่ย 4.38) สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี (คะแนนเฉลี่ย 4.22) มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม (คะแนนเฉลี่ย 4.32) และการศึกษาของ

สุณีรัตน์ ยั่งยืน และ ธิดารัตน์ สมดี^๖ พบว่า นิสิตมีความพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนรายวิชาการบริโภคในชีวิตประจำวันในระดับมาก เนื่องจากมีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ร้อยละ 52.0 ทั้งนี้การจัดการเรียนรูปแบบดังกล่าว ทำให้นิสิตได้รู้จักการทำงานเป็นทีม ร้อยละ 40.5 และการนำเสนอหน้าชั้นเรียน ทำให้นิสิตกล้าแสดงออก ร้อยละ 46.0 ซึ่งสอดคล้องกับผลการประชุมแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากการศึกษาคั้งนี้ นิสิตกล่าวว่าในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาการระดับโทชนาการนี้ “ได้มีการนำเสนอหน้าชั้นเรียนด้วย ทำให้กล้าแสดงออก ไม่อาย” “การทำงานเป็นกลุ่มทำให้รู้จักการแบ่งงานกันทำ”

การมีส่วนร่วมในการติดตามประเมินผล พบว่า นิสิตส่วนใหญ่มีส่วนร่วมมากที่สุดในประเด็น ได้ร่วมแสดงความคิดเห็นในการปรับปรุงขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนในหัวข้อที่ได้รับมอบหมาย ร้อยละ 48.0 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของอนุศาสตร์ อากาศโร^๗ พบว่าพระสอนศีลธรรมมีส่วนร่วมระดับมากในประเด็น นำผลการสอบที่ได้จากการวัดและประเมินผลใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขให้การจัดการเรียนการสอนดียิ่งขึ้น (ค่าเฉลี่ย 3.72)

ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาการระดับโทชนาการ

ด้านเนื้อหาวิชา พบว่า นิสิตส่วนใหญ่พอใจมากในประเด็น เนื้อหาที่มีความทันสมัย น่าสนใจ ร้อยละ 56.0 เนื้อหาวิชาสามารถนำไปประยุกต์กับสถานการณ์จริงได้ ร้อยละ 54.0 เนื้อหาวิชาตรงกับวัตถุประสงค์การเรียน ร้อยละ 52.0 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ศิริพร ย่านเดิม^{๑๐} ได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนของอาจารย์ที่มีผลต่อความพึงพอใจของนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนของอาจารย์ในระดับมาก คือ ด้านกระบวนการเรียนการสอนในประเด็น มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ตรงกับความสนใจของนักศึกษา กระตุ้นให้นักศึกษามีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน และการศึกษาของอุดมศักดิ์ มหาวิวัฒน์ และคณะ^{๑๑} พบว่าการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนมากขึ้น ซึ่งการนำเสนอหน้าชั้นเรียนและการจัดกิจกรรมการทำงานเป็นกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนได้รู้จักคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็นและนำไปปรับใช้กับสถานการณ์จริงได้

ด้านลักษณะอาจารย์ผู้สอน พบว่า นิสิตส่วนใหญ่พอใจมากที่สุดในประเด็น มีการเชื่อมโยงความรู้อับสถานการณ์จริงหรือประสบการณ์ของนิสิต ร้อยละ 50.0 และมีความพอใจ

มากในประเด็น อาจารย์มีความพร้อมในการสอน ร้อยละ 50.0 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ชลนกก มั่นทะนา และคณะ¹¹ พบว่า บัณฑิตมีความพึงพอใจต่ออาจารย์อยู่ในระดับมาก เกี่ยวกับความรู้ ความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์ ความสามารถในการถ่ายทอด, การสอนที่กระตุ้นให้คิด วิเคราะห์และการแก้ปัญหา และการศึกษาของ วรพจน์ บุษราคัมวดี¹² ได้ศึกษาความพึงพอใจของบัณฑิตต่อการจัดการเรียนการสอนของสถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลัยการศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ พบว่า ความพึงพอใจของบัณฑิตต่อการจัดการเรียนการสอนด้านผู้สอน พบว่า อยู่ในระดับมาก ในประเด็นผู้สอนมีความรู้ในเนื้อหาวิชาและมีความสามารถเป็นที่ยอมรับ

ด้านสภาพทั่วไปและสิ่งแวดล้อมในการเรียน พบว่า นิสิตส่วนใหญ่พอใจมากที่สุดที่สุดในประเด็น การนำเสนองานหน้าชั้นเรียนทำให้นิสิตกล้าแสดงออก ร้อยละ 52.0 บรรยากาศในห้องเรียนเป็นกันเอง สนุกสนาน กระตุ้นให้เกิดความสนใจในการเรียน ร้อยละ 42.0 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ศิริพร ยานเดิม¹⁰ พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนของอาจารย์ในระดับมาก คือส่งเสริมให้นักศึกษารู้จักการทำงานเป็นทีม และให้ออกาสให้นักศึกษาอธิบายสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ได้อย่างเต็มที่ และการศึกษาของ วรพจน์ บุษราคัมวดี¹² พบว่า ความพึงพอใจของบัณฑิตต่อการจัดการเรียนการสอนด้านการบริหารจัดการการเรียนการสอนอยู่ในระดับมาก ในประเด็น การมีกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมของนักศึกษาในการคิดและสร้างสรรค์ผลงาน กล้าแสดงออก เปิดโอกาสให้นักศึกษาสามารถซักถามหรือโต้ตอบได้ในขณะเรียน ด้านเอกสารประกอบการสอนและสื่อการสอน พบว่า นิสิตส่วนใหญ่พอใจมากที่สุดในประเด็น นิสิตได้แสดงความคิดเห็นสร้างสรรค์ในการผลิตสื่อประกอบการเรียนการสอน ร้อยละ 54.0 สื่ออุปกรณ์โสตทัศนูปกรณ์ ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ร้อยละ 48.0 เอกสารประกอบการสอนมีความต่อเนื่องและครอบคลุมเนื้อหาการเรียนการสอน ร้อยละ 46.0 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สาลีณี จงใจสุธรรม¹³ พบว่า นักศึกษาบัณฑิตศึกษามีความพึงพอใจด้านปัจจัยสนับสนุนการเรียนการสอนในระดับมาก ในประเด็นเนื้อหาของเอกสารประกอบการสอนมีความชัดเจนและเหมาะสม อุปกรณ์การเรียนการสอนมีความทันสมัยและการศึกษาของชลนกก มั่นทะนา และคณะ¹¹ พบว่า บัณฑิตมีความพึงพอใจต่ออุปกรณ์การเรียนการสอนอยู่ในระดับมาก เกี่ยวกับเอกสารประกอบการสอน ตำรา ที่ชัดเจนครอบคลุมเนื้อหา และสื่อ อุปกรณ์การสอน และห้องเรียนที่มีความเพียงพอและทันสมัย

ด้านการวัดและประเมินผล พบว่า นิสิตส่วนใหญ่พอใจมากที่สุดในประเด็น การวัดและประเมินผลมีความชัดเจน

เป็นธรรมชาติ ร้อยละ 44.0 และมีความพอใจมากที่สุดในประเด็น การวัดและประเมินผลใช้วิธีที่หลากหลาย ร้อยละ 52.0 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ วรพจน์ บุษราคัมวดี¹² พบว่า ความพึงพอใจของบัณฑิตด้านการบริหารจัดการการเรียนการสอนอยู่ในระดับมากในประเด็น มีระบบการวัดประเมินผลการเรียนการสอนที่เหมาะสมและโปร่งใส ผู้สอนมีการวัดและประเมินผลการเรียนที่มีระบบและเป็นธรรมชาติ และการศึกษาของ ศิริพร ยานเดิม¹⁰ พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนที่ชัดเจน และพอใจระดับปานกลางในประเด็นมีการวัดและการประเมินผลหลายวิธี

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยครั้งนี้ จะเห็นได้ว่า นิสิตได้มีส่วนร่วมในการเสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอน วางแผนการสอน การจัดทำสื่อประกอบการเรียน ทำให้นิสิตได้แสดงความคิดเห็นสร้างสรรค์ในการจัดทำสื่อประกอบการเรียนการสอนอย่างอิสระ ทำให้ได้สื่อการสอนที่หลากหลาย และทันสมัย นอกจากนี้ ยังได้เน้นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยใช้รูปแบบในการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้นิสิตสามารถแสดงความคิดเห็น หรือซักถามปัญหา มีการนำเสนองานหน้าชั้นเรียน มีการจัดกิจกรรมการทำงานเป็นกลุ่ม ทำให้นักเรียนได้รู้จักคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ดังนั้นอาจจะนำวิธีการดังกล่าวไปใช้ในรายวิชาอื่น ๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกันได้ และควรมีการศึกษาทัศนคติและมุมมองของนิสิตในเรื่องการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาอื่น ๆ หรือในหลักสูตรอื่น ซึ่งจะช่วยให้ได้ข้อมูลสำหรับการวางแผนพัฒนาการเรียนการสอน หรือการปรับปรุงคุณภาพการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของนิสิตอย่างแท้จริงได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่สนับสนุนทุนในการวิจัยครั้งนี้ จากงบประมาณเงินรายได้ประจำปี พ.ศ.2556 และขอขอบคุณกลุ่มตัวอย่างทุกคน ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

1. กองทะเบียน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ผลการประเมินอาจารย์โดยนิสิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม; 2555.
2. ธีระวุฒิ กิตติศิลาวัณย์. ความคาดหวังและความพึงพอใจ

- ของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนภาษาต่างประเทศ. สถาบันสอนภาษาต่างประเทศ สมาคม YMCA เชียงใหม่. [วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาจิตวิทยาอุตสาหกรรมและองค์การ]. เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2546.
3. อุดมศักดิ์ มหาวิวัฒน์, สุณีรัตน์ ยั่งยืน, ธิติรัตน์ สมดี, สุวิมล สังฆะมณี, ขวัญใจ สุกรนันท์,จินดาวลัย วิบูลย์ อุทัย และคณะ. ประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในรูปแบบต่างๆของนิสิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาสารคาม 2552; 28(3): 337-45.
 4. อุดมศักดิ์ มหาวิวัฒน์, สุณีรัตน์ ยั่งยืน และ ธิติรัตน์ สมดี. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง รายวิชานามัยครอบครัว คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. มหาสารคาม: คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม; 2554.
 5. ไตรตรีย์ แพน้อย, มารุต คำชะอำ และปราณี ทองคำ. ผลของกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อสมรรถนะการปฏิบัติงานในหน่วยบริการปฐมภูมิของนักศึกษาพยาบาล.วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี 2550; 18(1): 53-67.
 6. ฤทัยชนนี สิทธิชัย, อัจฉรา ธรรมภรณ์ และชิตชนก เชิงเขาว์. ผลของการสอนโดยใช้กิจกรรมที่เน้นงานปฏิบัติและวิธีการเสริมแรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี 2548; 16(1): 1-15.
 7. อนุศาสตร์ อาภากรโ. การมีส่วนร่วมของพระสอนศีลธรรมในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนมัธยมศึกษา ในอำเภอหนองแคว จังหวัดสระบุรี. [วิทยานิพนธ์ปริญญาพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเชิงพุทธ]. ปทุมธานี: บัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย; 2555.
 8. สุณีรัตน์ ยั่งยืน และ ธิติรัตน์ สมดี. ความคาดหวังต่อการจัดการเรียนการสอนรายวิชาการบริโภคในชีวิตประจำวันของนิสิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาสารคาม 2556; 32(3): 275-285.
 9. วรณี ศรีวิลัย และ อรพิน สว่างวัฒนเศรษฐ์. การประเมินผลโครงการออกแบบการเรียนการสอนวิชาแนวคิดพื้นฐาน ทฤษฎีและกระบวนการพยาบาล. วารสารวิทยาลัยพยาบาลพระปกเกล้า จันทบุรี 2554; 22(1): 1-12.
 10. ศิริพร ย่านเดิม. การจัดการเรียนการสอนของอาจารย์ที่มีผลต่อความพึงพอใจของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา; 2549.
 11. ชลนกก มั่นทะนา และคณะ. ความพึงพอใจของบัณฑิตหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง รุ่นที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตร วิทยาลัยบรมราชชนนี เชียงใหม่. เชียงใหม่: วิทยาลัยบรมราชชนนีเชียงใหม่; 2551.
 12. วรพจน์ บุษราคัมวดี. ความพึงพอใจของบัณฑิตต่อการจัดการเรียนการสอนของสถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลัยการณ ในพระบรมราชูปถัมภ์. กรุงเทพมหานคร: สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลัยการณ; 2546.
 13. สาลินี จงใจสุธรรม. ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อกระบวนการจัดการเรียนการสอนระดับบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช 2553; 29(2): 25-33.

อิทธิพลของความหนาแน่นประชากรต่อผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรของข้าวโพด

Influence of Plant Density on Yield and Agronomic Traits of Corn (*Zea mays* L.)

ธนวัฒน์ เสนเผือก¹, สกุนกันต์ สิมลา^{2*}, พรชัย หาระโคตร³

Thanawat Seanpheug¹, Sakunkan Simla^{2*}, Bhornchai Harakotr³

Received: 28 August 2015; Accepted: 6 November 2015

บทคัดย่อ

ข้าวโพด (*Zea mays* L.) เป็นธัญพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจที่นำรายได้มาสู่ประเทศไทยเป็นอย่างมาก แต่แนวโน้มพื้นที่การผลิตข้าวโพดของประเทศไทยลดลงอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากเกษตรกรปรับเปลี่ยนไปปลูกพืชเศรษฐกิจชนิดอื่น ดังนั้นการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่โดยเพิ่มความหนาแน่นของประชากรเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ระยะปลูกและความหนาแน่นเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งส่งผลต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยา สรีรวิทยา และผลผลิตของข้าวโพด โดยเมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้นข้าวโพดจะมีขนาดเล็กลง จำนวนใบน้อยลง และใบค่อนข้างตรงซึ่งเป็นผลดีสำหรับข้าวโพด เนื่องจากลดการแข่งขันเพื่อรับน้ำ ธาตุอาหาร และแสง ทำให้มีผลผลิตต่อต้นลดลง ในขณะที่ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่เพิ่มขึ้น ความหนาแน่นที่เหมาะสมทำให้ผลผลิตสูงสุดอยู่ระหว่าง 71,000 ถึง 85,000 ต้นต่อเฮกตาร์ แต่ความหนาแน่นที่เหมาะสมนั้นยังขึ้นอยู่กับชนิดของข้าวโพดพันธุ์ และความอุดมสมบูรณ์ของปัจจัยที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโต ซึ่งความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้นมากเกินไปส่งผลให้ผลผลิตมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากเกิดการแข่งขันเพื่อรับปัจจัยสำหรับการเจริญเติบโตระหว่างต้นข้าวโพดด้วยกันเพิ่มขึ้นตามไปด้วย และเมื่อพิจารณาผลตอบแทน พบว่าที่ระดับความหนาแน่นเฉลี่ย 56,000 ต้นต่อเฮกตาร์ ให้ค่าเฉลี่ยอัตรากำไรขั้นต้นสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดสูงที่สุด แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาพันธุ์ในอนาคตควรคัดเลือกพันธุ์โดยเพิ่มความหนาแน่นต่อสภาพความหนาแน่นของประชากรสูง ซึ่งจะเพิ่มสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดต่อไป

คำสำคัญ: ระยะปลูก จำนวนประชากร การเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต *Zea mays* L.

Abstract

Corn (*Zea mays* L.) is one of Thailand's most important grains. It provides an income for much of Thailand's population. However, the growing area has continuously decreased because growers realize greater economic returns from other crops. Therefore, the increasing yield per area unit by increased plant population density is a way to solve this problem. Moreover, row spacing and plant density are of primary importance causing change in morphological physiological traits and yield of corn. As plant population density increases, the presence of smaller plants, with fewer and more erect leaves is positive because it decreases inter-plant competition for water, nutrients and solar radiation. The yield of a single corn plant decreases with increasing plant population whereas the yield per unit area increases. Optimum plant densities for high yield were approximately 71,000 to 85,000 plants ha⁻¹. Moreover, optimum plant densities were dependent on type of corn, variety and other environmental parameters. Populations average 56,000-plant ha⁻¹, which was the average population for maximum gross profit margin for the corn grower. Results

¹ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรร้อยเอ็ด สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4 กรมวิชาการเกษตร

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

³ อาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

¹ Director of Agricultural Research and Development Center Roi Et, Office of Agricultural Research and Development Region 4, Department of Agriculture

² Asst. Prof., Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Mahasarakham University

³ Lecture of Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasart University

* Corresponding Author: sakunkan.s@msu.ac.th, sakunkans@gmail.com

from this study indicate further improvements could be made by breeding for additional tolerance to higher populations in corn that would increase gross profit margin for corn grower.

Keywords: row spacing, plant population, growth, yield, yield component, *Zea mays* L.

บทนำ

ข้าวโพด (*Zea mays* L.) เป็นธัญพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย และมีมูลค่าการส่งออกข้าวโพดและผลิตภัณฑ์จากข้าวโพดเพิ่มขึ้นแบบก้าวกระโดด โดยเฉพาะข้าวโพดหวานมีปริมาณการส่งออกสูงเป็นอันดับ 1 ของโลก แต่ในด้านมูลค่าเป็นอันดับที่ 2 รองจากฝรั่งเศส¹ จากรายงานประจำปี 2556 ของศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ พบว่าประเทศไทยมีมูลค่าการส่งออกข้าวโพดและผลิตภัณฑ์มากกว่า 13,159.6 ล้านบาท โดยแยกเป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 4,138.9 ล้านบาท ข้าวโพดหวาน 5,854.6 ล้านบาท ข้าวโพดฝักอ่อน 1,314.1 ล้านบาท เมล็ดพันธุ์ 1,807.3 ล้านบาท และอื่นๆ 44.7 ล้านบาท² ซึ่งรูปแบบการใช้ประโยชน์ของข้าวโพด นอกเหนือจากการบริโภคในรูปของฝักสด (ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดเตียน) ยังมีการนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จากข้าวโพดในรูปแบบต่างๆ เช่น ข้าวโพดแช่แข็ง ข้าวโพดแปรรูปบรรจุกระป๋อง คริมข้าวโพด น้ำมันปรุงอาหาร กาว แป้งและผลิตภัณฑ์จากแป้ง เป็นต้น นอกจากนี้ ข้าวโพดยังอุดมไปด้วยแป้ง ไขมัน และโปรตีนเมื่อเปรียบเทียบกับธัญพืชชนิดอื่นๆ เช่น ข้าว และข้าวสาลี เป็นต้น^{3,4} และธัญพืชชนิดนี้ยังเป็นแหล่งของสารพฤกษเคมี (phytochemicals) และสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidants) ประกอบด้วยแคโรทีนอยด์ โทโคฟีรอลส์ สารประกอบฟีนอลิก และแอนโทไซยานิน^{5,6,7} ซึ่งงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ พบว่าสารพฤกษเคมีดังกล่าวมีผลต่อสุขภาพหลายประการ เช่น ความสามารถในการต้านออกซิเดชัน ความสามารถในการต้านสารก่อมะเร็ง และลดความรุนแรงจากโรคไม่ติดต่อเรื้อรังต่างๆ (non-communicable diseases; NCDs) เช่น โรคอ้วน โรคเบาหวานชนิดที่ 2 โรคไขมันในเลือดสูง โรคหัวใจและหลอดเลือด และโรคมะเร็งบางชนิด โรคจอประสาทตาเสื่อม (aged-related macular degeneration; AMD) และโรคต่อกระจุก เป็นต้น^{3,4,6} จากความสำคัญข้างต้นและข้าวโพดเป็นพืชที่ปลูกง่าย อายุสั้น เกษตรกรและผู้บริโภคสามารถเข้าถึงได้ทุกชนชั้น⁸ ส่งผลให้ข้าวโพดมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจทั้งในระดับภูมิภาคและระดับประเทศ

ปัจจุบันแนวโน้มปริมาณความต้องการใช้ข้าวโพดในประเทศไทยเพิ่มขึ้น เนื่องจากในแต่ละวันมีการบริโภคข้าวโพดและใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากข้าวโพดเป็นปริมาณมาก รวมถึง

อุตสาหกรรมอาหารแปรรูปที่ใช้ข้าวโพดเป็นวัตถุดิบ เช่น อุตสาหกรรมข้าวโพดหวานแช่แข็งและบรรจุกระป๋อง อุตสาหกรรมอาหารสัตว์และการเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น มีแนวโน้มขยายตัว นอกจากนี้ในประเทศสหรัฐอเมริกายังมีการปรับเปลี่ยนพื้นที่ปลูกข้าวโพดไปปลูกพืชพลังงานทดแทน และประเทศในสหภาพยุโรปและเอเชียบางประเทศ เช่น ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ และไต้หวัน มีความต้องการนำเข้าข้าวโพดและผลิตภัณฑ์จากประเทศไทยเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าแนวโน้มพื้นที่การปลูกข้าวโพดของประเทศไทยลดลงอย่างต่อเนื่อง เห็นได้จากรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรว่า ฤดูกาลปีเพาะปลูก 2555/56 มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 7.19 ล้านไร่ ลดลงจากปีที่แล้ว 60,610 ไร่ หรือ 0.84 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเกษตรกรปรับเปลี่ยนไปปลูกมันสำปะหลังและอ้อยโรงงานที่มีความเสี่ยงจากภัยแล้งต่ำกว่าและให้ผลตอบแทนที่ดีกว่า กอปรกับโอกาสในการขยายพื้นที่ปลูกในแหล่งผลิตข้าวโพดที่สำคัญของประเทศมีข้อจำกัด โดยเฉพาะในพื้นที่ชลประทานและพื้นที่ป่าต้นน้ำอันเนื่องมาจากพันธกรณีตามข้อตกลงขององค์การการค้าโลก⁹ ทำให้การเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว การใช้พันธุ์ข้าวโพดที่ผ่านการพัฒนาพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงควบคู่ไปกับการจัดการเขตกรรมที่ดีตลอดฤดูปลูกสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวโพดต่อพื้นที่ได้ โดยระยะปลูกและความหนาแน่นเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพด^{10,11,12} ความหนาแน่นของประชากรข้าวโพดที่เหมาะสมจะช่วยให้ข้าวโพดใช้ปัจจัยสำหรับการเจริญเติบโต เช่น แสง น้ำ ธาตุอาหาร และปัจจัยอื่นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ถ้าปลูกข้าวโพดภายใต้ความหนาแน่นสูงเกินไปอาจจะเพิ่มการแย่งปัจจัยการเจริญเติบโต และทำให้ผลผลิตลดลงได้เช่นเดียวกัน^{10,12} ปัจจุบันนี้ข้อมูลเกี่ยวกับการตอบสนองทางสัณฐานวิทยา สรีรวิทยา และผลผลิตของข้าวโพดต่อระยะปลูกและความหนาแน่นยังมีจำกัด¹¹ ด้วยเหตุนี้รายงานนี้จึงรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับอิทธิพลของความหนาแน่นของประชากร (ระยะปลูกและจำนวนต้นต่อพื้นที่) ที่มีต่อผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทางการเกษตรในข้าวโพด ซึ่งจะเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับเกษตรกรเพื่อการผลิตข้าวโพดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะเพิ่มสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดต่อไป

ระยะปลูกของข้าวโพด

ระยะปลูกหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าอัตราปลูก (spacing) คือ ระยะห่างระหว่างแถว (spacing between rows) และระยะห่างระหว่างต้น (spacing between trees) การจัดระยะปลูกและความหนาแน่นของประชากรข้าวโพดที่เหมาะสมเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งในการส่งเสริมการเจริญเติบโต เพิ่มผลผลิตและคุณภาพของข้าวโพด โดยที่กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้จัดทำเอกสารแนะนำ “เกษตรดีที่เหมาะสม” ได้แนะนำระยะปลูกที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดแต่ละชนิด ดังนี้

ข้าวโพดหวาน ในกรณีที่ปลูกบนพื้นราบและเป็นแถวคู่ให้ปลูกข้าวโพดบนสันร่องแบบสลับฟันปลา ใช้ระยะระหว่างหลุม 25-30 เซนติเมตร อัตราปลูกที่เหมาะสมสำหรับการบริโภคประมาณ 8,500 ต้นต่อไร่ สำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปประมาณ 8,500-11,000 ต้นต่อไร่ และในกรณีปลูกบนร่องสวนใช้ระยะระหว่างแถวและต้น 50 เซนติเมตร อัตราปลูกประมาณ 6,500-8,500 ต้นต่อไร่¹³

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในกรณีที่ปลูกด้วยแรงงานใช้ระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร และระหว่างต้น 25 เซนติเมตร หรืออัตราปลูก 8,500 ต้นต่อไร่ สำหรับกรณีปลูกด้วยเครื่องปลูกที่ลากจูงด้วยรถแทรกเตอร์ ปรับให้มีระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร หรืออัตราปลูก 10,600 ต้นต่อไร่¹⁴

นอกจากนี้ยังมีรายงานวิจัยเกี่ยวกับระยะปลูกที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดชนิดอื่น เช่น ระยะปลูกที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดข้าวเหนียว คือ ระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร และระยะระหว่างต้น 25 เซนติเมตร¹⁵ สำหรับระยะปลูกที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดฝักอ่อนมี 2 แบบ คือ แบบที่ 1 ใช้ระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร และระยะระหว่างต้น 10 หรือ 25 เซนติเมตร¹⁶ และแบบที่ 2 ใช้ระยะระหว่างแถวและต้น 40 เซนติเมตร¹⁷

อิทธิพลของระยะปลูกและความหนาแน่นต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

การปลูกข้าวโพดเพื่อให้ได้ผลผลิตสูง และสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 3 ประการ ได้แก่ พันธุ์ สภาพแวดล้อม และการจัดการ ดังนั้นการเลือกปลูกพันธุ์ข้าวโพดที่ดี ร่วมกับการเขตกรรมที่เหมาะสมจึงนับเป็นหัวใจหลักสำหรับการผลิตข้าวโพดเพื่อให้ได้ผลผลิตสูง ก่อให้เกิดการใช้ปัจจัยการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกร การเลือกระยะปลูกและความหนาแน่นที่เหมาะสมจึงมีความสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการผลิต

ข้าวโพด ที่จะช่วยให้พันธุ์ข้าวโพดที่ดีแสดงศักยภาพออกมาได้เต็มที่ ซึ่งความหนาแน่นของประชากรข้าวโพดต่อพื้นที่นั้นมีความสัมพันธ์กับการสังเคราะห์ด้วยแสง และความหนาแน่นที่เป็นช่วงวิกฤติของข้าวโพดนั้นขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ข้าวโพด Sangoi *et al.*¹¹ ทำการประเมินความหนาแน่นที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพด 3 พันธุ์ พบว่า ระดับความหนาแน่น 71,000 79,000 และ 85,000 ต้นต่อเฮกตาร์ มีความเหมาะสมสำหรับข้าวโพดพันธุ์ Ag12 Ag303 และ C929 ตามลำดับ (**Figure 1**) ซึ่งความหนาแน่นดังกล่าวนี้สูงกว่าอัตราปลูกที่เกษตรกรใช้ในประเทศบราซิล ที่ประมาณ 40,000 ถึง 60,000 ต้นต่อเฮกตาร์ แต่ถ้าหากความหนาแน่นสูงจนเกินไปจะทำให้ข้าวโพดได้รับแสงไม่เพียงพอ อาจส่งผลต่อการติดเมล็ด พัฒนาการของฝัก และผลผลิตได้ โดยช่วงเวลาที่ข้าวโพดจะต้องได้รับแสงในปริมาณมาก คือ ช่วงก่อนการออกไหมประมาณ 3-4 วัน¹⁸ นอกจากนี้ยังพบว่าในสภาพดินที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน แต่ถ้าระยะปลูกและความหนาแน่นที่แตกต่างกันก็จะทำให้ได้ผลผลิตที่ต่างกันไปด้วย โดยทั่วไปแล้วอัตราการปลูกก็จะเพิ่มขึ้น ถ้าดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง และมีปริมาณน้ำฝนสม่ำเสมอหรืออยู่ในพื้นที่เขตชลประทาน¹⁹ แต่อย่างไรก็ตาม การปลูกข้าวโพดในอัตราที่หนาแน่นมากเกินไป เกษตรกรจำเป็นต้องใส่ปุ๋ยเคมี โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนเพิ่มขึ้นเพื่อให้ข้าวโพดได้รับธาตุอาหารอย่างเพียงพอ²⁰ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตและทำให้เกษตรกรมีกำไรลดลง แต่ถ้าปลูกที่ความหนาแน่นต่ำเกินไปก็เป็นการใช้พื้นที่ไม่เกิดประโยชน์สูงสุด

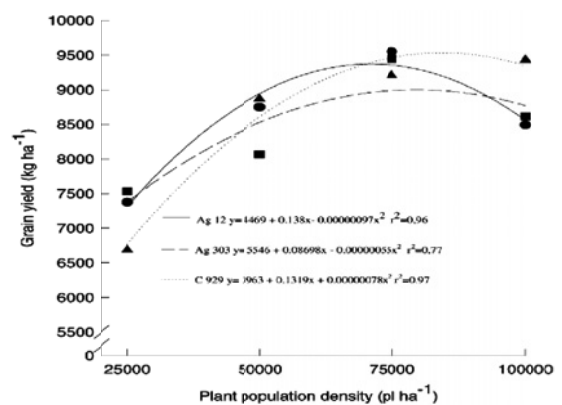


Figure 1 Effects of plant density on grain yield of Brazilian maize hybrids commercially released in the 1970s (Ag12), 1980s (Ag303) and 1990s (C929). Each symbol presents the average value of three replicates and two growing seasons.¹¹

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ผลผลิตข้าวโพด มีความสัมพันธ์กับปริมาณการติดเมล็ดต่อหน่วยพื้นที่ และขึ้นอยู่กับจำนวนต้นต่อหน่วยพื้นที่ จำนวนฝักต่อต้น และจำนวนเมล็ดต่อฝักที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา ซึ่งจำนวนเมล็ดข้าวโพดต่อพื้นที่หนึ่งตารางเมตรมีประมาณ 1,902 ถึง 3,412 เมล็ด ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และความหนาแน่นของประชากรข้าวโพด แต่ความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์นั้นจะแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยภายใต้สภาพที่มีการแข่งขันเพื่อรับปัจจัยสำหรับการเจริญเติบโต^{11,21} จากการศึกษาของ Sangoi *et al.*¹¹ พบว่า เมื่อความหนาแน่นเพิ่มมากขึ้น ข้าวโพดพันธุ์ลูกผสม Ag12 Ag303 และ C929 จะมีเมล็ดต่อฝักลดลง โดยเฉพาะในสายพันธุ์ที่ปล่อยละอองเกสรก่อนออกใหม่ เนื่องจากการที่ข้าวโพดออกดอกพร้อมกันทั้งแปลงก่อนการออกใหม่ ทำให้ขาดข้อดอกตัวเมียสำหรับรับละอองเกสร หรือข้อดอกตัวเมียเป็นหมันไม่สามารถรับละอองเกสรได้ ส่งผลโดยตรงต่อการสร้างเมล็ดข้าวโพดที่เกิดจากการขาดละอองเกสร สำหรับความหนาแน่นของข้าวโพดที่เหมาะสมสำหรับการสร้างเมล็ดได้อย่างมีประสิทธิภาพอยู่ระหว่าง 28,000 ถึง 40,000 ต้นต่อเฮกตาร์ และการสร้างเมล็ดจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้น จากการศึกษาของ Lashkari *et al.*²² พบว่าที่ต้นข้าวโพดที่ปลูกภายใต้ความหนาแน่น 20,800 ต้นต่อไร่ มีองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ จำนวนเมล็ดต่อแถว จำนวนเมล็ดต่อฝัก ความยาวฝัก และความกว้างฝัก ต่ำกว่าข้าวโพดที่ปลูกภายใต้ความหนาแน่น 14,400 และ 11,200 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ แต่ข้าวโพด

ที่ปลูกภายใต้ความหนาแน่นที่ 20,800 ต้นต่อไร่ มีผลผลิตต่อพื้นที่สูงที่สุด (Table 1) อย่างไรก็ตามสายพันธุ์ข้าวโพดที่ต่างกันจะมีการตอบสนองต่อความหนาแน่นที่แตกต่างกันด้วย จากการศึกษา Williams II²³ พบว่า ข้าวโพดหวานสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมจำนวน 6 พันธุ์ คือ DMC21-84 DMC22-85 GSS1447 Magnum II Marvel Edge และ Protege มีผลผลิตสูงสุดตั้งแต่ 15.3 ถึง 19.8 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ และมีความทนทานต่อภาวะความหนาแน่นของประชากรสูงได้แตกต่างกัน โดยพันธุ์ DMC21-84 DMC22-85 Marvel Edge และ Protege จะมีผลผลิตสูงสุดที่ความหนาแน่นจาก 60,300 ถึง 70,200 ต้นต่อเฮกตาร์ และพันธุ์ GSS1447 และ Magnum II มีผลผลิตสูงสุดที่ระดับความหนาแน่น 48,100 และ 49,500 ต้นต่อเฮกตาร์ โดยค่าเฉลี่ยผลผลิตจากข้าวโพดทุกพันธุ์ คือ 17.5 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ ที่ความหนาแน่น 59,100 ต้นต่อเฮกตาร์ แต่อย่างไรก็ตามผู้ปลูกข้าวโพดควรวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ก่อนการตัดสินใจเพิ่มความหนาแน่นของข้าวโพด เนื่องจากการเพิ่มความหนาแน่นอาจจะเพิ่มต้นทุนการผลิต จากอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ และอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มสูงขึ้น^{20, 24} ผลจากการสำรวจผู้ปลูกข้าวโพดหวานสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมในอเมริกาเหนือ พบว่า ที่ระดับความหนาแน่นเฉลี่ย 56,000 ต้นต่อเฮกตาร์ ให้ค่าเฉลี่ยอัตรากำไรขั้นต้นสำหรับผู้ผลิตข้าวโพดสูงที่สุด คือ 9,900 ดอลลาร์สหรัฐ ต่อเฮกตาร์ (Figure 2)²³

Table 1 Effects of plant density on yield and yield component of corn²²

Density (plant ra ⁻¹)	Yield (Ton ra ⁻¹)	Number of kernel row ⁻¹	Number of kernel ear ⁻¹	Ear length (cm)	Ear diameter (mm)
20,800	1.49 a ¹	43.10 c	767.4 c	17.9 c	45.3 c
14,400	1.48 a	47.25 b	800.4 b	18.6 b	48.6 b
11,200	1.35 b	47.25 a	874.6 a	19.6 a	50.6 a
F-test	**	**	**	**	**
C.V. (%)	6.09	7.78	4.7	5.15	5.77

** Significant at probability 99%

¹ Means followed by the same letters in each column are not significantly

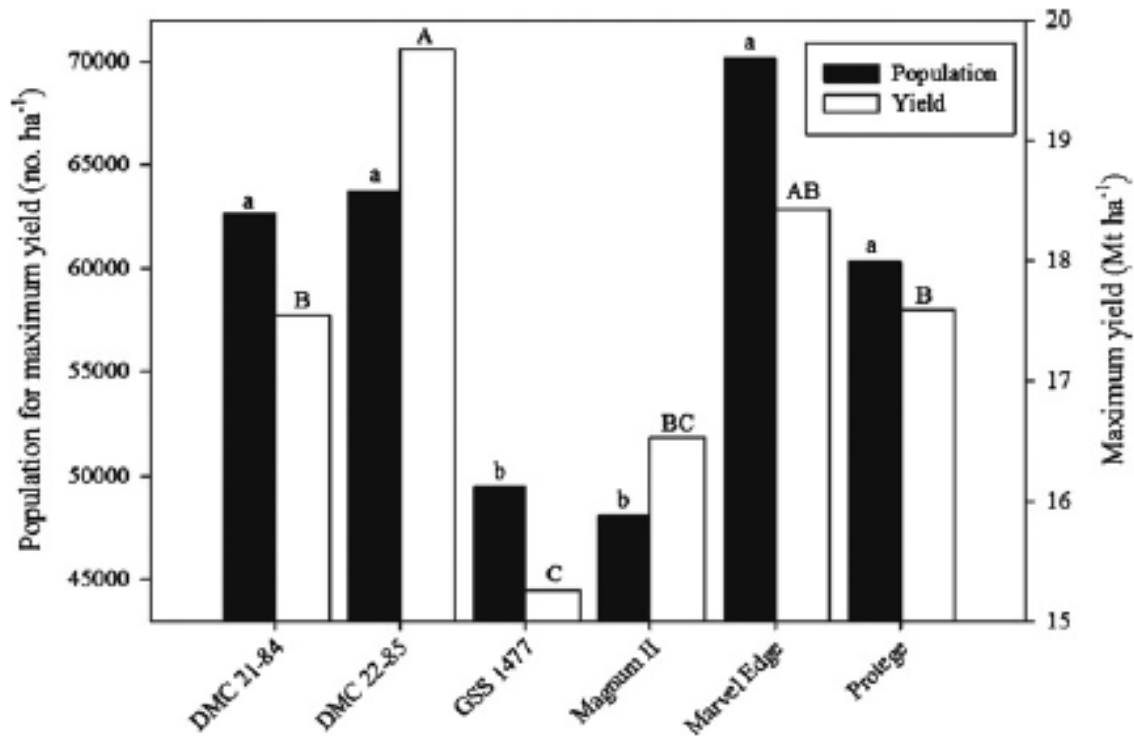


Figure 2 Plant population density for maximum yield and maximum yield of six processing sweet corn hybrids. Denoted by lower case letters for plant population density and upper case letters for yield, hybrids with the same letter are not significantly different based on non-overlapping 95% confidence intervals.²³

นอกจากนี้การพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดให้ทนทานต่อความหนาแน่นสูงร่วมกับประสิทธิภาพการให้ผลผลิตต่อต้นสูงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตที่นักปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดควรพิจารณา จากการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมที่มีความทนทานต่อความหนาแน่นของประชากรสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ข้าวโพดในอดีต พันธุ์ที่สามารถให้ผลผลิตสูงที่สุดภายใต้สภาพความหนาแน่นสูงเป็นพันธุ์ที่คาดหวังของนักปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพด Tokatlidis and Koutrobas¹² พบว่าเมื่อปลูกเปรียบเทียบข้าวโพดพันธุ์ลูกผสมพันธุ์ใหม่ 2 พันธุ์ที่ปล่อยพันธุ์ในปี 1983 และ 1988 และข้าวโพดพันธุ์ลูกผสม 2 พันธุ์ที่ปล่อยพันธุ์ในปี 1959 และ 1962 ภายใต้ความหนาแน่น 8 ระดับ (0.5-24 ต้นต่อตารางเมตร) ข้าวโพดพันธุ์ใหม่มีผลผลิตเฉลี่ยที่สูงกว่าข้าวโพดพันธุ์เก่าประมาณ 1,500-2,000 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และความหนาแน่นที่เหมาะสมของข้าวโพดพันธุ์ใหม่เพิ่มขึ้นจากข้าวโพดพันธุ์เก่าประมาณ 1-1.5 ต้นต่อตารางเมตร (Figure 3) ซึ่งความหนาแน่นที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดพันธุ์ลูกผสมแต่ละพันธุ์นั้นจะแตกต่างกัน และการเพิ่มความหนาแน่นในระดับที่มากเกินไป นอกจากไม่ช่วยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น แต่กลับทำให้มีผลผลิตลดลงด้วย ดังนั้นบริษัทผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ควรที่จะแนะนำความหนาแน่นของประชากรที่เหมาะสมควบคู่ไปกับการปล่อยพันธุ์ใหม่ด้วย

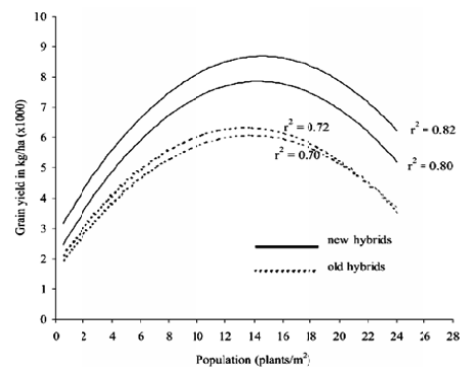


Figure 3 A parabolic relationship between crop yield and plant population resulted from four hybrids grown at range of eight plant populations.¹²

คุณค่าทางอาหารและปริมาณสารพิษเคมีสำหรับข้าวโพดรับประทานฝักสด ทั้งข้าวโพดหวาน ข้าวโพดหวานพิเศษ ข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดเทียน เป็นอาหารที่มีการบริโภคทางรสชาติ คุณภาพการบริโภคจึงเป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่ง¹⁷ ความหวานเป็นหนึ่งในปัจจัยหลักของรสชาติข้าวโพด Waters *et al.*²⁵ ทำการปลูกข้าวโพดหวานที่ความหนาแน่น 4 ระดับ คือ 17,500 23,200 29,000 และ

35,000 ต้นต่อเอเคอร์ พบว่าความหนาแน่นไม่มีผลต่อความหวาน (%บริกซ์) เช่นเดียวกับกับการศึกษาของ Jing *et al.*²⁶ ที่ทำการศึกษาในส่วนของชังข้าวโพดซึ่งเป็นส่วนเหลือใช้ของข้าวโพดสีม่วงที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้น พบว่า การปลูกข้าวโพดสีม่วงที่ความหนาแน่น 50,000 และ 62,500 ต้นต่อเฮคตาร์ ทำให้มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในชังข้าวโพดไม่แตกต่างกัน

อิทธิพลของระยะปลูกและความหนาแน่นต่อการเจริญเติบโตและลักษณะทางการเกษตร

การปลูกข้าวโพดในสภาพความหนาแน่นต่อพื้นที่แตกต่างกัน ย่อมส่งผลต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยา เช่น ความสูงต้น ความสูงฝัก วันออกดอก วันออกไหม การเกิดต้นไม่มีฝัก (barren plant) และช่วงเวลาการปล่อยละอองเกสร-ออกไหม (anthesis-silking interval; ASI) เป็นต้น^{11,20,23,27} โดยเฉพาะอย่างยิ่งในลักษณะช่วงเวลาการปล่อยละอองเกสร-ออกไหมที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของข้าวโพดเป็นอย่างมาก (Figure 4) จากการศึกษาของ Sangoi *et al.*¹¹ พบว่า เมื่อมีการเพิ่มอัตราปลูก 10,000 ต้นต่อเฮคตาร์ ช่วงเวลาการปล่อยละอองเกสร-ออกไหมของข้าวโพดพันธุ์ Ag12 Ag303 และ C929 จะเพิ่มขึ้น 0.96 1.02 และ 0.79 วัน ตามลำดับ ซึ่งการเลือกระยะปลูกและความหนาแน่นที่เหมาะสม ควรพิจารณาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและลักษณะทางการเกษตรของข้าวโพด ซึ่งจะส่งผลต่อผลผลิตข้าวโพดต่อไป

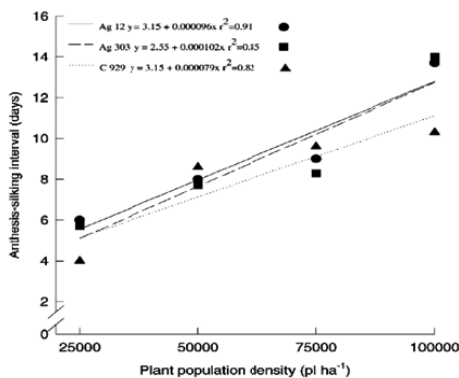


Figure 4 Effects of plant density on the anthesis-silking interval (ASI) of Brazilian maize hybrids commercially released in the 1970s (Ag12), 1980s (Ag303) and 1990s (C929). Each symbol presents the average value of three replicates and two growing seasons.¹¹

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา Moosavi *et al.*¹⁰

รายงานว่าการปลูกข้าวโพด (forage corn) ที่ความหนาแน่นแตกต่างกันมีผลต่อความสูงต้นและเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น แต่ไม่มีผลต่อจำนวนใบต่อต้น (Table 2) เมื่ออัตราปลูกเพิ่มขึ้นจาก 50,000 ถึง 140,000 ต้นต่อเฮคตาร์ ทำให้ความสูงต้นเพิ่มขึ้นประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ แต่การเพิ่มอัตราปลูกจาก 50,000 ถึง 80,000 110,000 และ 140,000 ต้นต่อเฮคตาร์ ทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นลดลง 16.2 15.1 และ 21.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การที่ความสูงต้นเพิ่มขึ้นเมื่อมีอัตราปลูกเพิ่มขึ้นนั้น มีความสัมพันธ์กับการแข่งขันแย่งรับแสงระหว่างต้นข้าวโพด และยังสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงสมดุลของสารควบคุมการเจริญเติบโตอีกด้วย ข้าวโพดจะมีความสูงต้นเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับปัจจัยการเจริญเติบโตที่สำคัญอย่างจำกัด เช่น น้ำที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ ความชื้น และดินที่อุดมสมบูรณ์ เป็นต้น นอกจากนี้เมื่อมีอัตราปลูกเพิ่มขึ้น แสงจะส่องผ่านไปสู่ตรงกลางและด้านล่างของทรงพุ่มลดลง ส่งผลให้การสลายตัวของฮอร์โมนออกซินระหว่างการเคลื่อนย้ายจากส่วนยอดสู่ส่วนต่างๆ ของข้าวโพดลดลง ทำให้เกิดการเพิ่มความยาวระหว่างปล้องซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ความสูงต้นของข้าวโพดเพิ่มขึ้น ที่เป็นเช่นนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ จตุพร และคณะ²⁸ ที่พบว่า เมื่อปลูกข้าวโพดเทียบพันธุ์สุโขทัย 1 ที่ความหนาแน่นสูง (ระยะปลูกถี่) ทำให้ความสูงต้นและความสูงฝักเพิ่มขึ้น และเมื่อปลูกที่อัตรา 2 ต้นต่อหลุม จะมีความสูงต้นและความสูงฝักบนสูงกว่าการปลูกอัตรา 1 ต้นต่อหลุม เนื่องจากการแข่งขันระหว่างข้าวโพดในหลุมเดียวกัน ส่งผลให้ตำแหน่งของฝักบนสูงตามไปด้วย อย่างไรก็ตามสัดส่วนระหว่างความสูงฝักและความสูงต้นที่สูงเกินไป ร่วมกับความหนาแน่นของประชากรสูงส่งผลให้ลำต้นข้าวโพดหักล้มได้ง่าย ทำให้นักปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดได้พัฒนาพันธุ์ข้าวโพดที่มีรูปร่างทรงพุ่มกะทัดรัด ใบทรงตั้งขึ้น และเพิ่มการจับแสงแดดได้ดี ภายใต้สภาพการปลูกที่มีความหนาแน่นสูง¹¹ แต่ในการศึกษาของ Carpici *et al.*²⁹ กลับพบว่าข้าวโพดที่ปลูกที่อัตรา 9,600 16,000 22,400 28,800 และ 35,200 ต้นต่อไร่ ไม่มีผลต่อความสูงต้นและความสูงฝัก ความหนาแน่นต่อพื้นที่ที่สูงขึ้นนั้นไม่ทำให้ความสูงต้นเพิ่มขึ้นแต่กลับมีแนวโน้มลดลง

เมื่อประชากรข้าวโพดหนาแน่นขึ้นทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นข้าวโพดลดลงถึง 26 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจาก การแข่งขันระหว่างต้นข้าวโพดเพื่อรับปัจจัยสำหรับการเจริญเติบโต เช่น แสง น้ำ และอากาศ เป็นต้น ซึ่งทำให้การสังเคราะห์ด้วยแสง การสร้างสารอาหาร (assimilates production) และการสะสมสารอาหารลดลง ในทางกลับกัน ภายใต้สภาพความหนาแน่นของประชากรต่ำ ข้าวโพดสามารถดูดซึมธาตุ

อาหารเพื่อสร้างการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (vegetative growth) รวมถึงเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นได้ดี ซึ่งภายใต้สภาพดังกล่าวนั้นข้าวโพดมีการแข่งขันรับปัจจัยสำหรับการเจริญเติบโตเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยเช่นเดียวกัน¹⁰

Table 2 Effect of plant density on morphological traits of forage corn¹⁰

Density (Plant ha ⁻¹)	Plant height (cm)	Stem diameter (cm)	Leaf number per plant
50,000	98.4 b ¹	18.5 a	10.0 a
80,000	103.8 a	15.5 b	9.9 a
110,000	107.1 a	15.7 b	9.9 a
140,000	113.3 a	14.5 b	9.6 a

¹ Means followed by the same letters in each column-according to DMRT are not significantly (P<0.05)

ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index; LAI) คือ อัตราส่วนของพื้นที่ใบต่อพื้นที่ปลูก ความหนาแน่นของประชากรที่ระดับต่างๆ มีผลต่อดัชนีพื้นที่ใบแตกต่างกัน เมื่อความหนาแน่นประชากรของข้าวโพดเพิ่มขึ้น ข้าวโพดจะมีขนาดเล็กลง มีจำนวนใบน้อยลงและใบค่อนข้างตรง เนื่องจากข้าวโพดเกิดการแข่งขันเพื่อรับปัจจัยสำหรับการเจริญเติบโต เช่น น้ำ ธาตุอาหาร และแสง เป็นต้น¹¹ จากการศึกษาของ Maddonni *et al.*³⁰ พบว่า เมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้นทำให้ข้าวโพดมีความกว้างและความยาวใบลดลงเท่ากับ 21 และ 26 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ระยะปลูกไม่มีผลต่อขนาดของใบข้าวโพด แต่การลดขนาดของใบข้าวโพดกลับทำให้ดัชนีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้น โดยการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของดัชนีพื้นที่ใบไม่มีผลโดยตรงต่ออัตราการเจริญเติบโต (plant growth rate; PGR) ดัชนีพื้นที่ใบเป็นเครื่องชี้

วัดการเพิ่มความสามารถการสังเคราะห์ด้วยแสง และการสร้างสารอาหาร ซึ่งเครื่องมือที่สำคัญสำหรับการวัดผลผลิตของข้าวโพดที่ชนิดหนึ่งคือ ค่าการดูดซับช่วงความยาวคลื่นแสงที่พืชสามารถนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis active radiation; PAR) ที่คำนวณจากพื้นที่ใบที่ระยะการเจริญเติบโตทางดอกและผลหรือระยะเจริญพันธุ์ (reproductive phase) โดยพบว่า การลดลงของผลผลิตมีความสัมพันธ์กับการลดลงของพื้นที่ใบของข้าวโพด จากการศึกษาของ Moosavi *et al.*¹⁰ พบว่า ความหนาแน่นมีผลต่อดัชนีพื้นที่ใบของข้าวโพดที่ระยะการปล่อยละอองเกสร โดยค่าดัชนีพื้นที่ใบที่ความหนาแน่น 140,000 ต้นต่อเฮกตาร์สูงกว่าค่าดัชนีพื้นที่ใบที่ระดับความหนาแน่น 50,000 ต้นต่อเฮกตาร์ประมาณ 3.5 เท่า การผลิตข้าวโพดที่ระดับความหนาแน่นที่เหมาะสมจะช่วยเพิ่มการใช้ประโยชน์จากรังสีของดวงอาทิตย์ (solar radiation) และเพิ่มการรับแสงของใบข้าวโพด ส่งผลให้อัตราสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น ข้าวโพดมีการสะสมน้ำหนักแห้งและการสร้างชีวมวลเพิ่มขึ้น ผลจากการศึกษาของ Williams²³ พบว่าเมื่อความหนาแน่นของข้าวโพดหวานเพิ่มขึ้นจาก 43,000 ถึง 86,000 ต้นต่อเฮกตาร์ ดัชนีพื้นที่ใบและความสามารถในการรับแสงของใบข้าวโพดจะเพิ่มขึ้น ซึ่งการเพิ่มจำนวนข้าวโพดต่อพื้นที่หนึ่งตารางเมตรจะเพิ่มพื้นที่ใบ 0.23±0.02 ตารางเมตร และความสามารถในการรับแสงของใบจะเพิ่มขึ้น 1.8±0.2 เปอร์เซ็นต์ (Figure 5A, B) นอกจากนี้ จากผลงานปรับปรุงพันธุ์ทำให้ข้าวโพดพันธุ์ลูกผสมในปัจจุบันมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงต่อหน่วยพื้นที่ใบสูงขึ้นภายใต้ความหนาแน่นของประชากรที่สูง ดังนั้นข้าวโพดพันธุ์ลูกผสมในปัจจุบันมีความทนทานต่อสภาวะความหนาแน่นสูงกว่าพันธุ์ข้าวโพดที่ใช้ปลูกในอดีต¹¹

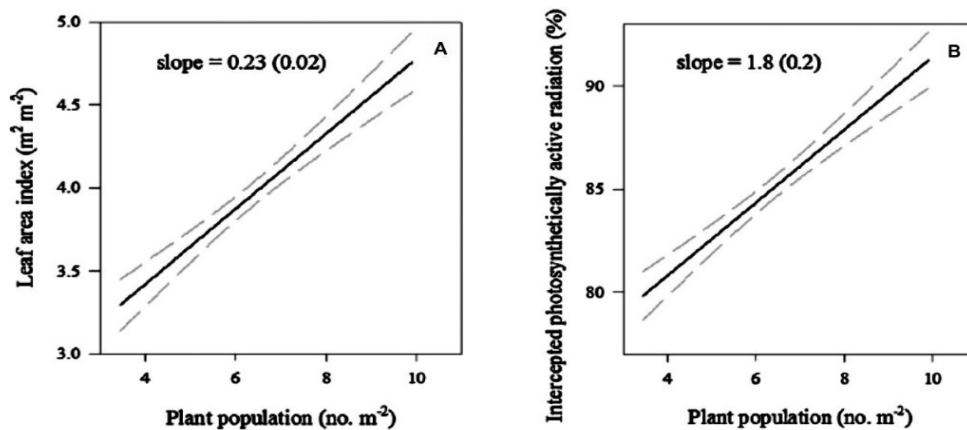


Figure 5 Effect of plant population density on leaf area index (A) and intercepted photosynthetically active radiation (B) at silking stage. Population density effects on sweet corn are describe with a linear model²³

อิทธิพลของระยะปลูกและความหนาแน่นต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์

เมล็ดพันธุ์เป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญที่จะส่งผลโดยตรงต่อผลผลิต ถึงแม้ว่าปัจจัยการผลิตอื่นๆ เช่น ธาตุอาหาร น้ำ และการจัดการศัตรูพืช จะมีอย่างเพียงพอ แต่ถ้าหากเมล็ดพันธุ์ไม่มีคุณภาพย่อมส่งผลต่อผลผลิต การขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ที่ดีเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ได้ผลผลิตต่ำ ทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น เนื่องจากต้องเพิ่มปัจจัยการผลิต เกษตรกรมีรายได้ลดลง และความสามารถในการแข่งขันกับต่างประเทศที่เป็นแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ลดลงเช่นเดียวกัน ปัจจุบันประเทศไทยจัดเป็นแหล่งผลิตและส่งออกเมล็ดพันธุ์ที่มีศักยภาพสูงเป็นอันดับ 3 ของภูมิภาคเอเชีย รองจากจีนและญี่ปุ่น และเป็นอันดับที่ 12 ของโลก โดยเฉพาะเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมีบริษัทชั้นนำของโลกเข้ามาดำเนินธุรกิจเมล็ดพันธุ์หลายทศวรรษแล้ว³¹ ในปี พ.ศ. 2556 ประเทศไทยสามารถส่งออกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดประมาณ 17,000 ตัน และคิดเป็นมูลค่า 1,807.3 ล้านบาท² การควบคุมการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหรือ

การเกษตรกรรมที่ดีจะส่งผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ดังนั้นระยะปลูกหรืออัตราการปลูกที่เหมาะสมย่อมส่งผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเช่นเดียวกับการเกษตรกรรมอื่นๆ สุปรานีและคณะ¹⁶ ได้ทำการประเมินผลอิทธิพลของระยะปลูกและความหนาแน่นต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อน พบว่าระยะปลูกและความหนาแน่นของประชากรมีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์แตกต่างกัน โดยข้าวโพดฝักอ่อนที่ปลูกที่ระยะ 75×12.5 เซนติเมตร (17,067 ต้นต่อไร่) และระยะ 75×20 เซนติเมตร (10,667 ต้นต่อไร่) เมล็ดมีความชื้นสูงที่สุด คือ 11.8 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ระยะ 75×10 เซนติเมตร (21,333 ต้นต่อไร่) ระยะ 75×15.5 เซนติเมตร (12,910 ต้นต่อไร่) และระยะ 75×15 เซนติเมตร (14,222 ต้นต่อไร่) ส่วนระยะที่ให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์สูงที่สุด คือระยะ 75×10 เซนติเมตร ที่ 345.2 กิโลกรัมต่อไร่ เนื่องจากมีอัตราการปลูกสูงที่สุด อย่างไรก็ตาม ระยะปลูกและความหนาแน่นไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะน้ำหนัก 100 เมล็ด และเปอร์เซ็นต์ความงอก (Table 3)

Table 3 Effect of plant density on seed yield and quality of corn¹⁶

Spacing (cm)	Density (plant rai ⁻¹)	Seed moisture (%)	Seed yield (kg/rai)	100 seed weight (g)	Germination (%)
75×10	21,333	11.6 ab ¹	345.2 a	28.3	95.7
75×12.5	17,067	11.8 a	339.5 ab	28.3	96.3
75×15	14,222	11.5 b	243.1 ab	28.5	94.1
75×15.5	12,190	11.6 ab	231.8 ab	27.6	94.9
75×20	10,667	11.8 a	228.4 b	28.3	94.1
Mean		11.6	227.6	28.2	95.0
C.V. %		1.48	19.05	2.50	2.95
F-test		*	**	ns	ns
LSD _{0.05}		0.27	81.47	-	-

ns; non-significant,

*, ** significant at probability 95 and 99%, respectively

¹Means followed by the same letters in each column are not significantly

สรุป

ข้าวโพดเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย และมีมูลค่าการส่งออกมากกว่า 10,000 ล้านบาทต่อปี ช่วยสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรและอุตสาหกรรมที่นำข้าวโพดเป็นวัตถุดิบ แต่แนวโน้มพื้นที่การผลิตข้าวโพดของประเทศไทยลดลงอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากเกษตรกรปรับเปลี่ยนไปปลูกพืชที่ให้ผลตอบแทนที่ดีกว่า การเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาการดังกล่าว โดยระยะปลูก

และความหนาแน่นของประชากรข้าวโพดต่อพื้นที่เป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพด จากรายงานการศึกษาต่างๆ พบว่า ระยะปลูกและความหนาแน่นที่เหมาะสมมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของข้าวโพด พันธุ์ และพื้นที่การผลิต การเพิ่มความหนาแน่นของประชากรข้าวโพดทำให้องค์ประกอบผลผลิตบางประการการเจริญเติบโต และลักษณะทางการเกษตรลดลง เนื่องจากการแข่งขันเพื่อรับปัจจัยสำหรับการเจริญเติบโตระหว่าง

ต้นของข้าวโพด แต่อย่างไรก็ตามความหนาแน่นของประชากรที่เหมาะสมสามารถทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นได้ และทำให้เกษตรกรได้รับอัตรากำไรขั้นต้นเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน เนื่องจากระยะปลูกและความหนาแน่นที่เหมาะสมช่วยให้การรับแสงของใบข้าวโพดและอัตราสังเคราะห์แสงสุทธิเพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้ข้าวโพดมีการใช้ปัจจัยสำหรับการเจริญเติบโตได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ถ้าความหนาแน่นของประชากรสูงเกินไป นอกจากจะทำให้ผลผลิตข้าวโพดมีแนวโน้มลดลงแล้ว เกษตรกรยังต้องเพิ่มธาตุอาหารให้เพียงพอกับความต้องการของข้าวโพด ทำให้มีต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น ซึ่งปัจจุบันนี้นักปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดได้พยายามพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดให้ทนทานต่อความหนาแน่นของประชากรสูง ร่วมกับการใช้ธาตุอาหารลดลง เพื่อให้มีผลผลิตต่อพื้นที่เพิ่มขึ้นภายใต้สภาพดังกล่าว ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์สำหรับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. วรวิทย์ อัสตรนธิ์ และศศิธร ชิมประเสริฐ. สถานการณ์การผลิตและการแข่งขันทางการค้าข้าวโพดหวานระหว่างประเทศ. ใน: เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการข้าวโพดรับประทานผักสดครั้งที่ 7 เรื่องโอกาสและความท้าทายข้าวโพดผักสดไทยสู่ตลาดโลก. อาคารเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพฯ ม.แม่โจ้ เชียงใหม่: 26-28 กุมภาพันธ์ 2557; หน้า 3.
2. ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือกรมศุลกากร. สถิติการค้าระหว่างประเทศของไทย. ได้จาก <http://www2.ops3.moc.go.th/>
3. Hu QP, Xu JG. Profiles of carotenoids, anthocyanins, phenolics, and antioxidant activity of selected color waxy corn grains during maturation. *J Agric Food Chem* 2011;59:2026-2033.
4. Liu RH. Whole grain phytochemicals and health. *J Cereal Sci* 2007;46:207-219
5. Abdel-Aal ESM, Young CY, Rabalski I. Anthocyanin composition in black, ping, purple and red cereal grains. *J Agric Food Chem* 2006;54:4696-4704.
6. Chander S, Meng Y, Zhang Y, Yan J, Li J. Comparison of nutritional traits variability in selected eighty-seven inbreds from Chinese maize (*Zea mays* L.) germplasm. *J Agric Food Chem* 2008;56:6506-6511.
7. Harakotr B, Suriham B, Tangwongchai R, Scott MP, Lertrat K. Anthocyanins and antioxidant activity in coloured waxy corn at different maturation stages. *J Funct Foods* 2014;9:109-118.
8. Aluru M, Xu Y, Guo R, Wang Z, Li S, White W, Wang K, Rodeemel S. Generation of transgenic maize with enhanced provitamin A content. *J Exp Bot* 2008;8:1-12.
9. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. จับตาสถานการณ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ลางร้ายต่อวงการปศุสัตว์ในอนาคต. ได้จาก http://www.trf.or.th/index.php?option=com_content&view=article&id=2910:2012-09-12-09-30-3&catid=33:2013-11-25-06-47-41&Itemid=357
10. Moosavi SG, Seghatoleslami MJ, Moazeni A. Effect of planting date and plant density on morphological traits, LAI and forage corn (Sc. 370) yield in second cultivation. *Intl Res J Appl Basic Sci* 2012;3:57-63.
11. Sangoi L, Gracietti MA, Rampazzo C, Bianchetti P. Response of Brazilian maize hybrids from different ear changes in plant density. *Field Crop Res* 2002;79:39-51.
12. Tokatlidis IS, Koutroubas SD. A review of maize hybrids' dependence on high plant populations and its implications for crop yield stability. *Field Crop Res* 2004;88:103-114.
13. ไพบุลย์ พงษ์สกุล ณรงค์ วุฒิวรรณ วุฒิชัย เมืองสมบัติ อำนาจ จันทร์ครุฑ และสุนทร ชารามาต. เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดหวาน. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร; 2547.
14. กรมวิชาการเกษตร. เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร; 2545.
15. ชฎามาศ จิตต์เลขา วราภรณ์ บุญเกิด ชำรงศิลป์ โพธิสูง และสำราญ ศรีชมพร. การประเมินสายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดข้าวเหนียวที่มีความต้านทานต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่เพื่อใช้เป็นสายพันธุ์พ่อแม่. ใน: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 35; 2553. หน้า 81-92.
16. สุปราณี งามประสิทธิ์ โชคชัย เอกทัตนาวรรณ ชไมพร เอกทัตนาวรรณ สุรพล เข้าฉ่อง และกิ่งกานต์ พานิชนอก. ผลของระยะปลูกที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนลูกผสมเดี่ยวที่ไม่ต้องถอดยอดพันธุ์ KBSC605. ใน: การประชุมเชิงปฏิบัติการ

- โครงการวิจัยแม่บทข้าวโพดและข้าวฟ่าง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 4: เรื่องการเพิ่มผลผลิตข้าวโพดและข้าวฟ่างเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน. กรุงเทพฯ: 2553. หน้า 376-384.
17. วันชัย ถนอมทรัพย์ และสุขพงษ์ วายุภาพ. ประวัติข้าวโพดฝักสด ใน: อรอนันต์ เลขะกุล (บรรณาธิการ). เอกสารวิชาการ ข้าวโพดฝักสด. กรุงเทพฯ: หจก.ไอเดียสแควร์: 2547. หน้า 1-4.
 18. Earley EB, Miller RS, Reichert GL, Hageman RH, Seif RD. Effect of shade on maize production under field conditions. *Crop Science* 1966;6:1-7.
 19. กรมวิชาการเกษตร. ข้าวโพด เอกสารวิชาการ เล่ม 4. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร: 2524.
 20. Akbar H, Jan MM, Jan A, Ihsanullah. Yield potential of sweet corn as influenced by different levels of nitrogen and plant density. *Asian J Plant Sci* 2002;6:631-633.
 21. Echarte L, Luque S, Andrade FH, Sadras VO, Cirilo A, Otegui ME, Vega CRC. Response of maize kernel number to plant density in Argentinean hybrids released between 1965 and 1993. *Field Crop Res* 2000;68:1-8.
 22. Lashkari M, Madani L, Ardakani MR, Golzardi F, Zargari K. Effect of plant density on yield and yield components of different corn (*Zea mays* L.) hybrids. *American-Eurasian J Agric & Environ* 2011;10:450-457.
 23. Williams II MM. Agronomics and economics of plant population density on processing sweet corn. *Field Crop Res* 2012;128:55-61.
 24. Francisco E, Govea C, Marsallis M, Lauriault L. Corn plant density effects on silage quality. Available from http://aces.nmsu.edu/pubs/_a/A416/welcome.html Accessed September 14, 2014.
 25. Waters T, Wohleb C, Clough G. Plant population evaluations of processing sweet corn in the Columbia basin. Available from <http://ext100.wsu.edu/grant-adams/wp-content/uploads/sites/18/2014/01/2012-Sweet-Corn-Plant-Population-Trial1.pdf> Accessed September 15, 2015.
 26. Jing P, Noriega V, Schwartz SJ, Giusti MM. Effects of growing conditions on purple corn cob (*Zea mays* L.) anthocyanins. *J Agric Food Chem* 2007;55:8625-8629.
 27. Buren LL, Mock JJ, Anderson JC. Morphological and physiological traits in maize associated with tolerance to high plant density. *Crop Science* 1974;14:426-429.
 28. จตุพร ไกรถาวร สรพงษ์ เบญจศรี ภาณุมาศ พฤทธิณี และรัตนภรณ์ นุ่นมัน. อัตราและระยะการปลูกต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์เทียนที่ปลูกในดินนาจังหวัดพัทลุง. *วารสารแก่นเกษตร* 2557;42:882-886.
 29. Carpici EB, Celik N, Bayram G. Yield and quality of forage maize as influenced by plant density and nitrogen Rate. *Turkish J Field Crop* 2010;15(2):128-132.
 30. Maddonni GA, Otegui ME, Cirila AG. Plant population density, row spacing and hybrid effects on maize canopy architecture and light attenuation. *Field Crop Res* 2001;71:183-193.
 31. เกียรติศักดิ์ สุวรรณชาติ. Seed hub. ใน: เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการข้าวโพดรับประทานฝักสด ครั้งที่ 7 เรื่องโอกาสและความท้าทายข้าวโพดฝักสดไทยสู่ตลาดโลก. อาคารเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพฯ ม.แม่โจ้ เชียงใหม่: 26-28 กุมภาพันธ์ 2557; หน้า 10(1-32).

การเรียนรู้และการยอมรับการใช้ GAP ในการผลิตข้าว Learning and Acceptance using GAP Rice Production

พีระยศ แข็งขัน¹, จุฑามาศ คำสุนทร²

Phirayot Khaengkhan¹, Jutamat Khumsoonthon²

Received: 18 August 2015; Accepted: 9 November 2015

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการดำเนินการผลิตสินค้าเกษตรที่มีคุณภาพและความปลอดภัยเป็นเรื่องที่สำคัญ เนื่องจากผู้บริโภคให้ความสำคัญกับสุขภาพ คุณภาพ และสุขอนามัย ของอาหารที่บริโภคมากขึ้น ข้าวเป็นพืชอาหารที่สำคัญชนิดหนึ่งของโลก สำหรับประเทศไทยนั้นข้าวเป็นพืชที่มีความสำคัญทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และวิถีชีวิตของคนภายในประเทศ การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับการผลิตข้าวของเกษตรกร ขึ้นอยู่กับกระบวนการเรียนรู้ของเกษตรกร จะเห็นได้ว่าถ้าเกษตรกรมีความรู้และเข้าใจในรายละเอียดของการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับการผลิตข้าว ทำให้ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพและปลอดภัยตามมาตรฐาน ซึ่งการผลิตข้าวในสภาพไร้วีธีการ GAP จะให้ความสูง จำนวนรวง น้ำหนักตอรวง น้ำหนักเมล็ด น้ำหนักฟาง และดัชนีการเก็บเกี่ยว ไม่แตกต่างจากการผลิตด้วยวิธีการเคมีและยังพบว่าผลผลิตข้าวไวแสงพันธุ์ IR66 ที่ได้จากวิธีการ GAP ไม่แตกต่างจากการผลิตด้วยวิธีการเคมี นอกจากนี้ยังพบว่า ถ้าเกษตรกรมีการเรียนรู้และยอมรับจะทำให้เกษตรกรปฏิบัติตามคำแนะนำในการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับข้าว ทำให้เกษตรกรผู้ผลิตข้าวประสบความสำเร็จและได้ข้าวตามมาตรฐาน

คำสำคัญ: การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี การผลิตข้าว ความรู้ การยอมรับ

Abstract:

At present, the productions of quality agricultural products and safety are an important issue. As consumers more focus on health and hygiene of the food consumed. Rice is a major food crop species in the world. In Thailand, rice is an important crop in terms of economy, society, culture and lifestyle of the local people. Good agricultural practices for rice production of farmers depended on the learning process of farmers. To indicated that if farmers have the knowledge and understanding in the details of good agricultural practices for rice production. The production of rice in the field conditions with the GAP method will provide values of the plant height, tiller number, panicles weight, straw weight and harvest index which were not different from the production by chemical methods. It also found that yield of IR 66 photo period sensitivity rice varieties from the GAP was not different with the production of chemical methods. Also found if farmers have to learn and accept. This will enable farmers to comply with instructions in good agricultural practices for rice. They will success the production of rice and rice standard.

Keywords: Good agricultural practice, rice production, knowledge, adoption

¹ นิสิตระดับปริญญาโท, ² อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

¹ Master Degree Student, ² Lecturer of Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Kantharawichai District, MahaSarakhm, Thailand 44150

* Corresponding author: JutamatKhumsoonthon, Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Kantharawichai District, MahaSarakhm 44150 E-mail : jutamat39@hotmail.com

บทนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคได้เริ่มให้ความสำคัญกับคุณภาพของอาหารที่บริโภคมากขึ้นทั้งนี้เพื่อสุขภาพและสุขอนามัย ดังนั้นผู้ผลิตสินค้าจำเป็นต้องรับผิดชอบต่อคุณภาพและความปลอดภัยของผลผลิตของตนเอง เช่น การทำให้ผลผลิตปราศจากการปนเปื้อนของสารเคมี หรือการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่เป็นอันตราย ตามกฎระเบียบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของอาหาร (Food Safety) มีทั้งในระดับประเทศและระหว่างประเทศ ในขณะเดียวกันการค้าสินค้าเกษตรระหว่างประเทศได้มีมาตรการด้านสุขอนามัยและสุขอนามัยพืช (Sanitary and Phytosanitary Measures) ซึ่งในบางครั้ง ถูกนำมาใช้เป็นข้อกีดกันทางการค้าสินค้าเกษตรสำหรับการค้าระหว่างประเทศ การพัฒนาเทคโนโลยีด้านต่างๆ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเศรษฐกิจโลกในทศวรรษใหม่ โดยมีการเปลี่ยนแปลงทางการค้าที่มีการแข่งขันสูง มีการใช้มาตรการกีดกันทางการค้าที่ซับซ้อน เกิดการรวมกลุ่มทางเศรษฐกิจการค้าและจัดตั้งเขตการค้าเสรี (Free Trade Area: FTA) รวมทั้งมีการนำประเด็นด้านคุณภาพและความปลอดภัยมาเป็นข้ออุปสรรคและข้อกีดกันทางการค้าระหว่างประเทศมากขึ้น ทำให้มีการกำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร รวมทั้งกำหนดขั้นตอนและกระบวนการควบคุมด้านคุณภาพและความปลอดภัยเกี่ยวกับสุขอนามัยและสุขอนามัยพืชของสินค้าเกษตรขึ้น เพื่อใช้เป็นข้อกำหนดในการนำเข้าสินค้าเกษตรและอาหารจากประเทศต่างๆ นอกจากนี้การเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC) ในปี 2558 จะทำให้มีการเคลื่อนย้ายสินค้าเกษตรอย่างเสรีมากขึ้นซึ่งจะมีผลกระทบต่อการผลิตและการค้าระหว่างประเทศไทยกับประเทศอาเซียนด้วยกันและรัฐบาลยังได้ประกาศนโยบายครัวไทยสู่ครัวโลกที่สินค้าเกษตรและอาหารจะต้องมีความปลอดภัยและได้มาตรฐานทำให้เกษตรกร ผู้ผลิต ผู้ส่งออก และผู้เกี่ยวข้องจะต้องทำความเข้าใจและตัดสินใจเพื่อการปฏิบัติตามมาตรฐานและข้อกำหนด ทั้งนี้เพื่อเป็นการสร้างโอกาสทางการค้า และความสามารถเข้าถึงตลาดได้เพิ่มขึ้นในประเทศไทย การปฏิบัติตามมาตรฐานเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practice: GAP) เริ่มต้นตั้งแต่การใช้ปัจจัยการผลิตขั้นตอนการผลิต จนถึงผลผลิตถูกขนส่งออกจากฟาร์ม¹ ซึ่งการส่งเสริมการผลิตข้าวตามระบบ GAP เป็นการส่งเสริมให้เกษตรกรสามารถผลิตข้าวตามระบบจัดการคุณภาพมาตรฐาน GAP เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ปลอดภัยและได้มาตรฐาน หน่วยงานที่มีบทบาทหน้าที่ในการดำเนินการได้แก่ กรมส่งเสริมการเกษตรที่จะมีหน้าที่เป็นที่ปรึกษาและตรวจประเมินแปลงเบื้องต้น กรมการข้าวมีหน้าที่ตรวจประเมินแปลงและรับรองแปลง¹ ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลขั้นตอนการ

ดำเนินการผลิตข้าวให้ได้ตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและกิจการกรมการเรียนรู้การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับการผลิตข้าว สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการส่งเสริมเกษตรกรผู้ผลิตข้าวทั่วไปและเกษตรกรผู้สนใจ เพื่อเตรียมความพร้อมสู่การผลิตข้าวตามระบบมาตรฐาน GAP ต่อไป

ระบบการจัดการคุณภาพ GAP

GAP คือระบบการจัดการคุณภาพด้านการผลิตทางการเกษตรที่สามารถควบคุมระบบการผลิต ให้ผลผลิตมีความปลอดภัย ปราศจากการปนเปื้อนของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคกับคน ถือเป็นการทำงานการผลิตอย่างเป็นระบบที่สามารถปกป้องความปลอดภัยของผู้ผลิตและผู้บริโภคภายใต้ความคุ้มทุน มีการใช้ทรัพยากรที่เกิดประโยชน์สูงสุด ไม่ทำให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมและเกิดความยั่งยืน² สอดคล้องกับองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ ที่กล่าวถึงความหมายของ GAP ว่า หมายถึง การปฏิบัติที่มุ่งจัดการให้เกิดความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม ของกระบวนการในฟาร์ม ซึ่งจะมีผลทำให้อาหารและผลผลิตทางการเกษตร มีคุณภาพและความปลอดภัย

กรมวิชาการเกษตร³ ได้สรุปถึงความสำคัญของการผลิตทางการเกษตรที่ถูกต้องและเหมาะสม (GAP) ว่าในอดีตที่ผ่านมา การผลิตสินค้าการเกษตรของไทย เน้นการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตในเชิงปริมาณโดยมิได้คำนึงถึงผลกระทบต่อผู้บริโภค สังคม และสิ่งแวดล้อม เกษตรกรส่วนใหญ่มีการใช้สารเคมีเป็นหลักในการควบคุมศัตรูพืชและมีจำนวนไม่น้อยที่มีการใช้สารเคมีไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ จึงมีผลทำให้ผลผลิตที่ได้ไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดผลกระทบต่อดิน น้ำ อากาศ และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งทำให้เกิดข้อเสียเปรียบในด้านการค้า ผลผลิตทางการเกษตรของเกษตรกรเองในทุกๆระดับ จากรายงานการศึกษาของ Tann et al.⁴ ศึกษาผลของวิธีการอินทรีย์ วิธีการ GAP และวิธีการเคมี สำหรับการผลิตข้าวภายใต้ระบบการเพาะปลูกข้าวแบบหนาแน่นในประเทศกัมพูชา ทำการทดลองในกระถางแบบ RCBD มี 4 ซ้ำ ดำเนินการที่หมู่บ้าน Khna ในเขต Chhhreav เมืองเสียมเรียบ จังหวัดเสียมราช ประเทศกัมพูชาและทำการทดลองในสภาพไร่แบบ RCBD มี 4 ซ้ำ ดำเนินการที่สถานีวิจัยข้าว Toeuk Wil พบว่า การผลิตข้าวด้วยวิธีการ GAP ให้จำนวนรวงต่อต้น น้ำหนักรวง น้ำหนักเมล็ด น้ำหนักฟาง และดัชนีการเก็บเกี่ยว ไม่แตกต่างจากการผลิตด้วยวิธีการเคมี (Table 1) สำหรับการทดลองในสภาพไร่ การผลิตข้าวด้วยวิธีการ GAP ให้ความสูงต้น จำนวนรวงต่อต้น น้ำหนักรวง น้ำหนักเมล็ด น้ำหนักฟาง และดัชนีการเก็บเกี่ยว ไม่แตกต่างจากการผลิตด้วยวิธีการเคมี (Table 2)

ผลผลิตข้าวที่ผลิตได้จากวิธีการ GAP มีคุณภาพ โดยวัดได้จากค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวที่สูงกว่าวิธีอื่น และความปลอดภัยเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ผลิตได้จากวิธีการเคมี อีกทั้งวิธีการ GAP ยังเป็นวิธีการผลิตข้าวที่เกษตรกรสามารถปฏิบัติตามได้สะดวกและง่ายกว่าวิธีการอินทรีย์ซึ่งเป็นวิธีการ

ผลิตที่กำหนดไว้ว่าทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิตต้องปราศจากสารเคมี โดยในความเป็นจริงเกษตรกรส่วนใหญ่ยังคงดำเนินการผลิตข้าวโดยพึ่งพาและใช้สารเคมีอยู่ ดังนั้นวิธีการ GAP จึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการผลิตข้าวภายใต้ระบบการเพาะปลูกข้าวแบบหนาแน่นในประเทศกัมพูชา

Table 1 Plant heights, tiller number at 60 days, dry weight of panicles, grain yield, rice straw and harvest index at 115 days of rice var SenPidao in the pot experiment⁴

Methods	Plant height (cm)	Tiller number per plant	Panicles weight per pot (kg)	Grain weight per pot (kg) or yield	Straw weight per pot	Harvest index (%)
Control	94.80 c	5.50 c	1.22 b	0.29 c	1.17 ab	20.25 b
Organic	97.80 bc	13.00 b	2.12 a	0.52 b	1.60 a	24.75 b
GAP	106.80 a	18.00 a	1.88 ab	0.71 a	1.16 ab	38.00 a
Chemical	101.65 b	14.75 ab	1.58 ab	0.65 ab	0.93 b	41.00 a
CV (%)	2.18	14.14	20.85	12.07	18.20	9.55

The experimental plot was 1 meter in diameter and 50 cm high

Means followed by the same letter in the same column were not significantly different by DMRT at P=0.01.

Table 2 Plant heights, tiller number at 60 days, dry weight of panicles, grain yield, rice straw and harvest index at 115 days of rice var SenPidao in the field experiment⁴

Methods	Plant height (cm)	Tiller number per hill	Panicle weight (kg)	Seed weight (yield) kg	Straw dry weight per pot	Harvest index (%)
Control	45.50 a	7.75 b	0.29 c	0.10 b	0.19 b	33.47 b
Organic	46.75 a	8.75 ab	0.39 b	0.14 a	0.24 a	37.93 ab
GAP	46.50 a	10.25 a	0.44 a	0.17 a	0.26 a	39.44 a
Chemical	48.00 a	8.75 ab	0.41 ab	0.15 a	0.25 a	37.73 ab
CV (%)	9.56	10.45	4.57	8.33	4.65	5.21

The dimensions of the individual plot were 10 m length and 7 m width. One experimental plot was 70 m².

Means followed by the same letter in the same column were not significantly different by DMRT at P=0.01.

ต่อมา Tann and Soyong⁵ รายงานการศึกษาผลของพันธุ์ข้าวในวิธีการปลูกข้าว 4 วิธีการ คือ วิธีการที่ไม่ได้มีจัดการ, วิธีการอินทรีย์, วิธีการ GAP และวิธีการเคมี โดยใช้ข้าวไวแสงพันธุ์ IR 66 ทดลองในสภาพไร่ วางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 4 ซ้ำ (Figure 1) เห็นได้ว่าข้าวไวแสงพันธุ์ IR 66 ไม่มีผลกระทบต่อวิธีการปลูกข้าว แต่วิธีการ GAP ยังเป็น

วิธีการที่เหมาะสมในการปลูกข้าวในประเทศกัมพูชาซึ่งสามารถดูได้จากดัชนีการเก็บเกี่ยวที่สูงกว่าวิธีอื่น สอดคล้องกับรายงาน Tann et al.⁴ เนื่องจากให้ผลผลิตของข้าวไวแสงพันธุ์ IR 66 ไม่แตกต่างจากวิธีการอื่นแต่แตกต่างจากวิธีการที่ไม่ได้จัดการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

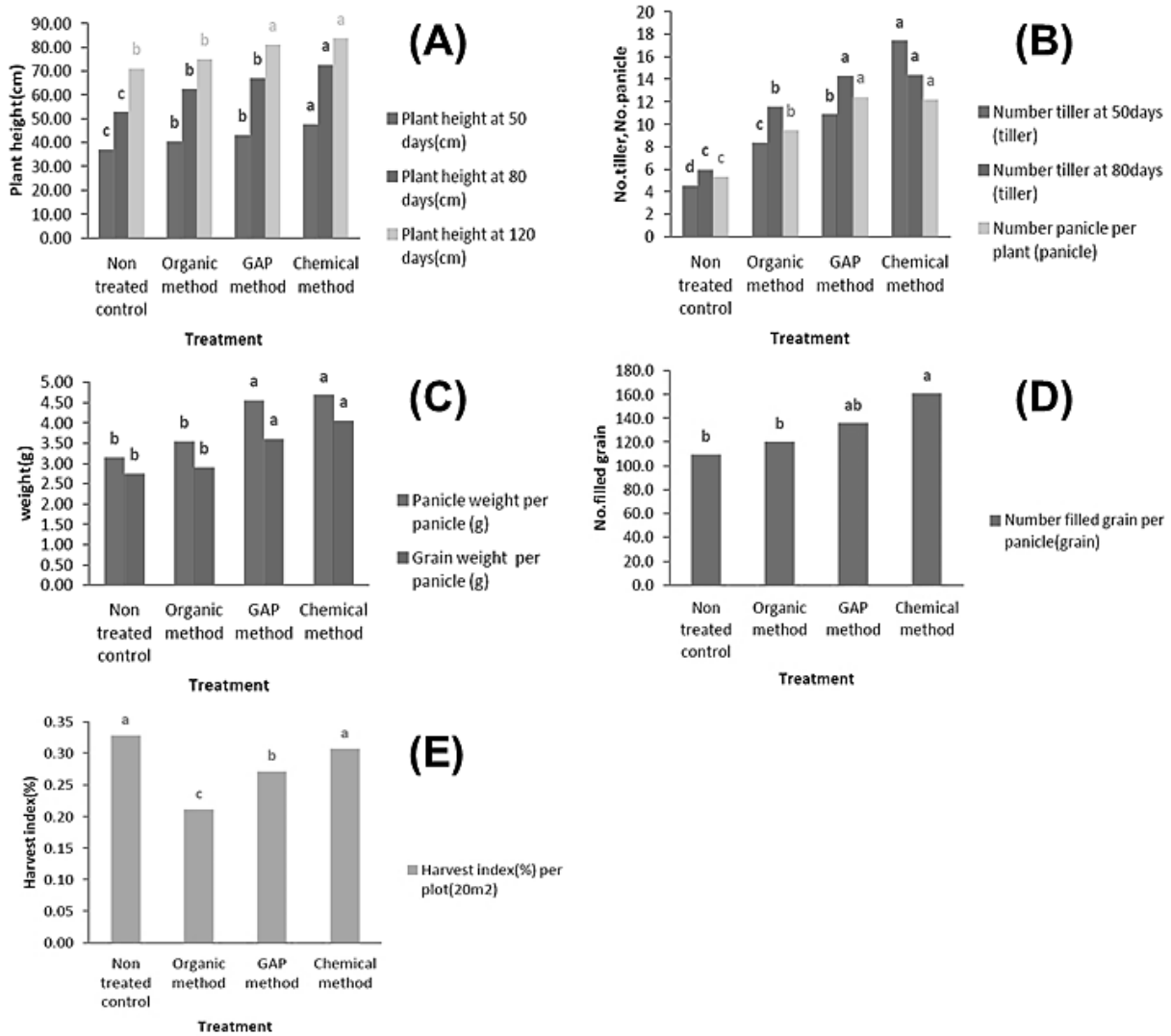


Figure 1 Plant height (A), number tiller and number panicle (B), panicle weight (C), number fill grain (D) and harvest index (E) of photo period sensitivity rice var IR 66 in field experiment⁵

ระบบการเกษตรที่ดี (GAP) เพื่อให้เป็นแนวทางในการจัดการคุณภาพการผลิต จะสามารถวัดได้ใน 4 มิติ คือมิติด้านผู้ผลิต (เกษตรกร) ซึ่งเกษตรกรสามารถอยู่ได้ด้วยราคาผลผลิต เงินลงทุน (พึ่งพาตนเองได้) ปลอดภัยจากสารเคมีและมลภาวะต่างๆ มีสุขอนามัยที่ดี มิติด้านผู้บริโภค (ลูกค้า) ลูกค้าได้รับผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยจากสารพิษด้วยราคาที่เป็นธรรม มีทางเลือกหลากหลายมากขึ้น มิติด้านสิ่งแวดล้อม (ระบบนิเวศ) เป็นกระบวนการผลิตที่ไม่ทำลาย ดิน น้ำ อากาศ และตัวเกษตรกรเอง และมีสังคมเกษตรกร (ชุมชน) สังคมเกษตรกรที่มีความสุขไม่ใช่เพียงแต่มีเงินเท่านั้น ต้องเป็นสังคมที่เห็นอกเห็นใจ เอื้ออาทรต่อกัน ปลอดภัย และเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้

การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับข้าว

กรมการข้าว กำหนดให้ใช้แนวทางการผลิตข้าวตามหลัก GAP เป็นแนวทางเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวให้สูงขึ้น ทั้งปริมาณและคุณภาพ รวมถึงการใช้ทรัพยากรดินและน้ำอย่างเหมาะสม ตลอดจนรักษาสุขภาพแวดล้อมอย่างยั่งยืนครอบคลุมขั้นตอนต่างๆ ของการผลิตตั้งแต่สภาพพื้นที่ พันธุ์ข้าว เทคโนโลยีการผลิต การป้องกันกำจัดศัตรูพืช การเก็บเกี่ยวและการจัดการผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งคำแนะนำการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับข้าวนี มีไว้เพื่อใช้แนะนำเกษตรกรให้มีการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการผลิตข้าว เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ปลอดภัยและเหมาะสมต่อการบริโภค ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ 1) แหล่งน้ำ 2) พื้นที่ปลูก 3) การใช้

วัตถุประสงค์รายทางการเกษตร 4) การจัดการคุณภาพในกระบวนการผลิตก่อนการเก็บเกี่ยว 5) การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว 6) การขนย้ายการเก็บรักษาและการรวบรวมข้าวเปลือก และ 7) การบันทึกและการจัดเก็บข้อมูลถ้าในการติดตามและประเมินผลเบื้องต้นครั้งที่ 1 ไม่ผ่านเกษตรกรต้องปรับปรุงตามคำแนะนำ แต่ถ้าตรวจครั้งที่ 3 ไม่ผ่านการตรวจประเมินผลเบื้องต้นอีก ก็ให้ยกเลิกการขอรับรอง¹

การเรียนรู้และการดำเนินการผลิตข้าวให้ได้ตามมาตรฐาน GAP ของเกษตรกร

มาตรฐานการปฏิบัติที่ดีทางการเกษตรสำหรับข้าวหอมมะลิ มกษ.4400-2552 ซึ่งในดำเนินการผลิตข้าวหอมมะลิให้ได้ตามมาตรฐาน GAP จะขึ้นอยู่กับกระบวนการเรียนรู้ของเกษตรกร ว่ามีความรู้ความเข้าใจในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการผลิตข้าวหอมมะลิตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีมากน้อยเพียงใด

กระบวนการเรียนรู้ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมความคิด ความเข้าใจ ความรู้สึก และการกระทำต่างๆ หลังจากได้รับข้อมูลซึ่ง ออร์ศรี⁶ กล่าวถึงขั้นตอนกระบวนการเรียนรู้ของบุคคล เพื่อพัฒนาขึ้นเป็นการเรียนรู้ในการสร้างสรรค์ใหม่ดังนี้ 1) การรับรู้ (Reception) เป็นขั้นตอนพื้นฐานที่บุคคลรับเอาข้อมูลข่าวสารจากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย 2) การเข้าใจ (Comprehension) บุคคลสามารถมองเห็นถึงความหมาย และเชื่อมโยงสัมพันธ์กันของข้อมูลที่ได้รับรู้มาและ 3) การปรับเปลี่ยน (Transformation) การเรียนรู้ที่แท้จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นในตัวบุคคล ได้แก่ การเปลี่ยนวิธีคิด การเปลี่ยนพฤติกรรม ในสิ่งที่รับรู้และเข้าใจแล้วเป็นอย่างดี เป็นการเปลี่ยนที่เกิดขึ้นจากการตระหนักรู้ของบุคคลเอง

มีรายงานการศึกษาความคิดเห็นของเกษตรกรที่มีต่อการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการผลิตข้าวหอมมะลิอำเภอประโคนชัย จังหวัดบุรีรัมย์ มีความเห็นด้วยกับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของข้าวหอมมะลิตามมาตรฐาน โดยตอบถูกเกี่ยวกับการใช้เกษตรที่ดีที่เหมาะสมในการผลิตข้าว ซึ่งเกษตรกรได้รับความรู้จากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรจากกรมส่งเสริมการเกษตร และมีระดับความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีมาก⁹ สอดคล้องกับรายงานของ นฤมล และคณะ¹⁰ ถึงผลการเรียนรู้การฝึกอบรมการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 เพื่อใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ดีศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ เกษตรกรทั้งหมดที่เข้ารับการฝึกอบรมจะถูกทดสอบความรู้ก่อนและหลังการอบรมผลการฝึก

อบรมพบว่า เกษตรกรมีความรู้ในการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 เพิ่มขึ้น โดยมีความรู้จากการฝึกอบรมที่ได้รับและความเป็นประโยชน์อยู่ในระดับมากได้แก่ ความรู้ด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์ ความรู้ด้านการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ความรู้ด้านการป้องกันกำจัดโรคแมลง การป้องกันกำจัดศัตรูข้าวและความรู้ด้านการเก็บเกี่ยวและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว เช่นเดียวกับรายงานของ Hassim et al.¹¹ ศึกษาการประเมินความสามารถ การยอมรับ และแนวทางการปฏิบัติของเกษตรกรมาเลเซียที่มีต่อรูปแบบการปฏิบัติทางเกษตรที่ดีของข้าว ซึ่งการพัฒนาอย่างยั่งยืนและพอเพียงด้วยตนเองเป็นเป้าหมายที่สำคัญของการผลิตข้าวในประเทศมาเลเซีย เกษตรกรผู้ปลูกข้าว 70 ราย ใน Mukim Bagan Serai เมือง Kerian ในรัฐ Perak ทางเหนือของคาบสมุทรมลายู ทุกคนมีความสามารถและเข้าใจหลักการการผลิตข้าว GAP มากกว่าร้อยละ 50 ส่วนใหญ่ของผู้ตอบแบบสอบถามมีทัศนคติเชิงบวกอย่างมากต่อการผลิตข้าวแบบ GAP เกษตรกรยังได้รับการฝึกปฏิบัติ การผลิตข้าวแบบ GAP มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับที่ดี แต่มีบางประเด็นที่เกษตรกรบางรายไม่สามารถเข้าใจ หรือเห็นด้วยหรือฝึกปฏิบัติ เกี่ยวกับความต้องการที่จะได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงาน ซึ่งจากการตรวจสอบพบว่า หน่วยงานที่ดำเนินการในการสร้างและส่งเสริมโครงการข้าว GAP มีศักยภาพสูงที่เกี่ยวกับการบูรณาการ ที่ดิน น้ำ พืช ศัตรูพืช และการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อส่งเสริมการพัฒนาอย่างยั่งยืนและพอเพียงในการผลิตข้าวของมาเลเซีย

กระบวนการเรียนรู้แบบกลุ่ม

โดยส่วนใหญ่มักเกิดขึ้นจากความต้องการในสิ่งที่เหมือนกัน หรือมีวัตถุประสงค์เดียวกัน ซึ่งมารวมตัวกันเพื่อให้เกิดผลประโยชน์ร่วมกันและอาจรวมไปถึงการเกิดกลุ่มเพราะความจำเป็นในการดำรงชีวิต ได้มีการนำเอากระบวนการเรียนรู้กลุ่มไปใช้ในการมีส่วนร่วมในการสร้างความมั่นคงทางอาหารและเพิ่มรายได้ของครอบครัวภายใต้เศรษฐกิจพอเพียง โดยการมีส่วนร่วมของชุมชนในการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของข้าวของเกษตรกรตำบลคูขาด อำเภอคง จังหวัดนครราชสีมา โดยการให้ความรู้แก่เกษตรกรเกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของข้าว (ข้าว GAP) และการส่งเสริมการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีไปพร้อมกับความรู้ในท้องถิ่นของตนเอง รวมถึงการสร้าง “ศูนย์การเรียนรู้ของข้าว GAP” ซึ่งเกษตรกรที่มีระดับการศึกษาสูงขึ้นจะมีความรู้และมีการปรับตัวโดยนำองค์ความรู้มาใช้ปฏิบัติในการเพาะปลูกถึงร้อยละ 7 และเกิดการจัดตั้ง “ศูนย์การเรียนรู้ของข้าว GAP” ซึ่งประสบความสำเร็จได้โดยการมีส่วนร่วมของทุกภาคที่

เกี่ยวข้อง¹²Srisopaporn et al.¹³ ศึกษาการยอมรับและการมีส่วนร่วมอย่างต่อเนื่องในโปรแกรมการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีจากการสัมภาษณ์เกษตรกร 177 ราย ใน 13 อำเภอจาก 16 อำเภอ ของจังหวัดพระนครศรีอยุธยาในที่ราบลุ่มภาคกลางของประเทศไทย โดยใช้คำถามแบบปลายปิดและปลายเปิด (closed and open-end questions) เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ (key environmental) ลักษณะทางสังคมและเศรษฐกิจ (social and economic characteristics) รวมถึงการปฏิบัติในการผลิตข้าว (rice production practice) ซึ่งพบความแตกต่างอย่างนัยสำคัญ ในการปฏิบัติการเพาะปลูกระหว่างกลุ่มเกษตรกรที่ไม่ยอมรับ กลุ่มเกษตรกรที่ยอมรับในครั้งแรก (กลุ่มเกษตรกรที่ยอมรับและมีส่วนร่วมในโปรแกรมการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในปีแรก แต่ไม่ร่วมโปรแกรมต่อไปในปีที่สอง) และกลุ่มเกษตรกรที่ยอมรับอย่างต่อเนื่อง (Table 3)

จำนวนการใช้ปุ๋ยมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อยสำหรับกลุ่มเกษตรกรที่ยอมรับครั้งแรกและกลุ่มเกษตรกรที่ยอมรับอย่างต่อเนื่องสอดคล้องกับวิธีการ GAP เพราะมาตรฐาน GAP แนะนำให้ใส่ปุ๋ย 3 ครั้ง (ต้องให้ N ทั้งหมด จำนวน 60-90 หน่วยของไนโตรเจนต่อฤดูกาล) ซึ่งไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในปริมาณไนโตรเจนที่ใช้ (อย่างน้อยในรูปแร่ธาตุ) ระหว่างกลุ่มเกษตรกรที่ยอมรับในครั้งแรกและกลุ่มเกษตรกรที่ไม่ยอมรับ (แม้ว่ากลุ่มเกษตรกรที่ยอมรับครั้งแรกดูเหมือนจะยังใช้ N ต่อฤดูกาลน้อย) มีต้นทุนการใช้ปุ๋ยที่สูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสำหรับกลุ่มเกษตรกรที่ไม่ยอมรับและกลุ่มเกษตรกรที่ยอมรับครั้งแรก การใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช (อย่างไรก็ตามหนึ่งในจำนวนของการใช้งานหรือค่าใช้จ่ายโดยรวม) ไม่แตกต่างกันในเกษตรกรทั้ง 3 กลุ่ม ในทางตรงกันข้ามพบความแตกต่างของสารกำจัดศัตรูพืชอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่ามีการใช้บ่อยมากขึ้นสำหรับกลุ่มเกษตรกรที่ไม่ยอมรับ อย่างไรก็ตามผลนี้ไม่ได้แปลความหมายว่าเป็นค่าใช้จ่ายของสารกำจัดศัตรูพืชที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ นั่นคือ กลุ่มเกษตรกรที่ยอมรับ GAP ใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีราคาแพงกว่าต้นทุนการผลิตทั้งหมดโดยรวมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับกลุ่มเกษตรกรที่ยอมรับ GAP มีค่าใช้จ่ายที่ลดลงส่วนใหญ่เกิดขึ้นมาจากการใช้ปุ๋ยลดลง แสดงให้เห็นว่ากลุ่มเกษตรกรที่ยอมรับ GAP พึ่งพาแหล่งที่มาที่ไม่ใช่สารเคมีของธาตุอาหารค่อนข้างมากและปริมาณที่ต่ำกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี เกษตรกรฉีดพ่นสารฆ่าแมลงไม่บ่อย (ยกเว้นสารเคมีกำจัดวัชพืช) แต่ดูเหมือนจะใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่ได้รับอนุญาตมีราคาแพงกว่าทั้งหมดของความแตกต่างเหล่านี้บ่งบอกถึง

เทคนิคการผลิตที่มีอันตรายน้อยกว่าต่อสภาพแวดล้อมและสุขภาพของเกษตรกร(ถ้าเรายอมรับความคิดที่ว่าสารกำจัดศัตรูพืชที่มีราคาแพงมากขึ้นเป็นอันตรายน้อยลงและสารกำจัดศัตรูพืชไม่ได้รับอนุญาตที่ราคาถูกเป็นอันตราย) นอกจากนี้ยังทำให้ทราบว่ากลุ่มเกษตรกรที่ยอมรับครั้งแรกยังคงมีการปฏิบัติที่ดีขึ้นแม้หลังจากที่ทั้งโปรแกรมไปแล้ว (การใช้สารกำจัดศัตรูพืชน้อยลง)

นอกจากนี้ยังพบโครงการส่งเสริมศักยภาพการเกษตรบางโครงการที่มีการรวมกลุ่มเพื่อผลิตข้าวหอมมะลิให้ได้ GAP จากรายงานของ สมพงษ์ และคณะ¹⁴ ถึงความรู้เจตคติและการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ในการผลิตข้าวหอมมะลิของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการเพิ่มศักยภาพการผลิตข้าวหอมมะลิคุณภาพดีนั้น เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการมีความรู้ระดับดีมาก เกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับการผลิตข้าวในประเด็นการผลิตข้าวให้ได้ตรงตามพันธุ์และการเก็บรักษา เกษตรกรมีเจตคติเห็นด้วยมากต่อสุขภาพปลอดภัย ช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม และเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร แต่ยังมีบางประเด็นที่เกษตรกรปฏิบัติเป็นบางครั้งตามข้อกำหนดเกี่ยวกับการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร การจัดการคุณภาพในกระบวนการผลิตก่อนการเก็บเกี่ยว ด้านอุปกรณ์เครื่องมือในการเก็บเกี่ยวและนวดข้าว การลดความชื้นและการเก็บรักษาข้าวเปลือก การขนย้ายและการบันทึกข้อมูล ซึ่งเกษตรกรมีปัญหาในเรื่องปุ๋ยมีราคาแพง จึงเสนอแนะให้รัฐสนับสนุนปัจจัยการผลิต และให้ความรู้การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีแก่กลุ่มเกษตรกรผู้สนใจ เพื่อเตรียมความพร้อมสู่การผลิตข้าวตามระบบการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี สอดคล้องกับรายงาน ชงชัยและคณะ¹⁵ ถึงผลการวิจัยเชิงสำรวจเกษตรกรผู้ร่วมโครงการผลิตข้าวหอมมะลิคุณภาพดีตามระบบเกษตรดีที่เหมาะสม ปี 2553 ในอำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งเกษตรกรมีความรู้พื้นฐานอยู่ในระดับมาก และแหล่งความรู้ได้รับจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรอยู่ในระดับมาก ระดับการยอมรับของเกษตรกรโดยภาพรวมให้การยอมรับอยู่ในระดับมาก ได้แก่ ปัจจัยคงที่ให้การยอมรับอยู่ในระดับมากทั้งหมด การยอมรับมากในระดับสูงสุดคือประเด็นด้านที่ดิน ปัจจัยด้านการผลิต โดยภาพรวมยอมรับอยู่ในระดับมาก การยอมรับมากในระดับสูงสุดคือประเด็นด้านการยอมรับของตลาดข้อกำหนดวิธีปฏิบัติตามระบบเกษตรดีที่เหมาะสม โดยภาพรวมให้การยอมรับอยู่ในระดับมาก การยอมรับมากในระดับสูงสุดคือประเด็นด้านการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร ใช้ตามคำแนะนำของฉลาก

Table 3 Comparison of field practices between non-adopters ,Adoption then disadoption and Continued adoption.¹³

N	Non adopters	Adoption then disadoption	Continued adoption	Sig.
	70 persons	66 persons	41 persons	
Season 1 – No. fertilizer applications	2.17 a	2.20 a	2.43 b	0.000127***
Season 2 – No. fertilizer applications	2.21 a	2.25 ab	2.45 b	0.000302***
Season 1 – Units of N applied	89.00	83.05	92.07	0.071
Season 2 – Units of N applied	89.28	74.77	92.56	0.091
Total Fertilizer Cost	1087.77 a	839.13 b	941.56 ab	0.0143*
Season 1 – No. Herbicide applications	1.95	1.89	1.95	0.751
Season 2 – No. Herbicide applications	1.97	1.90	1.95	0.732
Herbicide Costs	181.5786	180.3939	160.60	0.652
Season 1 – Other pesticides application	4.32 a	2.91 b	3.03 b	4.1E-05***
Season 2 – Other pesticides application	4.00 a	2.72 b	3.11 b	0.000146***
Other Pesticides Costs	462.87	317.92	349.28	0.309
Total Input Costs	1731.22 a	1344.61b	1569.33b	0.0208**

Season 1 is in-season rice are grown between June/August and October/January.

Season 2 is off-season rice are grown between February/April to April/June.

Means followed by the same letter in the same row were not significantly different by DMRT at P=0.01.

*, ** and *** indicate significant overall differences among groups as measure by ANOVA at 5, 1 and 0.1%

สรุป

การส่งเสริมเกษตรกรผลิตข้าวตามระบบ GAP ทำให้เกษตรกรสามารถดำเนินการผลิตข้าวตามระบบจัดการคุณภาพมาตรฐาน GAP ที่ควบคุมระบบการผลิตให้ผลผลิตมีความปลอดภัยและมีคุณภาพ เป็นการปฏิบัติที่มุ่งจัดการให้เกิดความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคมของกระบวนการในฟาร์ม ทำให้การผลิตผลผลิตทางการเกษตรมีคุณภาพที่ได้ตรงตามมาตรฐานกำหนด ผลลัพธ์ที่ได้จะมีความปลอดภัยทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค เห็นได้จากรายงานการศึกษาในสภาพไร่ของการผลิตข้าวด้วยวิธีการ GAP ให้ความสูง จำนวนรวง น้ำหนักต่อรวง น้ำหนักเมล็ด น้ำหนักฟาง และดัชนีการเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างจากการผลิตด้วยวิธีการเคมี และสามารถใช้วิธีการนี้ในระบบการผลิตข้าวไวแสงพันธุ์ IR 66 เนื่องจากให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากวิธีการเคมี ซึ่งคำแนะนำเกษตรกรให้มีการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับข้าวเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ปลอดภัยและเหมาะสมต่อการบริโภค การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับการผลิตข้าว เป็นแนวทางในการปฏิบัติเพื่อป้องกันหรือลดความเสี่ยงของอันตรายที่เกิดขึ้นระหว่างการเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว และการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดี ปลอดภัย และเหมาะสมต่อการบริโภค ตรงตามมาตรฐานที่กำหนด ได้ผลผลิตสูงคุ้มค่าการ

ลงทุนและกระบวนการผลิตจะต้องปลอดภัยต่อเกษตรกรและผู้บริโภค มีการใช้ทรัพยากรที่เกิดประโยชน์สูงสุด เกิดความยั่งยืนทางการเกษตรและไม่ทำให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ในการดำเนินการผลิตข้าวให้ได้ตามมาตรฐาน GAP จะขึ้นอยู่กับกระบวนการเรียนรู้ของเกษตรกร เห็นได้จากรายงานการศึกษาการยอมรับ นั่นคือ เมื่อเกษตรกรมีการเรียนรู้จนเกิดการยอมรับและปฏิบัติตามคำแนะนำในการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับข้าว จะทำให้เกษตรกรผู้ผลิตข้าวประสบความสำเร็จและผลผลิตข้าวได้ตามมาตรฐาน เมื่อเกษตรกรมีความรู้และเข้าใจดีจะทำให้การดำเนินการผลิตข้าวมีโอกาสได้รับการรับรองมาตรฐานก่อนข้างสูง รวมถึงการรวมกลุ่มกันในการดำเนินการผลิต จะส่งเสริมช่วยให้ได้รับการรับรองมาตรฐานสูงยิ่งขึ้นไปอีก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกระบวนการกลุ่มมีการเรียนรู้ร่วมกัน การจัดการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน การแก้ปัญหาการดำเนินการผลิตอย่างมีส่วนร่วม การจัดตั้งศูนย์ข้าวชุมชนขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับข้าวหอมมะลิไทย. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ

- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2552.
2. ชวนพิศ อรุณรังสิกุล. งานเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชฝ้าย ปฏิบัติการวิจัยและเงื่อนไขปลูกพืชทดลอง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม, 2548.
 3. กรมวิชาการเกษตร. 2550. ระบบการผลิตอาหาร (Good Agricultural Practice: GAP). แหล่งข้อมูล: http://www.bayercropscience.co.th/foodsafety/fst_gap.php สืบค้นเมื่อ 22 เมษายน 2558.
 4. Tann, H., C. Makhonpas, A. adthajadee, and K. Soytung. Effect of good agricultural practice and organic methods on rice cultivation under the system of rice intensification in Cambodia. *Journal of Agricultural Technology* 2012; 8(1): 289-303.
 5. Tann, H. and K. Soytung. Field application for organic, GAP and chemical methods used in agricultural lands in rice var IR 66 in Cambodia. ICIST 2013 November 28-29, 2013, KMITL, Bangkok, Thailand. p. 2013; 428-438.
 6. อรศรี งามวิทยาพงศ์. กระบวนการเรียนรู้ในสังคมไทย และการเปลี่ยนแปลงจากยุคชุมชนหลังยุคพัฒนาความทันสมัย. กรุงเทพฯ: วิทยาลัยการจัดการทางสังคม, 2549.
 7. Mezirow, J. *Transformative Dimensions of Adult Learning*. San Francisco: Jossey-Bass, 1991.
 8. Mezirow, J., E. W. Taylor, and Associates. *Transformative Learning in Practice: Insights from Community, Workplace, and Higher Education*. San Francisco: Jossey-Bass, 2009.
 9. ปรีชา นาจรูญ, เบญจมาศ อยู่ประเสริฐ และสินีนุช คุรุฑเมืองแสนเสริม. ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้เกษตรดีที่เหมาะสมในการผลิตข้าวของเกษตรกรอำเภอประโคนชัย จังหวัดบุรีรัมย์. การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชครั้งที่ 2 วันที่ 4-5 กันยายน 2555. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี, 2555.
 10. นฤมล หิ่งทอง, สัจจาบรรจงศิริ และบำเพ็ญเขียวหวาน. ผลการเรียนรู้การฝึกอบรมการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 เพื่อใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ดีศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ. การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชครั้งที่ 3 วันที่ 3-4 กันยายน 2555. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี, 2556.
 11. Hassim, M. D., A. Aunguratana, S. Champrame, N. Poramacom, and C. Rojanaridpiched. Assessing Malaysian Farmers' Capability, Acceptability, and Practicality toward a Rice Good Agricultural Practices Model. *Kasetsart Journal (Social Science)* 2013; 34: 562-572.
 12. Khongthon, N. and W. Phanuruk. Community Participation in Good Agriculture Practice in Rice to Strengthen the Food Stability and Increase Family's Income under Sufficiency Economy Philosophy: A Case Study of the Agriculturists at Khukad Subdistrict, Khong District, Nakhon Ratchasima Province. *Review of Integrative Business and Economic Research* 2014; 3(NRRU): 24-27.
 13. Srisopaporn, S., D. Jourdain, S. R. Perret and G. Shivakoti. 2015. Adoption and continued participation in a public Good Agricultural Practices program: The case of rice farmers in the Central Plains of Thailand. *Technological Forecasting and Social Change*. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2015.03.016> Accessed April 28, 2015.
 14. สมพงษ์ ภาคี, สุนันท์ สีสังข์ และสินีนุช คุรุฑเมืองแสนเสริม. การใช้เกษตรดีที่เหมาะสมในการผลิตข้าวหอมมะลิของเกษตรกร อำเภอหนองพอก จังหวัดร้อยเอ็ด. การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชครั้งที่ 2 วันที่ 4-5 กันยายน 2555. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี, 2555.
 15. ธงชัย เสาสามา, สมจิต โยระคง และสุนันท์ สีสังข์. ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการผลิตข้าวหอมมะลิคุณภาพดีตามระบบเกษตรดีที่เหมาะสมของเกษตรกรในอำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม. การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชครั้งที่ 2 วันที่ 4-5 กันยายน 2555. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี, 2555.

คำแนะนำสำหรับผู้พิมพ์

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำหนดพิมพ์ปีละ 6 ฉบับ ฉบับที่ 1 (มกราคม-กุมภาพันธ์) ฉบับที่ 2 (มีนาคม-เมษายน) ฉบับที่ 3 (พฤษภาคม-มิถุนายน) ฉบับที่ 4 (กรกฎาคม-สิงหาคม) ฉบับที่ 5 (กันยายน-ตุลาคม) ฉบับที่ 6 (พฤศจิกายน-ธันวาคม) ผู้พิมพ์ทุกท่านสามารถส่งเรื่องมาพิมพ์ได้ โดยไม่ต้องเป็นสมาชิก และไม่จำเป็นต้องสังกัดมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผลงานที่ได้รับการพิจารณาในวารสารจะต้องมีสาระที่น่าสนใจ เป็นงานที่ทบทวนความรู้เดิม หรือองค์ความรู้ใหม่ที่ทันสมัย รวมทั้งข้อคิดเห็นทางวิชาการที่เป็นประโยชน์ต่อผู้อ่าน และจะต้องเป็นงานที่ไม่เคยถูกนำไปตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารอื่นมาก่อนและไม่อยู่ในระหว่างพิจารณาผลงานพิมพ์ในวารสารใด บทความอาจถูกดัดแปลง แก้ไขเนื้อหา รูปแบบ และสำนวน ตามที่กองบรรณาธิการเห็นสมควร ทั้งนี้เพื่อให้วารสารมีคุณภาพในระดับมาตรฐานสากลและนำไปอ้างอิงได้

การเตรียมต้นฉบับ

1. ต้นฉบับพิมพ์เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษก็ได้ แต่ละเรื่องจะต้องมีบทคัดย่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ การใช้ภาษาไทยให้ยึดหลักการใช้คำศัพท์การเขียนทับศัพท์ภาษาอังกฤษตามหลักของราชบัณฑิตยสถานให้หลีกเลี่ยงการเขียนภาษาอังกฤษปนภาษาไทยในข้อความ ยกเว้นกรณีจำเป็น เช่น ศัพท์ทางวิชาการที่ไม่มีทางแปล หรือคำที่ใช้แล้วทำให้เข้าใจง่ายขึ้น คำศัพท์ภาษาอังกฤษที่เขียนเป็นภาษาไทยให้ใช้ตัวเล็กทั้งหมด ยกเว้นชื่อเฉพาะ สำหรับต้นฉบับภาษาอังกฤษควรได้รับความตรวจสอบที่ถูกต้องด้านการใช้ภาษาจากผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาอังกฤษก่อน
2. ขนาดของต้นฉบับ ใช้กระดาษขนาด A4 (8.5x11 นิ้ว) และพิมพ์โดยเว้นระยะห่างจากขอบกระดาษด้านละ 1 นิ้ว จัดเป็น 2 คอลัมน์ ระยะห่างระหว่างบรรทัดในภาษาที่ใช้ double space ภาษาอังกฤษล้วนให้เป็น single space
3. ชนิดของขนาดตัวอักษร ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษให้ใช้ตัวอักษร Browallia New ชื่อเรื่องให้ใช้อักษรขนาด 18 pt. ตัวหนา ชื่อผู้พิมพ์ใช้อักษรขนาด 16 pt. ตัวปกติ หัวข้อหลักใช้อักษรขนาด 16 pt. ตัวหนา หัวข้อรองใช้ตัวอักษรขนาด 14 pt. ตัวหนา บทคัดย่อและเนื้อเรื่องใช้ตัวอักษรขนาด 14 pt. ตัวหนา เชิงอรรถหน้าแรกที่เป็นชื่อตำแหน่งทางวิชาการ และที่อยู่ของผู้พิมพ์ ใช้อักษรขนาด 12 pt. ตัวหนา
4. การพิมพ์ต้นฉบับ ผู้เสนองานจะต้องพิมพ์ส่งต้นฉบับในรูปแบบของแฟ้มข้อมูลต่อไปนี้ อย่างไม่อย่างหนึ่ง ได้แก่ ".doc" (MS Word) หรือ ".rtf" (Rich Text)
5. จำนวนหน้า ความยาวของบทความไม่ควรเกิน 15 หน้า รวมตาราง รูป ภาพ และเอกสารอ้างอิง
6. จำนวนเอกสารอ้างอิงไม่เกิน 20 หน้า
7. รูปแบบการเขียนต้นฉบับ แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ประเภทบทความรายงานผลวิจัยหรือบทความวิจัย (research article) และบทความจากการทบทวนเอกสารวิจัยที่ผู้อื่นทำเอาไว้ หรือบทความทางวิชาการ หรือบทความทั่วไป หรือบทความปริทัศน์ (review article)

บทความรายงานผลวิจัย ให้เรียงลำดับหัวข้อดังนี้

ชื่อเรื่อง (Title) ควรสั้น กระชับ และสื่อเป้าหมายหลังของงานวิจัย ไม่ใช้คำย่อ ความยาวไม่เกิน 100 ตัวอักษร ชื่อเรื่องให้มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

ชื่อผู้พิมพ์ [Author(s)] และที่อยู่ ให้มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และระบุตำแหน่งทางวิชาการ หน่วยงาน หรือสถาบันที่สังกัด และ E-mail address ของผู้พิมพ์ไว้เป็นเชิงอรรถของหน้าแรก เพื่อกองบรรณาธิการสามารถติดต่อได้

บทคัดย่อ (Abstract) เป็นการย่อเนื้อความงานวิจัยทั้งเรื่องให้สั้น และมีเนื้อหาครบถ้วนตามเรื่องเดิม ความยาวไม่เกิน 250 คำ หรือไม่เกิน 10 บรรทัด และไม่ควรรู้คำย่อ

คำสำคัญ (Keyword) ให้ระบุไว้ท้ายบทคัดย่อของแต่ละภาษาประมาณ 4-5 คำสั้น ๆ

บทนำ (Introduction) เป็นส่วนเริ่มต้นของเนื้อหา ที่บอกความเป็นมา เหตุผล และวัตถุประสงค์ ที่นำไปสู่งานวิจัยนี้ ให้ข้อมูลทางวิชาการที่เกี่ยวข้องจากการตรวจสอบเอกสารประกอบ

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา (Materials and Methods) ให้ระบุรายละเอียด วัน เดือน ปีที่ทำทดลอง วัสดุ อุปกรณ์ สิ่งที่น่าสนใจ จำนวน ลักษณะเฉพาะของตัวอย่างที่ศึกษา อธิบายวิธีการศึกษา แผนการทดลองทางสถิติ วิธีการเก็บข้อมูลการวิเคราะห์และการแปลผล

ผลการศึกษา (Results) รายงานผลที่ค้นพบ ตามลำดับขั้นตอนของการวิจัย อย่างชัดเจนได้ใจความ ถ้าผลไม่ซับซ้อนและมีตัวเลขไม่มากควรใช้คำบรรยาย แต่ถ้ามีตัวเลข หรือ ตัวแปรมาก ควรใช้ตารางหรือแผนภูมิแทน

วิจารณ์และสรุปผล (Discussion and Conclusion) แสดงให้เห็นว่าผลการศึกษาดตรงกับวัตถุประสงค์และเปรียบเทียบกับสมมติฐานของการวิจัยที่ตั้งไว้ หรือแตกต่างไปจากผลงานที่มีผู้รายงานไว้ก่อนหรือไม่ อย่างไร เหตุผลใดจึงเป็นเช่นนั้น และมีพื้นฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และให้จบด้วยข้อเสนอแนะที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ หรือตั้งประเด็นคำถามการวิจัย ซึ่งเป็นแนวการสำหรับการวิจัยต่อไป

ตาราง รูป ภาพ แผนภูมิ (Table, Figures, and Diagrams) ควรคัดเลือกเฉพาะที่จำเป็น แทรกไว้ในเนื้อเรื่องโดยเรียงลำดับให้สอดคล้องกับคำอธิบายในเนื้อเรื่อง และมีคำอธิบายสั้น ๆ เป็นภาษาอังกฤษ ที่สื่อความหมายได้สาระครบถ้วน กรณีที่เป็นตาราง คำอธิบายอยู่ด้านบน ถ้าเป็นรูป ภาพ แผนภูมิ คำอธิบายอยู่ด้านล่าง

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements) ระบุสั้น ๆ ว่างานวิจัยได้รับงานสนับสนุน และความช่วยเหลือจากองค์กรใดหรือผู้ใดบ้าง

เอกสารอ้างอิง (References) ระบุรายการเอกสารที่นำมาใช้อ้างอิงให้ครบถ้วนไว้ท้ายเรื่อง โดยใช้ Vancouver Style ดังตัวอย่างข้างล่าง และสามารถดูรายละเอียดและตัวอย่างเพิ่มเติมได้ที่ www.journal.msu.ac.th

1. การอ้างอิงหนังสือ

รูปแบบ: ชื่อผู้แต่ง. ชื่อเรื่อง. พิมพ์ครั้งที่. สถานที่เมืองพิมพ์: สำนักพิมพ์; ปีที่พิมพ์. p 22-5. (ชื่อชุด; vol 288).

ตัวอย่าง: Getqen,TE. Health economics: Fundamentals of funds. New York: John Wiley & Son; 1997. P. 12-5 (Annals of New York academy of science; voll 288).

ชมพูนุช อ่องจิต. คลื่นไฟฟ้าหัวใจทางคลินิก. พิมพ์ครั้งที่ 5 กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2539

2. การอ้างอิงจากวารสาร

รูปแบบ: ชื่อผู้แต่ง. ชื่อเรื่องหรือชื่อบทความ. ชื่อวารสาร. ปีที่พิมพ์ เดือนย่อ 3 ตัวอักษร วันที่;ปีที่ (ฉบับที่): เลขหน้า.

ตัวอย่าง:

ก. วารสารไม่เรียงหน้าต่อเนื่องกันตลอดปี

Russell FK, Coppel AL, Davenport AP. In vitro enzymatic processing of radiolabelled big ET-1 in human Kidney as a food ingredient, Biochem Pharmacol 1998 Mar 1;55(5):697-701

พิจารณา เจริญศรี. การปรับความพร้อมเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารก่อนร่นเข้าสู่โลกกาวิวัฒน์ครั้งใหม่. นักบริหาร 2547;24(2): 31-6

ข. วารสารเรียงหน้าต่อเนื่องกันตลอดปี

Russell FD, Coppel AL Davenport AP. In vitro enzymatic processing of radiolabelled big ET-1 in human Kidney as a food ingredient, Biochem Pharmacol 1998;55:697-701

พิจารณา เจริญศรี. การปรับความพร้อมเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารก่อนร่นเข้าสู่โลกกาวิวัฒน์ครั้งใหม่. นักบริหาร 2547;24(2): 31-6

3. รายงานจากการประชุมวิชาการ

รูปแบบ : ชื่อผู้แต่ง. ชื่อเรื่อง. ใน: ชื่อคณะบรรณาธิการ, editors. ชื่อเอกสารรายงานการสัมมนา เดือน (ย่อ 3 ตัว) วันที่; เมืองที่สัมมนา, ประเทศ. เมืองที่พิมพ์: สำนักพิมพ์; ปีที่พิมพ์. P.1561-5

ตัวอย่าง: Bengtsson S, solheim BG. Enforcement of data protection, privacy and security and security in medical infomatics. Ln: Lun KC, Degoulet P, Piemme TE, Reinhoff O, editors. MEDINFO 92. Proceedings of the 7th World Congress on Medical Informatics; 1992 Sep 6-10; Geneva, Switzerland, Amsterdam: North Holland; 1992. P.1561-5.

พิทักษ์ พุทธวรชัย, กิตติ บุญเลิศรินทร์ ทะนงศักดิ์ มณีวรรณ, พงาม เดชคำรณ, นภา ชันสุภา. การใช้เอทีฟอนกระตุ้น การสูกของพริก. ใน: เอกสารการประชุมสัมมนาทางวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 15. สถาบันวิจัยและพัฒนา สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. กรุงเทพฯ; 2541. หน้า 142-9

4. การอ้างอิงจากพจนานุกรม

รูปแบบ: ชื่อพจนานุกรม. พิมพ์ครั้งที่. เมืองหรือสถานที่พิมพ์; ปีที่พิมพ์. หน้า.

ตัวอย่าง: Stedmin's medical dictionary. 26th ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1995. Apraxia; p. 119-20.

พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คพับลิเคชันส์; 2546. หน้า 1488

5. การอ้างอิงจากหนังสือพิมพ์

รูปแบบ: ชื่อผู้แต่ง. ชื่อเรื่อง. ชื่อหนังสือพิมพ์ ปี เดือน วัน; Sect.: sohk 15.

ตัวอย่าง: Lee G. Hospitalizations tied to ozone pollution: study estimates 50,000 admissions annually. The Washington Post 1996 Jun 21; Sect. A: 3(col.5).

พรรณี รุ่งรัตน์ สทศ ตั้งทีมพัฒนาข้อสอบระดับชาติมันใจคุณภาพ. เดลินิวส์ 12 พฤษภาคม 2548.

6. อ้างอิงจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

รูปแบบ: ชื่อผู้แต่ง. ชื่อเรื่อง. ชื่อวารสารอิเล็กทรอนิกส์ [หรือ serial online] ปีที่พิมพ์เอกสาร ถ้าจำเป็นระบุเดือนด้วย; Vol no (ฉบับที่): [จำนวนหน้าจากการสืบค้น]. ได้จาก: URL: <http://www.edc.gov/neidoc/EID/eid.htm> วันที่ เดือน ปีที่ทำการสืบค้น (เขียนเต็ม)

ตัวอย่าง: More SS. Factors in the emergence of infectious disease, Emerh Infect Dis [serial online] 1995 Jan-Mar; (1): [24 screene]. Available from: RL: <http://www.edc.gov/neidoc/EID/eid.htm> Accessed 25, 1999.

ธีรเกียรติ์ เกิดเจริญ. นาโนเทคโนโลยีความเป็นไปได้และทิศทางในอนาคต. วารสารเทคโนโลยีวัสดุ ตุลาคม-ธันวาคม (17): 2542 ได้จาก: <http://www.nanotech.sc.mahidol.ac.th/index.html> May 13 2005.

Instruction for Authors

Research manuscripts relevant to subject matters outlined in the objectives are accepted from all institutions and private parties provided they have not been preprinted elsewhere. The context of the papers may be revised as appropriate to the standard. Vol.1 (January-February) Vol.2 (March-April) Vol.3 (May-June) Vol.4 (July-August) Vol.5 (September-October) Vol.6 (November-December)

Preparation of manuscripts:

1. Manuscripts can be written in either Thai or English with the abstract in both Thai and English. Papers should be specific, clear, concise, accurate, and consistent. English language manuscripts should be checked by an English language editor prior to submission.

2. Manuscripts should be typed in MS word ".doc" or ".rtf" (Rich Text) on standard size paper, A4 or 8.5x11 inches, and arranged in two columns: single space for English, double space for Thai language.

3. Browallia font type is required with font size as follows:

Title the article: 18 pt. Bold

Name(s) of the authors: 16 pt.

Main Heading: 16 pt. Bold

Sub-heading: 14 pt. Bold

Body of the text: 14 pt

Footnotes for authors and their affiliations: 12pt.

4. The number of pages to 15, including references, tables, graphs, or pictures.

5. Types of manuscripts accepted: research articles and review articles.

6. Organization of research articles.

Title: denoted in both Thai and English, must be concise and specific to the point, normally less than 100 characters.

Name(s): of the author(s) and their affiliation must be given in both Thai and English.

Abstract: This section of the paper should follow an informative style, concisely covering all the important findings in the text. Authors should attempt to restrict the abstract to no more than 250 words.

Keywords: Give at least 4-5 concise words.

The body of the text comprises the following headings:

Introduction: A summary of who is doing what, why where, and when?

Materials and Methods: A discussion of the materials used, and a description clearly detailing how the experiment was undertaken, e.g., experimental design, data collection and analysis, and interpretation.

Results: Present the output. List the information in complicated, add tables, graphs, diagrams etc., as necessary.

Discussion and Conclusion: Discuss how the results are relevant to the objectives or former findings, why? Finally state what recommendations could be drawn.

Tables, figures, diagrams, pictures: should be screened for those important to support the findings, and separated from the text. Captions should be placed above the tables but under the figures.

Acknowledgement: the name of the persons, organization, or funding agencies who helped support the research are acknowledged in this section.

References: listed and referred to in vancouver style.
(<http://www.library.uq.edu.au/training/citation/vancouv.html>)

7. Authors of review articles should follow the typical format style. This includes an introduction, the body of content, conclusion, and references.

Submission of manuscripts

Manuscripts can be submitted to the Editorial Board, Department of Research Support and Development, Mahasarakham University, Khamriang Subdistrict, Kantarawichai District, Maha Sarakham Province, 44150. Tel: 0-43754416 or 0-43754416 ext. 1339. Fax: 0-43754416.
The author should submit the original paper and one copy together with a written disc.

Review of manuscripts:

1. The editorial board will review all manuscripts for format compliance. Manuscripts formatted incorrectly will be returned to the author for correction.
2. Following submission of the corrected manuscript, the Peer Review Committee will review and offer comments
3. Manuscripts receiving the approval of the Peer Review Committee may be returned to the author for revision as advised by the Committee. Manuscripts failing to adopt the Committee's suggestions will not be published.



ใบสมัครเป็นสมาชิกวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ชื่อ-นามสกุล

ที่อยู่ บ้านเลขที่..... หมู่ที่..... ถนน..... แขวง/ตำบล.....

อำเภอ..... จังหวัด..... รหัสไปรษณีย์.....

โทรศัพท์..... โทรสาร..... E-mail.....

หน่วยงาน.....

.....

.....

ถนน..... แขวง/ตำบล..... อำเภอ.....

จังหวัด..... รหัสไปรษณีย์..... โทรศัพท์.....

- สมัครเป็นสมาชิกหนึ่งปี ค่าสมัคร 400 บาท
- สมัครเป็นสมาชิกสองปีติดต่อกัน ค่าสมัคร 800 บาท

ท่านสามารถส่งจ่ายธนาคารหรือตัวแลกเงิน สั่งจ่าย ปณ.ทำxonยาง ในนาม:

นางฉวีวรรณ อังครระเศษฐัง กองส่งเสริมการวิจัยและบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 00033



Membership Application Form

Journal of Science and Technology Mahasarakham University

Date.....

Name (Last).....(First).....

Mailing Address.....

.....

Sub-district..... District.....

Province (City/state)..... Country.....

Postal Code..... E-mail Address.....

Telephone No..... Fax No.....

- One-Year membership (400 Baht)
- Two Year Membership (800 Baht)

Please send your personal check or money order to the following address:

Mrs.Chaweewan Akkasesthang, Division of Research Supprt and Development, Boromarachakumaree
Building, Khamriang Sub-district, Kantharawichai District, Maha Sarakham Province 00033