



ปีที่ 32 ฉบับที่ 6 พฤษภาคม - ธันวาคม 2556

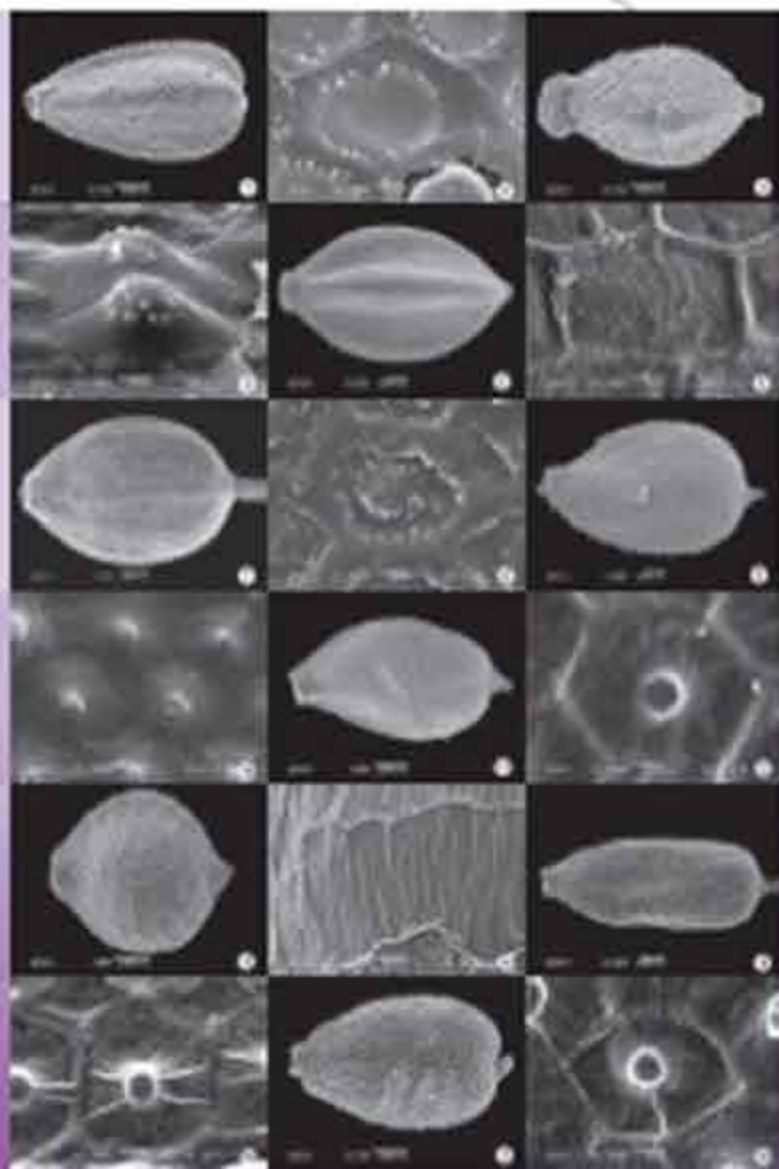
ISSN : 1688-9664

วารสาร

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

www.journal.msu.ac.th



บทบรรณาธิการ

ความล้มเหลวของการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา:

สะท้อนจากการตีพิมพ์บทความวิจัยในวารสารวิชาการระดับนานาชาติที่ไร้คุณภาพ

จุดเริ่มต้นจากข้อกำหนดของผู้ที่จะสำเร็จการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาคือ งานวิจัยบางส่วนหรือทั้งหมดนำไปเขียนบทความวิจัยและตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับชาติหรือระดับนานาชาติ ความเข้มข้นของข้อกำหนดในแต่ละสถาบันการศึกษาที่ใช้เป็นหลักฐานอ้างอิงว่า ปริญาบัตรที่ผู้เรียนได้รับได้สะท้อนให้เห็นถึงความรู้ความสามารถของผู้เรียนในศาสตร์นั้นๆ อย่างแท้จริง ดังนั้นการตีพิมพ์มีตั้งแต่วารสารนั้นๆ อยู่ในฐานข้อมูล TCI ของไทย ในขณะที่เดียวกันคุณภาพของวารสารในฐานข้อมูลนี้ถูกแบ่งระดับคุณภาพด้วย ในระดับปริญญาเอกของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม มีข้อกำหนดว่าบทความวิจัยต้องตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ จากข้อกำหนดนี้ในสถาบันอุดมศึกษา ส่งผลทำให้มีบุคคลกลุ่มหนึ่งที่พยายามสร้างวารสารวิชาการบนเว็บไซต์ ที่มีชื่อสำนักพิมพ์ที่ประกอบด้วยวารสารหลายร้อยชื่อ และมีพัฒนาการมาอย่างต่อเนื่อง บางวารสารมีชื่อเสียง แต่ส่วนมากเป็นเพียงสื่อกลางตีพิมพ์บทความวิจัยที่ผู้เขียนส่งไปโดยไม่ผ่านกระบวนการพิจารณาถ้อยแถลงโดยผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer review process) ก่อนตีพิมพ์เผยแพร่ในเว็บไซต์ ซึ่งผู้เขียนต้องจ่ายเงินค่าตีพิมพ์แตกต่างกันซึ่งประมาณ 200-300 เหรียญดอลลาร์สหรัฐ จากการสังเกตจะพบว่าเนื้อหาและรูปแบบของการเขียนไม่เป็นรูปแบบเดียวกันทั้งเล่ม กล่าวคือผู้เขียนส่งมาอย่างไร ก็พิมพ์ออกไปอย่างนั้นมีหลายบทความที่เขียนบทนำเพียงสามบรรทัด แต่เขียนวัตถุประสงค์ห้าบรรทัด หรือ การวิจารณ์ผลการวิจัยมีเพียงสามถึงห้าบรรทัด เป็นต้น การตีพิมพ์ในวารสารเหล่านี้เป็นสิ่งที่ไม่เกิดประโยชน์ใดๆ ในทางวิชาการ แม้ว่าบทความวิจัยได้ค้นพบสิ่งใหม่ในแวดวงวิชาการในสาขานั้นๆ ก็ตาม อันเนื่องมาจากไม่ผ่านกระบวนการพิจารณาถ้อยแถลงโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งต้องมีขั้นตอนกระบวนการหลายขั้นตอนรวมทั้งภาษาอังกฤษที่ถูกต้องในบทความนั้นๆ และในบทความที่มีคุณภาพจะต้องไม่เกิดข้อผิดพลาดแม้เพียงน้อยนิดเป็นสิ่งสะท้อนให้เห็นถึงคุณภาพของวารสารวิชาการ

วารสารวิชาการคุณภาพคือ วารสารที่มีกระบวนการพิจารณาถ้อยแถลงโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ทีมงานของวารสารที่ไม่มีคุณภาพเหล่านั้น หลังจากปิดสำนักพิมพ์ที่ถูกโจมตีว่าไร้คุณภาพ จึงไปเปิดสำนักพิมพ์ใหม่ที่ทำงานง่าย ๆ บนโลกออนไลน์โดยมีพัฒนาการใหม่ทำให้สอดคล้องกับข้อกำหนดคือ ระบุว่าวารสารนี้มีกระบวนการพิจารณาถ้อยแถลงโดยผู้ทรงคุณวุฒิ รวมทั้งลดราคาลงมาเท่าที่พบคือ ราคาตีพิมพ์เหลือเพียง 10-20 เหรียญดอลลาร์สหรัฐ มีรายชื่อของกองบรรณาธิการ และมีชื่อบรรณาธิการ ครบถ้วนเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือ และมีกระบวนการพิจารณาถ้อยแถลงเท่าที่พบ กระบวนการถ้อยแถลงเป็นแบบให้คะแนนในแต่ละข้อคำถาม และรวมคะแนนหลังการประเมิน และตัดสินโดยใช้คะแนนรวม ไม่มีกระบวนการแก้ไขปรับปรุงโดยเขียนเป็นข้อเสนอแนะใดๆ ปรากฏในเอกสารประเมินบทความวิจัย ซึ่งข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิที่ประเมินบทความวิจัย (reader) ต้องมีทุกบทความอาจจะเขียนข้อเสนอแนะตั้งแต่ บทนำ วัตถุประสงค์และวิธีการ ผลการวิจัย การวิจารณ์ผลการวิจัย แม้แต่เอกสารอ้างอิง ซึ่งอาจจะมีข้อเสนอแนะมีหนึ่งหน้า หรือมากกว่าห้าหน้า

วารสารวิชาการไร้คุณภาพเหล่านี้สังเกตง่าย ๆ คือ อาจจะใช้ภาพของอ่าวสำคัญๆ ของโลก เป็นหน้าแรก หรือภาพอื่นๆ เช่น ภาพการทดลองในห้องปฏิบัติการ ภาพต้นไม้หรือสัตว์ที่รูปร่างแปลกๆ เป็นต้น ที่น่าสังเกตคือ รูปแบบของตัวหนังสือที่ให้สีจุดจาด ออกแบบตัวอักษรแปลกๆ ไม่เหมือนรูปแบบที่พบเห็นทั่วไปในหน้าแรกของวารสารวิชาการคุณภาพ

วารสารวิชาการระดับนานาชาติที่มีคุณภาพจะคัดเลือกบทความวิจัยที่มีคุณภาพเท่านั้นลงตีพิมพ์ ไม่มีบทความวิจัยใดที่ไม่มีคุณภาพได้รับการตีพิมพ์ในวารสารเหล่านี้เลยเพราะกระบวนการสำคัญที่สุดในการจัดทำวารสารคือกระบวนการพิจารณาถ้อยแถลงโดยผู้ทรงคุณวุฒิที่มีรูปแบบมาตรฐานคุณภาพ

บทความวิจัยบทความหนึ่งได้มีโอกาสตีพิมพ์ในวารสารที่มีคุณภาพระดับโลก เปรียบดังปลูกไม้ยืนต้น แม้ว่าจะต้องเพียรพยายามอย่างมากที่ทำให้ต้นไม้ผลตั้งตัวได้ ผลิตดอกออกผลในเวลายาวนานเปรียบดังการให้การศึกษาดังคำกล่าวที่ว่า กลัวยไม้ ออกดอกช้า ฉันทิ การศึกษาเป็นไป ฉันทิ แต่ออกดอกคราใด งามเด่น การศึกษาปลูกปั้น เสร็จแล้ว แสนงาม

ศาสตราจารย์ ดร. ปรีชา ประเทพา

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
แบบจำลองอุทกธรณีวิทยาเชิงมโนทัศน์และอุทกธรณีเคมีของแหล่งน้ำบาดาล ในลุ่มน้ำห้วยสายบาตร.....	713
Hydrogeological Conceptual Model and Hydrogeochemistry of Groundwater Basin in Huai Sai Bat Catchment รุ่งเรือง เลิศศิริวรกุล, สมพล จรรยากรณ์, มารุต แซ่ลิ้ม Rungruang Lertsirivorakul, Sompol Chunyakorn, Marut Saelim	
การตรวจจับรถยนต์.....	725
Car Detection สำรวน เวียงสมุทร Somruan Wiengsamotha	
ความไวต่อสารต้านจุลชีพของแบคทีเรียที่แยกได้จากกุ้งน้ำเชื้อของกุ้งกุลาดำ (<i>Penaeus monodon</i>) ที่เก็บรักษาแบบแช่แข็ง.....	733
Antimicrobial susceptibility of bacteria isolated from black tiger shrimp (<i>Penaeus monodon</i>) spermatophore maintained in cryopreservation สุนันทิต นิมรัตน์, เนตฤทัย ศรีสมศักดิ์, วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย Subuntith Nimrat, Nesrhtai Srisomsak, Verapong Vuthiphandchai	
ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนในระดับชุมชนและระดับครัวเรือน	741
Factors Affecting People Participation in Renewable Energy Management for Household and Community Levels วิสาखा ภูจินดา, วิวัฒน์ แก้วดวงเล็ก Wisakha Phoochinda, Vivat Keawdunglek	
สัณฐานวิทยาเปรียบเทียบของผลพืชวงศ์กกเผ่า <i>Cypereae</i> บางชนิดในประเทศไทย	752
Comparative fruit morphology of some <i>Cypereae</i> species (<i>Cyperaceae</i>) in Thailand กมลหทัย แวงวาสิต, ภาสกร บุญชาติ Kamolhathai Wangwasit, Passakorn Bunchalee	
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการป้องกันและควบคุมโรค โดยใช้รูปแบบการสอนแบบผสมผสาน เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง นิสิตหลักสูตรสาธารณสุขศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 3 คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	761
Effective learning toward student center teaching program in prevention and disease control course among 3rd year students, Bachelor of Public Health at Faculty of Public Health, Mahasarakham University เขมิกา สมบัติโยธา, สุนีรัตน์ ยั่งยืน, สุภาเวช บุตรศรีภูมิ Kemika Sombateyotha, Suneerat Yangyuen, Suphawetc Bootsreepum	

สารบัญ

เรื่อง

หน้า

ความคิดเห็นของนิสิตและบุคลากรมหาวิทยาลัยมหาสารคามต่อ (ร่าง) พ.ร.บ.คุ้มครองอนามัยการเจริญพันธุ์
การอนุญาตให้วัยรุ่นที่ตั้งครรภ์ขณะเรียนสามารถเรียนและลาได้..... 769

Maharakham University Staff and Student Opinions on the Protection

and Reproduction Health Act Draft on the Topic of Pregnancy during study and on leave.

จารุวรรณ ก้าวหน้าไกล, พร้อมจิตร ห่อนบุญheim, ผการัตน์ สุขชุม, อัจฉรา ชัยชาญ, อัญญา ทองก้อน,

Jaruwan Kownaklai, Promjit Hornboonherm, Pakarat Sukchoom, Atchara Chaichan, Aranya Thongkon

การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางชีววิทยา และลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีนโปรตีน

ห่อหุ้มของเชื้อ Cucumber green mottle mosaic virus (CGMMV) ที่แยกได้จากเมลอน และน้ำเต้า..... 781

Comparison on biological properties and coat protein nucleotide sequence of Cucumber

green mottle mosaic virus (CGMMV) isolated from melon and bottle gourd

พัทธวรรณ ยี่สารพัฒน์, วรณันต์ นาคบรรพต, อภิเดช แสงดี

Putsaraporn Yeesaraput, Woranan Nakbanpote, Aphidech Sangdee,

ความชุกของปรสิตในลำไส้คนบ้านปางสา อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย 794

Prevalence of intestinal parasites in people of Ban Pang Sa, Satchanalai District, Sukhothai Province

ชไมพร พิภักษา, อภินันท์ ลี้มงคล, ธนากร วัชรสุภัทร, ระพี ธรรมมีภักดี, วรณันท์ ยศปัญญา,

ทัชชา ยิ้มถิ่น, วีระญา เอี่ยมสะอาด, อภิชาติ วิทย์ตะ

Chamaiporn Fukruksa, Apinun Limmongkon, Thanakorn Watcharasupat,

Rapee Tummeepuk, Waranan Yotpanya, Thatcha Yimthin, Wiraya Eamsaard, Apichat Vitta

ปริมาณแอนโทไซยานินในเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะรับประทานฝักสด 801

(Anthocyanin Content in Purple Waxy Corn Germplasm Harvested at Edible Stage)

อรุณทิพย์ เหมะจุลิน, สกุลกานต์ สิมลา, สุรศักดิ์ บุญแต่ง, สุดาทิพย์ อินทร์ชื่น

Arunthip Hamathulin, Sakunkan Simla, Surasak Boontang, Sudathip Inchuen

การประยุกต์ใช้เมนูวงกลมบนคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต 807

Application of Pie Menu through Tablet

รัสรินทร์ พัฒน์ธนภษศิริ, วสุ เชาว์พานนท์

Rasarin Pattanakitsiri, Wasu Chaopanon

คำอธิบายภาพปก : SEM micrographs of fruit: Figs.1-2 *Ascolepis dipsacoides* ssp. *siamensis*; Figs.3-4 *Cyperus haspan*; Figs.5-6 *C. laxus*; Figs. 7-8 *C. stoloniferous*, SEM micrographs of fruit: Figs.9-10 *Kyllinga brevifolia*; Figs.11-12 *K. melanosperma*; Figs.13-14 *Pycreus diaphanous*; Figs.15-16 *P. polystachyos*, SEM micrographs of fruit of *Pycreus pumilus*

ภาพปก : พัชรภรณ์ ยี่สารพันธ์ และคณะ. 2556, 781-793

แบบจำลองอุทกธรณีวิทยาเชิงมโนทัศน์และอุทกธรณีเคมีของแหล่งน้ำบาดาล ในลุ่มน้ำห้วยสายบาตร

Hydrogeological Conceptual Model and Hydrogeochemistry of Groundwater Basin in Huai Sai Bat Catchment

รุ่งเรือง เลิศศิริวรกุล¹, สมพล จรรยากรณ์², มารุต แซ่ลิ้ม³

Rungruang Lertsirivorakul¹, Sompol Chunyakorn², Marut Saelim³

Received : 20 September 2012; Accepted : 25 January 2013

บทคัดย่อ

พื้นที่ศึกษาครอบคลุมเนินสูงตงซำ อำเภอสว่าง จังหวัดขอนแก่น อยู่ในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติตงซำ เป็นเนินที่เกิดจากการสะสมตัวของกรวดทรายโดยทางน้ำสมัยโบราณ ที่กั้นระหว่างแนวสัมผัสของหมวดหินโคกกรวดและหมวดหินมหาสารคาม มีการตกตะกอนกรวด ทราย ทรายปนดินเหนียว และดินเหนียวอย่างน้อย 3 วรรค จัดเป็นตะกอนตะพักลำน้ำยุคควอเทอร์นารี จากข้อมูลหลุมเจาะสามารถนำมาสร้างแบบจำลองอุทกธรณีวิทยาเชิงมโนทัศน์ เพื่อแสดงลำดับหน่วยอุทกธรณีวิทยาและทิศทางการไหลของน้ำบาดาล โดยน้ำจะไหลจากพื้นที่รับน้ำที่อยู่ตอนกลางและไหลออกด้านข้างของเนินรอบๆ พื้นที่ศึกษาชั้นหินให้น้ำเป็นตะกอนร่วนกรวดทราย แบ่งเป็นชั้นบน (ลึก < 40 ม.) และชั้นล่างลึกกว่า 40 เมตร ส่วนชั้นกันน้ำเป็นชั้นดินเหนียวอุทกธรณีเคมีจำแนกน้ำเป็นน้ำจืดชนิด Ca-Na-HCO₃ ชั้นหินให้น้ำชั้นบนมีคุณภาพค่อนข้างดี มีสนิมเหล็กน้อย ส่วนที่ระดับลึกจะมีสนิมเหล็กมาก ส่วนชั้นหินให้น้ำที่อยู่ลุ่มต่ำเป็นทราย ทรายปนดินเหนียวของลำน้ำห้วยสายบาตรและห้วยทรายให้น้ำจืดชั้นบน และในระดับลึกจะเป็นน้ำกร่อยถึงเค็ม ชนิด Na-Cl เพราะพื้นที่รองรับด้วยหมวดหินมหาสารคาม การคำนวณปริมาณน้ำต้นทุนในชั้นหินให้น้ำในพื้นที่ศึกษา 18.7x10⁶ ลบ.ม. และปริมาณน้ำเพิ่มเติมในชั้นหินให้น้ำ 3.136x10⁶ ลบ.ม. เพื่อความสมดุลของการสูบน้ำบาดาลไม่ให้เกิดวิกฤติหรือมีปัญหการแทรกซึมของน้ำเค็ม ในพื้นที่ศึกษาสามารถสูบน้ำขึ้นมาใช้ได้ปริมาณ 3-5 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี

คำสำคัญ: แบบจำลองอุทกธรณีวิทยาเชิงมโนทัศน์ อุทกธรณีเคมี ห้วยสายบาตร ชั้นหินให้น้ำตะกอนร่วน

Abstract

The study area covers the Dong Sum Upland at Sumsong District, Khon Kaen Province. The area is a part of the Dong Sum National Forest reservation. The upland is underlain by gravel and sand deposited in the paleo channel between the contact point of the Khok Kruat and Mahasarakham formations. The sediments were classified as old terrace deposits in the Quaternary period. The deposition was started with gravel and fined upward to become sand, sand and clay and clay layer on the top. There are at least three cycles of the deposition. From bore holes lithological logs, a hydrogeological conceptual model is established including hydrostratigraphic units and groundwater flow directions. The recharge area is located in the middle of the area, whereas the groundwater discharges into the lowlands to the south and southwest. The unconsolidated aquifer can be divided into 2 levels i.e., Upper aquifer < 40 m. in depth, and the deeper one is more than 40 m. in depth. The Hydrogeochemistry data can be used for classifying water types. Most of the groundwater samples show the water type as Ca-Na-HCO₃ which is fresh water. However, there is very high soluble iron in groundwater, especially in the deep aquifer. In the discharge area, the water type is dominated by Na-Cl, because the area is underlain by the Mahasarakham formation. Furthermore, groundwater storage and annual groundwater recharge in the study area were calculated and yield 18.7 Million Cubic Meters (MCM.) and 3.136 MCM., respectively. For sustainable water use without critical water level decline and saltwater intrusion, the amount of groundwater use can be in the range of 3-5 MCM./yr.

Keywords: Hydrogeologic conceptual model, Hydrogeochemistry, Huai Sai Bat, Unconsolidated Aquifer

¹ รองศาสตราจารย์, ภาควิชาเทคโนโลยีธรณี คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น

^{2,3} เจ้าหน้าที่, ภาควิชาเทคโนโลยีธรณี คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น

¹ Associate Professor, Department of Geotechnology, Faculty of Technology, Khon Kaen University

^{2,3} Staff, Department of Geotechnology, Faculty of Technology, Khon Kaen University

บทนำ

ในสภาพปัจจุบันที่มีปัญหาภัยแล้ง การแสวงหาแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค หรือแม้กระทั่งเพื่อการเกษตรกรรม น้ำบาดาลจึงเป็นแหล่งน้ำที่สามารถพัฒนาขึ้นมาใช้ได้ แหล่งน้ำบาดาลในกลุ่มน้ำห้วยสายบาตรจัดเป็นแหล่งน้ำที่มีความสำคัญ เนื่องจากในพื้นที่มีน้ำซับและบางแห่งมีบ่อน้ำพุทั้งระดับตื้นและลึก อัตราการให้น้ำมีมากพอสมควรในการที่จะพัฒนาขึ้นมาใช้เพื่อการเกษตรกรรม แต่ในบางพื้นที่น้ำบาดาลมีคุณภาพที่ไม่ดี เช่นสนิมเหล็กมาก หรือมีความเค็มหรือกร่อย ดังนั้นในการที่จะพัฒนาน้ำขึ้นมาใช้จะต้องมีการศึกษาธรณีวิทยา อุทกธรณีวิทยา เพื่อทราบถึงสภาพของแอ่งและการแผ่ขยายของชั้นหินให้น้ำ การเรียนรู้ระบบการไหลของน้ำบาดาล รวมถึงการแบ่งพื้นที่รับและจ่ายน้ำ การหาความหนาและความต่อเนื่องของชั้นหินให้น้ำ ตลอดจนการสุบทดสอบเพื่อหาสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นหินให้น้ำ การที่ทราบคุณลักษณะของแหล่งน้ำบาดาล ทำให้สามารถคำนวณหาปริมาณน้ำที่จะสูบขึ้นมาใช้ โดยไม่มีผลกระทบต่อระยะน้ำลด การศึกษาอุทกธรณีเคมีเป็นส่วนหนึ่งในการจำแนกชั้นหินให้น้ำ การจำแนกคุณสมบัติของน้ำบาดาลทำให้สามารถใช้น้ำได้ตามความเหมาะสม ติดตามการปนเปื้อนเนื่องจากการใช้ปุ๋ยที่จะทำให้มีปริมาณไนเตรทในน้ำบาดาลสูง การใช้น้ำบาดาลพุหรือน้ำซับในการบริโภคโดยตรง การศึกษาคุณภาพน้ำ จะบ่งบอกถึงความปลอดภัย และน้ำมีคุณภาพเหมาะสมสำหรับน้ำดื่ม การศึกษาสมบัติทางชลศาสตร์ชั้นหินให้น้ำ สามารถประยุกต์ใช้ในการควบคุมการสูบน้ำ เพื่อมิให้มีการแทรกดันของน้ำเค็มเข้าสู่ชั้นหินให้น้ำที่มีน้ำจืด

วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย

เพื่อศึกษาธรณีวิทยาในระดับลึกและการแผ่ขยายของชั้นหินให้น้ำ ระบบการไหลของน้ำบาดาล การแบ่งพื้นที่เพิ่มเติมน้ำและสูญเสียหรือจ่ายน้ำ ตลอดจนการศึกษาสมบัติทางชลศาสตร์ และการจัดทำแบบจำลองอุทกธรณีวิทยาเชิงมโนทัศน์

ขอบเขตโครงการศึกษาวิจัย

พื้นที่ศึกษาครอบคลุมเนินดงช้า อำเภอลำปาง จังหวัดขอนแก่น การศึกษาประกอบด้วยการรวบรวมข้อมูลหลุมเจาะเพื่อจัดทำภาพตัดขวางธรณีวิทยา การวิเคราะห์ทิศทางการไหล การกำหนดพื้นที่รับน้ำและจ่ายน้ำ การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของตัวอย่างน้ำบาดาล เพื่อวิเคราะห์ชุดลักษณะอุทกธรณีเคมี การสร้างแบบจำลองอุทกธรณีวิทยาเชิงมโนทัศน์ และการคำนวณปริมาณน้ำต้นทุนและปริมาณน้ำฝนเพิ่มของแหล่งน้ำบาดาล

พื้นที่ศึกษาวิจัย

พื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่เนินสูงดงช้าและบริเวณรอบๆ อำเภอลำปาง จังหวัดขอนแก่น มีพื้นที่ 150 ตารางกิโลเมตร โดยมีขอบเขตที่ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ $16^{\circ} 32'$ ถึง $16^{\circ} 38'$ เหนือ และเส้นแวงที่ $103^{\circ} 00'$ ถึง $103^{\circ} 06'$ ตะวันออก หรือ UTM กริด ระหว่าง 1829000 ถึง 1841000 เหนือ และ ระหว่าง 286520 ถึง 297000 ตะวันออก ครอบคลุมแผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1 : 50,000 ลำดับชุด L7018 ระวัง 5642 III อำเภอกะนวน อยู่ห่างจากจังหวัดขอนแก่นไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ประมาณ 35 กม. และห่างจากกรุงเทพมหานครไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ 470 กม. (Figure1)

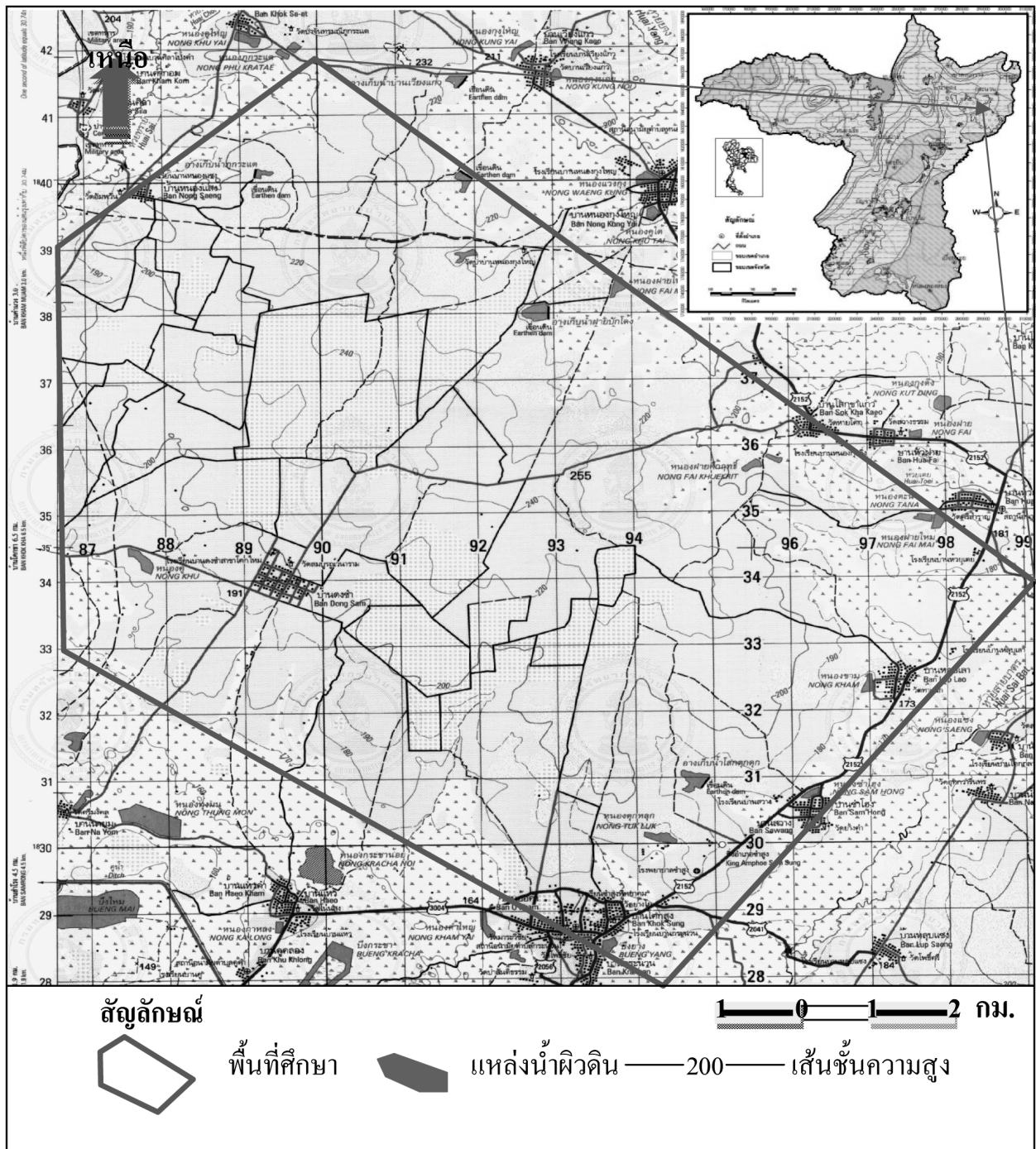


Figure 1 study area

วิธีการดำเนินการศึกษาวิจัย

1. การรวบรวมข้อมูล

แผนการดำเนินการศึกษาด้านธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยา ประกอบด้วย การเตรียมแผนที่ภูมิประเทศ ธรณีวิทยา แผนที่น้ำบาดาล และแผนที่อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยจัดหาข้อมูลในรูปดิจิตอล การรวบรวมผลงานที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการวิเคราะห์ แปลความจากข้อมูล และผลการสำรวจ ซึ่งสามารถแบ่งขั้นตอนการศึกษาได้ดังนี้คือ

- 1) ศึกษาทบทวน รวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลด้าน ธรณีวิทยา อุทกนิยมนิเทศและอุทกวิทยา ชนิดดินและดินเค็ม การใช้ประโยชน์ที่ดิน และคุณภาพน้ำบาดาล
- 2) การศึกษาสภาพอุทกธรณีวิทยา การรวบรวมข้อมูลบ่อบาดาล ความลึก ชั้นหินให้น้ำและระดับน้ำปกติ จัดทำแผนที่อุทกธรณีวิทยาและภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยา ตรวจสอบภาคสนามเบื้องต้น การจำแนกชั้นหินให้น้ำ การวางตัว การแผ่ขยายและความหนาของชั้นหินให้น้ำ

การศึกษามบัตินทางชลศาสตร์ของชั้นหินให้น้ำ จากข้อมูลการสุบทดสอบที่มีอยู่แล้ว

2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาด้านธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยา ประกอบด้วยรวบรวมข้อมูลการสำรวจตำแหน่งบ่อ การเก็บตัวอย่างน้ำ ดิน วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี การสร้างแบบจำลองอุทกธรณีวิทยาเชิงมโนทัศน์

2.1 การจัดทำแผนที่และรูปตัดขวางอุทกธรณีวิทยา

การจัดทำแผนที่และรูปตัดขวางอุทกธรณีวิทยา จากข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ แผนที่ธรณีวิทยา ข้อมูลอุทกวิทยา ผลจากการแปลความหมายของภาพทางอากาศ และภาพถ่ายดาวเทียม รวมทั้งข้อมูลบ่อน้ำบาดาล ประวัติบ่อ ผลการสุบทดสอบ และระดับน้ำบาดาล โดยนำมาวิเคราะห์และประมวลผลเพื่อจำแนกชั้นหินให้น้ำ เพื่อให้ทราบถึงลักษณะชนิดดินหิน การวางตัว การแผ่ขยายและความหนาของชั้นหินให้น้ำต่างๆทุกชั้น รวมทั้งคุณภาพน้ำที่ได้จากข้อมูลบ่อน้ำบาดาลของหน่วยงานต่างๆ และจากข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ผลสุดท้ายจะจัดทำเป็นแผนที่อุทกธรณีวิทยา พร้อมกับจัดทำรูปตัดขวางอุทกธรณีวิทยาเพื่อแสดงชั้นน้ำบาดาลในแนวดิ่ง

แผนที่อุทกธรณีวิทยา ดังกล่าวนี้อาจประกอบด้วยขอบเขตของชั้นน้ำบาดาล ตำแหน่งบ่อน้ำบาดาล เส้นชั้นระดับน้ำบาดาลและทิศทางการไหลของน้ำบาดาล และคุณภาพของน้ำบาดาล โดยจะจัดเก็บในฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นเป็นแผนที่ของแต่ละข้อมูลที่ต้องการได้หรือนำมาซ้อนทับกันแสดงบนแผนที่แผนที่เดียวกันได้ นอกจากนี้ยังสามารถแก้ไขเพื่อทำให้ข้อมูลทันสมัยมากยิ่งขึ้นได้อีกด้วย

2.2 สสำรวจและศึกษาความสัมพันธ์ทางชลศาสตร์

การนำข้อมูลสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นหินให้น้ำแต่ละชั้นมาประเมินความสัมพันธ์ระหว่างชั้นหินให้น้ำที่วางตัวอยู่ด้านบน ด้านล่าง และแหล่งน้ำผิวดิน รวมทั้งชั้นหินให้น้ำที่เค็มด้วยว่าจะมีการไหลของน้ำบาดาลอย่างไร จากข้อมูลและผลการประเมินลักษณะและคุณสมบัติของชั้นหินให้น้ำ นำมาพิจารณากำหนดขอบเขตของแต่ละชั้นน้ำบาดาล แหล่งน้ำผิวดิน พื้นที่ที่มีการเติมน้ำโดยธรรมชาติ และคุณสมบัติของชั้นหินให้น้ำแต่ละชั้น เพื่อจะนำไปจัดสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ต่อไป

2.3 การศึกษาคุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำบาดาลโดยทั่วไปมักมีความขุ่นต่ำ ปราศจากสีและสารอินทรีย์ ปริมาณสารในน้ำทั้งหมดอาจสูงหรือต่ำ ขึ้นอยู่กับว่าน้ำสัมผัสกับแหล่งเกลือแร่หรือไม่ น้ำบาดาลมักไม่มีออกซิเจนละลายน้ำ แต่อาจมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงมาก ทั้งนี้เนื่องจากเกิดออกซิเดชันใต้ดิน เหล็กและแมงกานีสพบได้ง่ายในน้ำบาดาล ซึ่งอ้อมตัวด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ จะเห็นว่าคุณภาพน้ำบาดาลในแหล่งต่างๆ จะขึ้นอยู่กับลักษณะทางด้านธรณีวิทยาและแหล่งแร่ในบริเวณดังกล่าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำบาดาลที่ละลายชั้นเกลือหิน เป็นสาเหตุให้เกิดน้ำเค็มและดินเค็ม ในการศึกษาต้องมีการเก็บตัวอย่างตามวิธีการที่ถูกต้อง โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.3.1 วิธีการเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างน้ำจะมีการวางแผนการเก็บที่แน่นอน ตัวอย่างที่เก็บ มีการบันทึกรายละเอียด ผู้เก็บมีความชำนาญในการใช้เครื่องมือซึ่งได้มาตรฐาน ภาชนะที่บรรจุตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์แต่ละพารามิเตอร์มีการทำความสะอาด และเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ และปิดฉลากที่มีข้อมูลรายละเอียด เช่น สถานที่เก็บตัวอย่างวัน เวลาของการเก็บตัวอย่าง พารามิเตอร์ที่ต้องการวิเคราะห์ ชื่อ-สกุลและหน่วยงานของผู้เก็บตัวอย่าง มีวิธีการเก็บรักษาคุณภาพน้ำก่อนส่งให้ห้องปฏิบัติการ ปริมาตรของตัวอย่างที่เก็บอย่างน้อย 1 ลิตร

การเก็บตัวอย่างน้ำบาดาล เพื่อสำรวจดูคุณภาพน้ำบาดาลในปัจจุบันของพื้นที่โครงการ และเพื่อเป็นเกณฑ์ในการกำหนดคุณภาพน้ำจืดและน้ำเค็ม เพื่อแบ่งแยกชั้นหินให้น้ำ กำหนดขอบเขตของแอ่งอุทกธรณีวิทยา การเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อที่ติดตั้งเครื่องสูบน้ำหรือสูบลอย จะต้องสูบน้ำให้น้ำขึ้นมาจนกว่าระดับของการสูบลอยที่จึงปล่อยน้ำทิ้ง ประมาณ 3-5 นาที แล้วจึงนำขวดตัวอย่างไปรองรับน้ำ ถ้าหากบ่อน้ำติดเครื่องสูบน้ำอัตโนมัติ ต้องเก็บตัวอย่างที่ปลายเส้นท่อ

2.3.2 วิธีการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำจะเป็นไปตามวิธีการมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีน้ำ: Standard Methods for Examination of Water and Wastewater ซึ่ง American Public Health Association (APHA), American Water Work Association (AWWA) และ Water Pollution Control Facility (WPCF) ร่วมกันกำหนด ดังนี้ (ตารางที่ 1)

Table 1 chemical property analyses of groundwater

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	ใช้เครื่อง pH meter วัดตัวอย่างน้ำในสนาม
ค่าการนำไฟฟ้า	ใช้เครื่อง EC meter วัดตัวอย่างน้ำในสนาม
เหล็ก	Atomic Absorption Spectroscopy
โซเดียม	Atomic Absorption Spectroscopy
แมกนีเซียม	Atomic Absorption Spectroscopy
โพแทสเซียม	Atomic Absorption Spectroscopy
แคลเซียม	Atomic Absorption Spectroscopy
คลอไรด์	UV/Vis Spectroscopy
ไบคาร์บอเนต	UV/Vis Spectroscopy
ไนเตรท	UV/Vis Spectroscopy
ซัลเฟต	UV/Vis Spectroscopy
ความกระด้างทั้งหมด	Titrimetric method
ปริมาณสารในน้ำทั้งหมด (TDS)	Gravimetric method

2.4 คำนวณหาอัตราส่วนของการดูดซับอนุมูล
โซเดียม (Sodium Adsorption Ratio, SAR)

ค่า SAR เป็นค่าที่ใช้จำแนกน้ำที่มีอนุมูล
โซเดียมในระดับต่างๆ ที่พืชสามารถทนได้ ซึ่งผลกระทบของ
โซเดียมจะทำให้ธาตุสารอาหารของพืชเปลี่ยนแปลงไป และ
โครงสร้างของดินเปลี่ยนด้วยการจำแนกค่า SAR ที่วัดจากน้ำ
ที่สกัดจากดิน สามารถแบ่งได้ดังตารางที่ 2 และผลกระทบของ

โซเดียมที่มีต่อพืช ดังแสดงในตารางที่ 3 ค่า SAR สามารถ
คำนวณได้จากสมการ (1)

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2}} \quad \dots(1)$$

ความเข้มข้นของอนุมูลต่าง ๆ มีหน่วย
เป็น มิลลิอิควิวาเลนต์/ลิตร (meq/l)

Table 2 SAR classification of soil water extraction (Taylor, 1993)

ค่า SAR	ระดับปริมาณโซเดียม
0 - 10	ต่ำ
10 - 18	ปานกลาง
18 - 26	สูง
> 26	สูงมาก

Table 3 Effects of Sodium to plants (Taylor, 1993)

SAR ในน้ำเพื่อการชลประทาน	ระดับความทน	พืชที่ทนได้	ผลกระทบ
2-8	มีความอ่อนไหวมาก	ไม้ผลที่ผลัดใบ ไม้ตระกูลมะนาว ไม้ผลเปลือกแข็ง	ปลายใบไหม้ ใบไหม้เกรียม
8-18	อ่อนไหว	ถั่วเหลือง	การเจริญเติบโตชะงัก
18-46	ทนได้ปานกลาง	ข้าว	การเจริญเติบโตชะงัก เนื่องจากธาตุอาหารและโครงสร้างดินเปลี่ยนแปลง
46-102	ทนทาน	ข้าวสาลี มะเขือเทศ	การเจริญชะงัก เนื่องจากโครงสร้างดินเปลี่ยนแปลง

2.5 การวัดค่าความนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity, EC)

ค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณสารละลายในน้ำทั้งหมดสามารถจำแนกชนิดของน้ำได้ ตามตารางที่ 4

โดยค่าที่สูงขึ้นสะท้อนถึงคุณภาพน้ำที่เค็ม ซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ผลกระทบที่เกิดขึ้นสามารถจำแนกน้ำเพื่อการเกษตรกรรมโดยใช้ค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณสารละลายในน้ำทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 5

Table 4 Water Salinity classification (Australian Water Resources Council, 1976)

คุณภาพน้ำ	TDS, mg/l	EC, mS/cm
จืด	น้อยกว่า 500	น้อยกว่า 800
เค็มเล็กน้อย	500-1,000	800-1,600
กร่อย	1,000-3,000	1,600-4,800
เค็ม	มากกว่า 3,000	มากกว่า 4,800

Table 5 Salinity classification using electrical conductivity for irrigation water (Taylor, 1993)

ชนิดของน้ำ	ค่าการนำไฟฟ้า (mS/cm)	TDS (mg/l)
น้ำมีความเค็มน้อย ใช้ได้สำหรับการปลูกพืชทั่วไป	0 - 280	0-175
น้ำมีความเค็มปานกลาง เหมาะสำหรับพืชทนเค็มปานกลาง	280 - 800	175-500
น้ำมีความเค็มสูง การใช้น้ำชนิดนี้กับพืชทนเค็มสูง ต้องควบคุมการระบายน้ำ การจัดการกับดินเค็ม	800 - 2300	500-1500
น้ำมีความเค็มสูงมาก ในกรณีี่จำเป็น การใช้น้ำชนิดนี้เพื่อการปลูกพืชทนเค็มสูงมากบางชนิด ดินต้องระบายน้ำได้ดีและ เพียงพอ ต้องควบคุมปัญหาดินเค็มเป็นพิเศษ	2300 - 5500	1500-3500
น้ำมีความเค็มสูงยิ่ง ไม่เหมาะสำหรับใช้เพื่อการเกษตร	> 5500	>3500

ผลการศึกษาวิจัย

ธรณีวิทยา

ลักษณะในพื้นที่ประกอบด้วยหมวดหินโคกกรวดที่วางตัวอยู่ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้เป็นขอบเขตด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ โดยชั้นหินเป็นหินทรายแป้งมีทิศทางการเอียงตัวไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งวางตัวอยู่ใต้หมวดหินมหาสารคามมีชั้นเกลือหินสลับชั้นเศษหิน มักไม่ไผ่ปนผิวดิน หมวดหินมหาสารคามวางตัวอยู่ใต้หมวดหินภูทอก โดยชั้นล่างสุด คือหน่วยหินโคลนนาหว้า (KTpt1) ประกอบด้วยหินโคลน หินดินดาน สีน้ำตาลแดง สีแดงส้ม และหินทรายแป้ง สีน้ำตาลส้ม กระจายตัวบริเวณบ้านโคกสูง หัวคำ และบ้านนายม ขนานแนวขอบเขตทางตะวันตกเฉียงใต้ โดยวางตัวปิดทับต่อเนื่องกับชั้นหินปิดทับส่วนบนของหมวดหินมหาสารคามแบบปกติต่อกัน

พื้นที่ที่ราบตะกอนน้ำพาทั่วถึงลักษณะเด่นชัดเป็นพื้นที่ราบของตะกอนแม่น้ำที่ขนานไปกับห้วยสายบาตร เป็นที่ราบแคบ ๆ และน้ำท่วมถึง มีขอบเขตตั้งแต่บริเวณพื้นที่รองรับน้ำของลำน้ำหรือลุ่มน้ำ ประกอบด้วยทราย กรวดและดินเหนียว ความหนาตั้งแต่ 15-20 เมตร (รูปที่ 2)

สำหรับเนินตงช้าเป็นเนินกรวดทราย ตะกอนตะพักลำน้ำ วางตัวอยู่ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ประกอบด้วยตะกอนที่พัดพามาสะสมโดยทางน้ำโบราณ ซึ่งกักลีกระหว่างรอยต่อของหมวดหินโคกกรวดกับหมวดหินภูทอก และหมวดหินมหาสารคาม มีการสะสมตะกอนเป็น 3 วงรอบ โดยชั้นล่างเป็นเม็ดตะกอนหยาบขนาดกรวด ถัดขึ้นมาเป็นทราย หรือทรายผสมกรวด และปิดทับด้วยทรายปนดินเหนียว เมื่อครบ 3 วงรอบ จะปิดทับด้วยดินเหนียวและชั้นดินบน ตามลำดับ

อุทกธรณีวิทยา

ชั้นหินให้น้ำบริเวณพื้นที่ศึกษา เป็นชั้นตะกอนร่วน ประกอบด้วยตะกอนน้ำพาและตะกอนตะพักลุ่มน้ำ ได้แก่ กรวด ทราย ทรายแป้งและดินเหนียว น้ำบาดาลอยู่ในช่องว่างของชั้นหินร่วน พวกกรวดทรายที่สะสมในลุ่มน้ำหลากหรือตะกอนทางน้ำเก่า ความลึกของชั้นหินให้น้ำชั้นบนตั้งแต่ 10-30 เมตร ส่วนชั้นหินให้น้ำระดับลึกลงไป สำนักทรัพยากรน้ำบาดาลเขต 4 ขอนแก่น ได้ทำการศึกษา สํารวจและเจาะบ่อบาดาลในพื้นที่บ้านหัว ตำบลบ้านโนน อำเภอซำสูง จังหวัดขอนแก่น พบชั้นหินให้น้ำที่ระดับความลึก 120 เมตร ได้บ่อน้ำบาดาลพุ ให้ปริมาณน้ำประมาณ 34 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ระดับน้ำพุสูง 8 เมตร ระยะน้ำลด 16 เมตร (สุบทดสอบ) ข้อมูลเบื้องต้นของบ่อบาดาลในพื้นที่แสดงในตารางที่ 6

Table 6 Initial well data in the study area

ชื่อบ่อ	กริด X (ตะวันออกเฉียง)	กริด Y (เหนือ)	ความลึก (ม.)	อัตราให้น้ำ (ลบ.ม./ชม.)
บ่อที่ 1	0290460	1832595	125	10 (บ่อพุ)
บ่อที่ 2	0289212	1833172	20	2 (บ่อพุ)
บ่อที่ 3	0290286	1832595	8	2 (บ่อพุ)
บ่อที่ 4	0289362	1833913	125	34.5 (บ่อพุ ระดับน้ำ +8 ม.)
S866	0290461	1830242	8	7.5 (บ่อพุ ระดับน้ำ +9.48 ม.)

ที่มา: สำนักทรัพยากรน้ำบาดาลเขต 4

ชั้นหินให้น้ำหลักเป็นชั้นกรวดทราย ซึ่งมีทั้งหมด 3 ชั้น กันด้วยชั้นดินเหนียวปนทราย จากการศึกษาระดับน้ำบาดาลสามารถนำมาสร้างแผนที่เส้นชั้นความสูงและทิศทางการไหลของน้ำบาดาลโดยรวม ชั้นหินให้น้ำได้รับการเติมน้ำจากน้ำฝนบริเวณตรงกลางเนินและขอบด้านตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนพื้นที่จ่ายน้ำส่วนใหญ่จะอยู่ทางด้านทิศใต้ที่ราบลุ่มห้วยสายบาตร

จากข้อมูลธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยา สามารถนำมาสร้างแบบจำลองอุทกธรณีวิทยาเชิงมโนทัศน์ โดยลำดับชั้นของอุทกธรณีวิทยา และแสดงการไหลของน้ำบาดาลในแนวของภาพตัดขวาง 2 แนว ดังแสดงในรูปที่ 3 และรูปที่ 4

จากการวิเคราะห์ผลการสุบทดสอบบ่อบาดาล โดยวิธีของ Theis ซึ่งเป็นการช้อนทับกราฟที่พล็อตระหว่างระยะน้ำลดเทียบกับเวลากับกราฟมาตรฐาน เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่าน (T) สัมประสิทธิ์การซึมซาบ (K) และสัมประสิทธิ์การ

กักเก็บ (S) โดยค่าที่ได้ คือ 1.35×10 ตร.ม./วัน, 2.69×10^{-1} ม./วัน และ 3.41×10^{-3} ตามลำดับ ค่าเหล่านี้จะนำไปคำนวณหาปริมาณน้ำต้นทุนของแหล่งน้ำบาดาล

คุณภาพน้ำบาดาล

ข้อมูลการเจาะบ่อบาดาลของสำนักทรัพยากรน้ำบาดาลเขต 4 ขอนแก่น ทั้งหมด 8 บ่อ โดยมีการพัฒนาบ่อบาดาลในชั้นหินให้น้ำระดับลึกในกรวดทราย (ที่ระดับความลึก 102-138 ม.) บ่อ W1 ถึง W5 เป็นบ่อพุ มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ตั้งแต่ 5.35 ถึง 6.17 และค่าการนำไฟฟ้าตั้งแต่ 98.8 ถึง 622 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร มีรสจืด ปริมาณน้ำตั้งแต่ 10 ถึง 35 ลบ.ม./ชม. นอกจากนี้ตัวอย่างน้ำบาดาลทั้งหมด 16 ตัวอย่าง เก็บจากบ่อบาดาลที่เจาะโดยสำนักทรัพยากรน้ำบาดาลเขต 4 ขอนแก่น บ้านนายม บ้านแห้วคำ บ้านหนองบัวน้อย บ้านโคกใหม่ และบ้านดงช้า เก็บในเดือนธันวาคม 2553 และนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี เช่นค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้าและอนุมูลหลัก คุณภาพน้ำบาดาลชั้นหินให้น้ำเนินดงช้า ส่วนใหญ่เป็นน้ำจืด ส่วนหมู่บ้านรอบเนินเป็นน้ำกร่อย เช่นบ้านโคกใหม่ ซึ่งเป็นที่ลุ่ม ชั้นหินให้น้ำยังลึกยังมีสนิมเหล็กมาก (3.6-5.6 มก./ล.) ดังนั้นชั้นหินให้น้ำชั้นบนจะเหมาะในการบริโภคมากกว่า แต่ต้องกำจัดสนิมเหล็กด้วยส่วนขอบด้วยทิศตะวันตกเฉียงใต้จะให้น้ำกร่อยถึงเค็ม (ถ้าลึก) เพราะรองรับด้วยหมวดหินมหาสารคาม ส่วนขอบด้านตะวันออกเฉียงเหนือเป็นชั้นหินให้น้ำในรอยแตกของหินทรายแข็งของหมวดหินโคกกรวด ให้น้ำจืด แต่ปริมาณน้ำไม่มากขึ้นอยู่กับรอยแตก

จากการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของน้ำบาดาล พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง ตั้งแต่ 4.8 ถึง 7.6 และ ค่าการนำไฟฟ้า ตั้งแต่ 60 ถึง 1,400 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร เฉลี่ย 800 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร นอกจากนี้ ยังได้นำข้อมูลมาแสดงใน Schoeller diagram บ่งบอกอนุมูลหลักที่เด่นในน้ำบาดาล สามารถใช้แบ่งประเภทของน้ำเป็น Ca-HCO_3 , Ca-Na-HCO_3 และ Na-Cl ส่วนการจำแนกน้ำเพื่อการเกษตรกรรมโดย Wilcox diagram ที่ใช้ค่าการนำไฟฟ้ากับอัตราส่วนของการดูดซับอนุมูลไฮเดียม พบว่าน้ำส่วนใหญ่เหมาะสำหรับใช้ในการเกษตรกรรม ยกเว้นบ่อ KMHP1 บ้านโคกใหม่ที่เจาะในน้ำเค็ม (รูปที่ 5) จากนี้ยังได้ใช้วิธีการวิเคราะห์จัดกลุ่ม (Cluster analysis) ชุดลักษณะของน้ำบาดาล โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ Ca-Na-HCO_3 , $\text{Na-Ca-HCO}_3\text{-Cl}$ และ Na-Cl และการใช้แผนภาพของไปเปอร์มาแบ่งน้ำบาดาลในพื้นที่รับน้ำและจ่ายน้ำ ซึ่งสามารถลากทิศทางการไหลของน้ำบาดาล (รูปที่ 6)

การคำนวณปริมาณน้ำต้นทุนและปริมาณน้ำเพิ่มเติมในชั้นหินให้น้ำ

ปริมาณน้ำต้นทุนของชั้นหินให้น้ำเป็นน้ำที่เก็บกักอยู่ในรูพรุนของวัสดุที่ประกอบกันเป็นชั้นหินให้น้ำ สามารถคำนวณได้จากสมการ (2)

$$\text{ปริมาณน้ำต้นทุนของชั้นหินให้น้ำ} = \text{พื้นที่แผ่ขยายชั้นหินให้น้ำ} \times \text{ความหนาเฉลี่ย} \times \text{สปส.การกักเก็บ} \quad \dots(2)$$

เมื่อ

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่แผ่ขยายชั้นหินให้น้ำ} &= 100 \times 10^6 \text{ ตารางเมตร} \\ \text{ความหนาเฉลี่ยชั้นหินให้น้ำ} &= 55 \text{ เมตร} \\ \text{สปส.การกักเก็บ} &= 0.0034 \end{aligned}$$

ดังนั้น

$$\text{ปริมาณน้ำต้นทุนของชั้นหินให้น้ำ} = 100 \times 10^6 \times 55 \times 0.0034 = 18.7 \times 10^6 \text{ ลบ. ม.}$$

ปริมาณน้ำเพิ่มเติมในชั้นหินให้น้ำ เป็นการหาปริมาณน้ำที่เพิ่มเติมสู่ชั้นหินให้น้ำจากน้ำฝนเป็นหลัก ซึ่งต้องอาศัยข้อมูลอุตุนิยมวิทยา คือปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ หรือพื้นที่ใกล้เคียง โดยจากการศึกษาน้ำฝนที่เพิ่มเติมในชั้นหินให้น้ำจะอยู่ระหว่างร้อยละ 4 ถึง 10 ของปริมาณฝนทั้งปี ในการศึกษาที่ใช้ค่าเฉลี่ยคือร้อยละ 7 ของปริมาณฝนทั้งปี การคำนวณปริมาณน้ำเพิ่มเติมในชั้นหินให้น้ำ สามารถหาได้จากสมการ (3)

$$\text{ปริมาณน้ำเพิ่มเติมในชั้นหินให้น้ำ} = \text{พื้นที่รับน้ำ} \times \text{น้ำฝนที่เพิ่มเติม} \times \text{ร้อยละ 7 ของปริมาณฝนทั้งปี} \quad \dots\dots(3)$$

เมื่อ

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่รับน้ำ} &= 40 \times 10^6 \text{ ตารางเมตร} \\ \text{ปริมาณฝนทั้งปี} &= 1,120 \text{ มม. น้ำฝนที่เพิ่มเติม} \\ \text{ร้อยละ 7 ของปริมาณฝนทั้งปี} &= 78.4 \text{ มม.} \\ &\text{หรือ } 0.0784 \text{ เมตร} \end{aligned}$$

ดังนั้น

$$\text{ปริมาณน้ำเพิ่มเติมในชั้นหินให้น้ำ} = 40 \times 10^6 (0.0784) = 3.136 \times 10^6 \text{ ลบ.ม.}$$

สรุปปริมาณน้ำต้นทุนในชั้นหินให้น้ำในพื้นที่ศึกษา 18.7×10^6 ลบ.ม. (สิบแปดล้านเจ็ดแสนลูกบาศก์เมตร) และปริมาณน้ำเพิ่มเติมในชั้นหินให้น้ำ 3.136×10^6 ลบ.ม. (สามล้านหนึ่งแสนสามหมื่นหกพันลูกบาศก์เมตร) เพื่อความสมดุลของการสูบน้ำบาดาลไม่ให้เกิดวิกฤต หรือมีปัญหาการแทรกซึมของน้ำเค็ม ในพื้นที่ศึกษาสามารถสูบน้ำขึ้นมาใช้ได้ ปริมาณ 3- 5 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี

สรุปผลการศึกษาวิจัย

จากผลการศึกษาพบว่าน้ำฝนเป็นแหล่งสำคัญที่เพิ่มเติมน้ำแก่ชั้นหินให้น้ำ และน้ำบาดาลจะจ่ายน้ำแก่ลำห้วยที่กั้นเขาตามแนวแตกของหิน ซึ่งเป็นระบบการไหลที่ไม่ซับซ้อนและเป็นการไหลเฉพาะถิ่น นอกจากนี้ยังศึกษาความเชื่อมโยงและความต่อเนื่องการแผ่ขยายของชั้นหินให้น้ำเท่าที่มีข้อมูลสามารถวิเคราะห์การไหลของน้ำบาดาลในระดับต้นและระดับลึก จากปริมาณน้ำบาดาลที่มีอยู่มากและคุณภาพน้ำที่ดีสามารถนำมาใช้เพื่อการเกษตรกรรมได้อย่างเพียงพอ ส่วนการใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคต้องกำจัดเหล็กที่ละลายอยู่ในน้ำเป็นจำนวนมากออกก่อน

การศึกษาต่อไปต้องวิเคราะห์ไอโซโทปในน้ำบาดาลแต่ละชั้น เพื่อให้ทราบว่าชั้นน้ำบาดาลมีอายุเท่าใด และเพื่อการใช้ น้ำบาดาลอย่างยั่งยืน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำแบบบูรณาการ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

บรรณานุกรม

1. กรมทรัพยากรน้ำ. โครงการจัดทำแผนรวม การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำชี รายงานลุ่มน้ำสาขาห้วยสายบาตร (รหัสลุ่มน้ำสาขา 0415). กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม; 2549.
2. เต็นโชค มั่นใจ. การวิเคราะห์สภาพกำเนิดหมวดหินภูทอกกับหน่วยหินตะกอนชั้นบนของหมวดหินมหาสารคาม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีธรณี บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2549.
3. สมชัย วงศ์สวัสดิ์ และคณะ. แหล่งน้ำบาดาลและวิธีการใช้แผนที่น้ำบาดาล จังหวัดขอนแก่น โครงการสนับสนุนการพัฒนาแหล่งน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ภายใต้ความร่วมมือไทย-ออสเตรเลีย). กรุงเทพฯ: กองน้ำบาดาลกรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม; 2533.
4. Australian Water Resources Council, 1976. Review of Australia's Water Resources 1975. AGPS Canberra, for the Department of National Resources.
5. Taylor, S. 1993. Dryland Salinity: Introductory Extension Notes, 2 nd, Department of Conservation and Land Management.

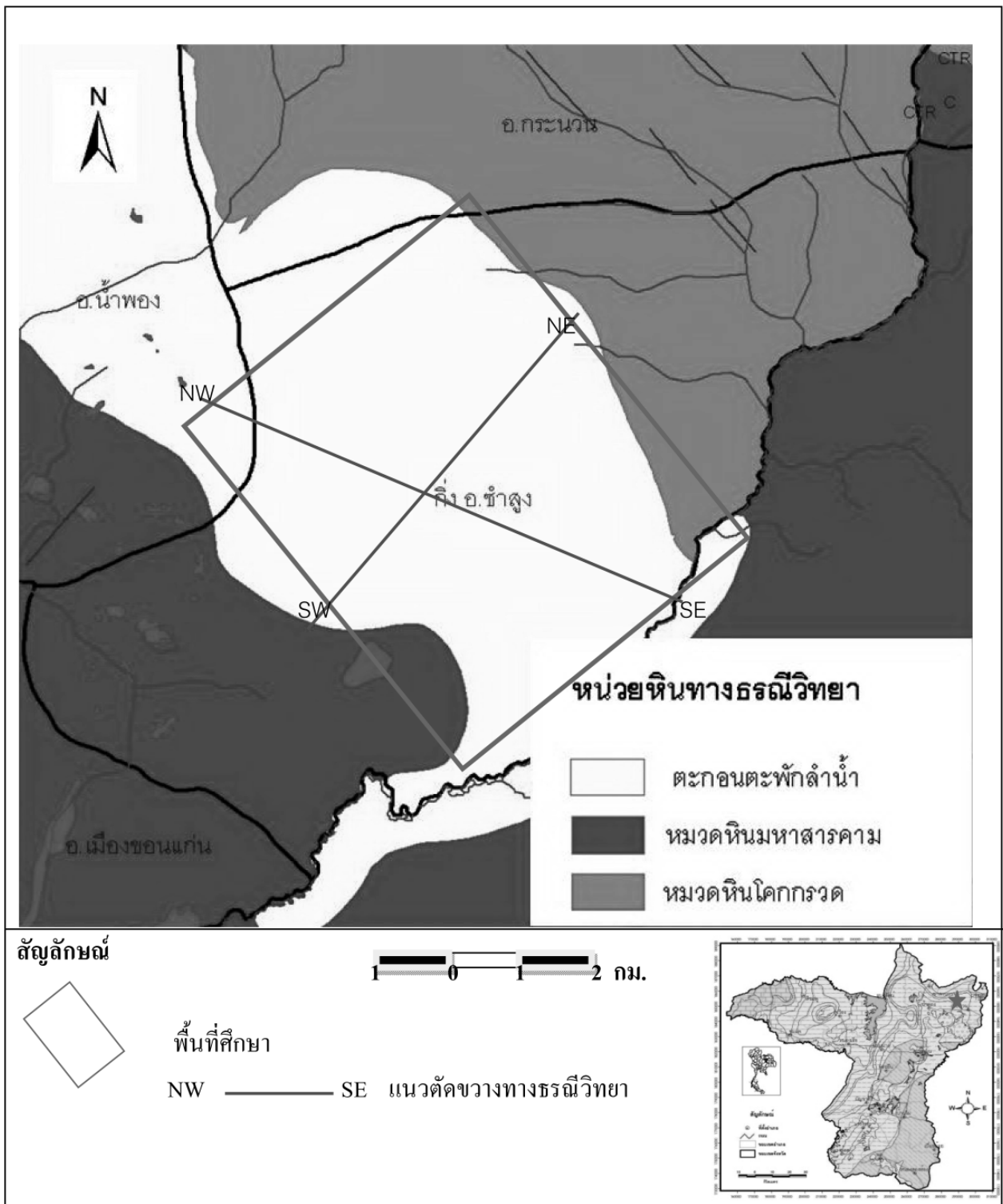


Figure 2 Geological map and cross section lines

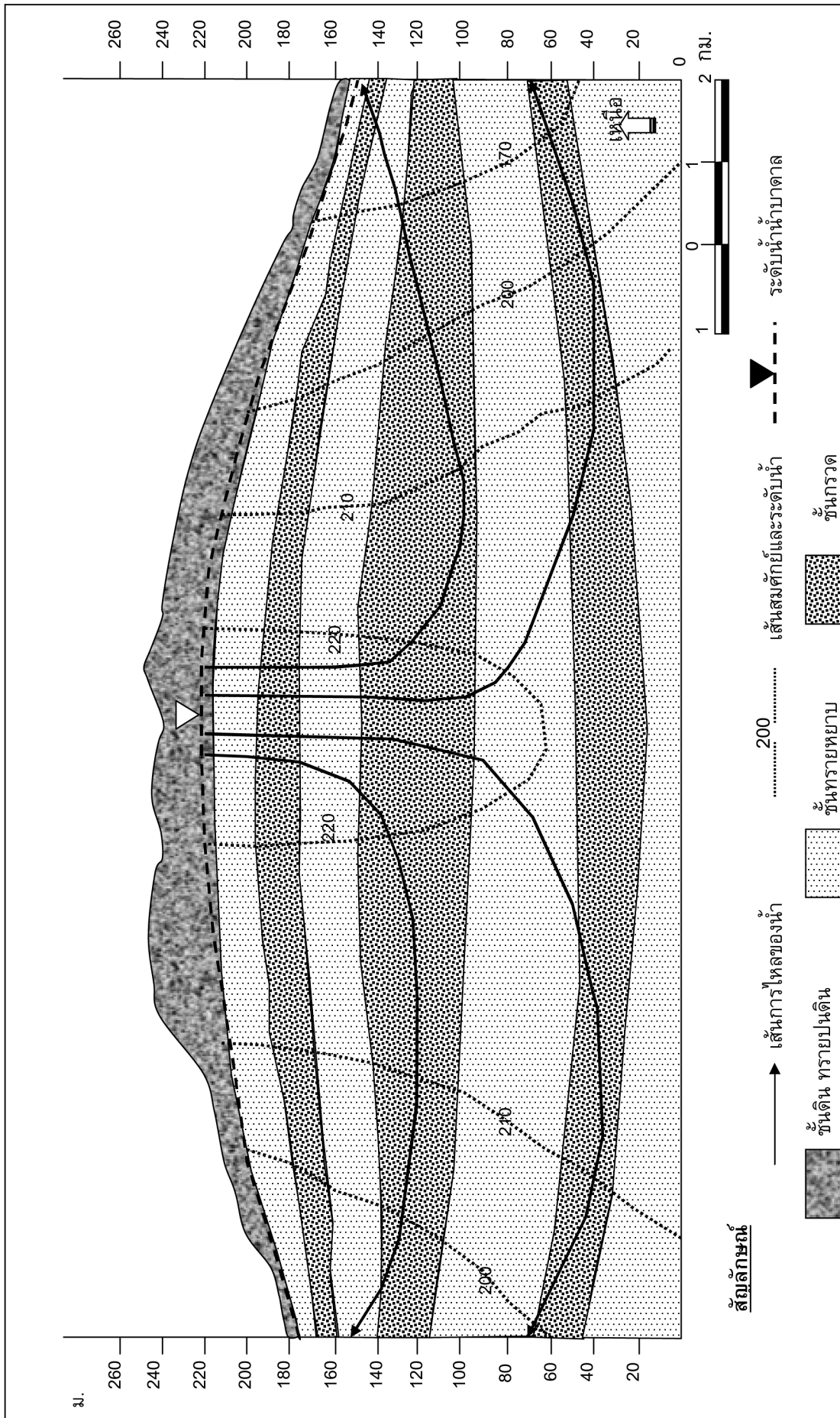


Figure 4 Conceptual hydrogeologic model showing aquifer flow lines and equipotential lines

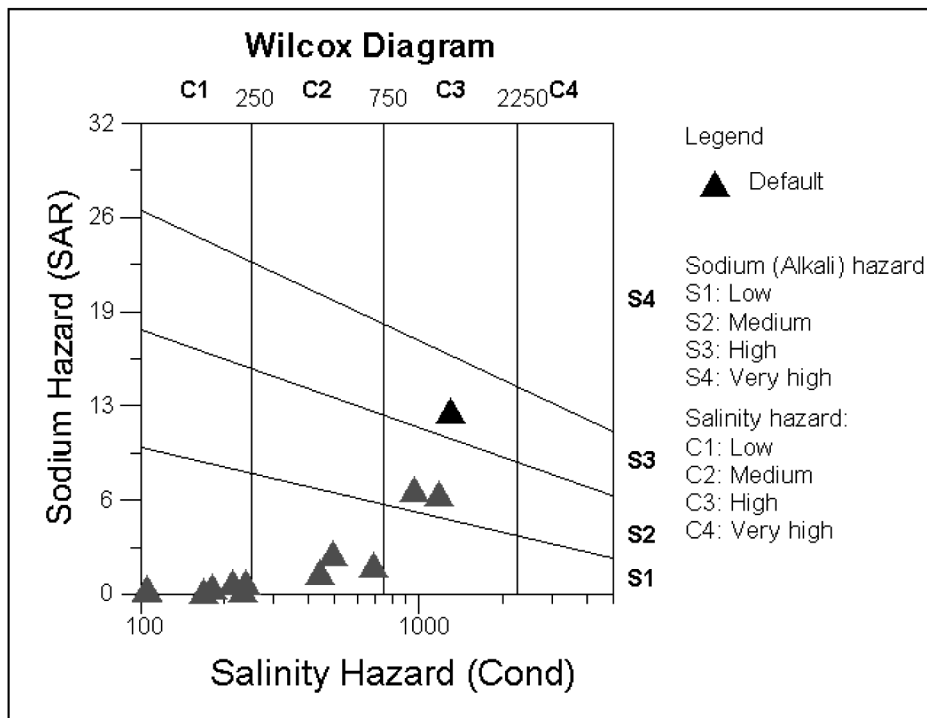


Figure 5 Wilcox diagram Ground water property for irrigation

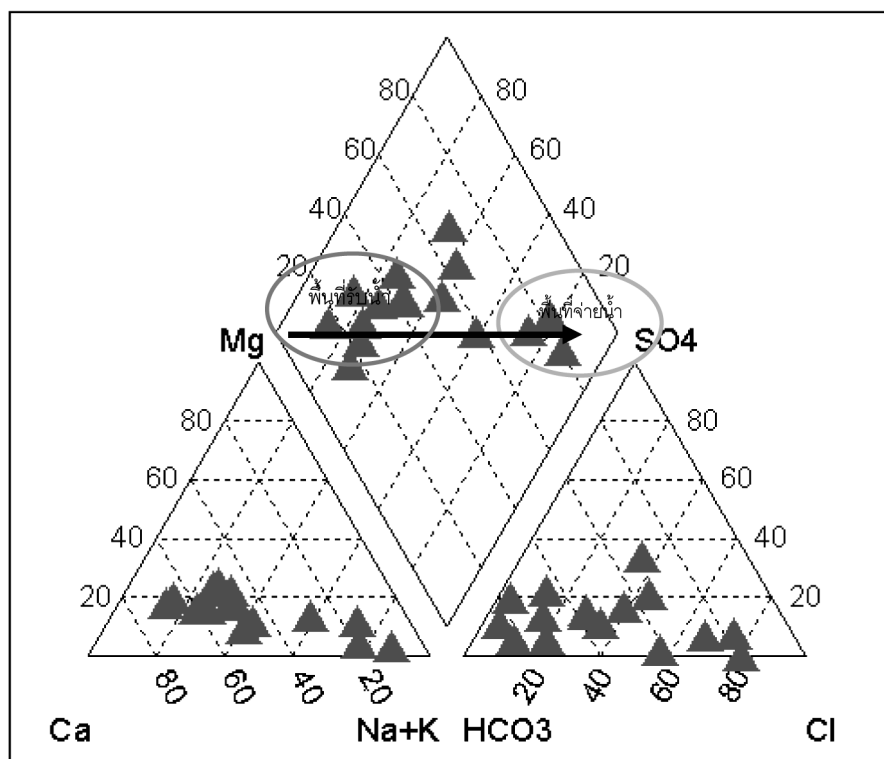


Figure 6 Piper diagram showing hydrochemical facies and flow direction.

การตรวจจับรถยนต์

Car Detection

สำรวน เวียงสมุทร¹

Samruan Wiengsamotha¹

Received : 8 January 2013; Accepted : 28 March 2013

บทคัดย่อ

ในบทความนี้ได้นำเสนอแนวคิดในการตรวจจับรถยนต์ด้วยการประมวลผลภาพที่บันทึกจากด้านหน้าของรถยนต์จากที่สูง เพื่อนำผลที่ได้สามารถนำไปใช้ในการประเมินจำนวนรถยนต์และ นำไปสู่การควบคุมสัญญาณไฟจราจรด้วยการประมวลผลภาพต่อไป ขั้นตอนในงานวิจัยเริ่มจากการปรับภาพโหมดสีจาก RGB เป็นโหมดสีระดับเทาแล้วหาเส้นขอบของภาพด้วยขั้นตอนวิธีแบบโซเบลและปรับปรุงเส้นขอบที่ได้ให้สมบูรณ์ จากนั้นทำการค้นหาขอบเขตที่สนใจและสุ่มจุดภาพของเส้นขอบเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับจุดภาพของรถยนต์ต้นแบบด้วยหลักการเซพคอนเท็กซ์เพื่อยืนยันรถยนต์ จากผลการทดลองตรวจจับรถยนต์พบว่าได้ค่าความแม่นยำเฉลี่ยเท่ากับ 0.75 และค่าความผิดพลาดเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 0.06 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับที่ดี

คำสำคัญ: การตรวจจับรถยนต์ เซพคอนเท็กซ์

Abstract

This paper proposes a technique to detect cars using image processing where recordings are placed in front of the car in a high location. The obtained results can be used to estimate the number of cars, and lead to control of traffic lights. In the first step we adjust an image from RGB to the gray scale mode. In the next step, we show and find the edge detection of the pictures with the Sobel algorithm and improve the clarity of the picture. After that, we search an area of interest with random pixels to compare with the pixels of the template of the car by using shape context to verify the cars. From these experiments, we have shown that the average accuracy of 0.75 the average of error was 0.06; which is considered to be a great level.

Keyword: Car detection, Shape context.

บทนำ

ในสภาวะปัจจุบันปริมาณรถยนต์ที่ขับขึ้นถนนมีจำนวนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในทุกๆ ปี และมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นอีกเป็นจำนวนหลายเท่าในอนาคต จนทำให้ การจราจรที่ติดขัด แออัดหรืออาจจะไม่สามารถเดินทางด้วยรถยนต์ได้เลยในบางเวลา เช่น ช่วงเวลาเร่งด่วน ช่วงเทศกาลประเพณีสำคัญและ ช่วงเทศกาลวันหยุดยาว เป็นต้น การวางแผนในการแก้ไขปัญหาการจราจรในอนาคตจะต้องอาศัยความรู้ในหลากหลายสาขาเข้ามาบูรณาการเพื่อให้อาจสามารถควบคุม จำนวนรถ การปฏิบัติตามกฎจราจร และการควบคุมสัญญาณไฟจราจร เป็นต้น

การควบคุมการจราจรบนทางแยกเป็นอีกวิธีการหนึ่งซึ่งช่วยในการขับที่สะดวกสบายและปลอดภัย ซึ่งในอดีตจะมีเจ้าหน้าที่ในการควบคุม ต่อมามีการใช้สัญญาณไฟจราจร

ซึ่งมีลักษณะเป็นการตั้งเวลาเปิด-ปิด ไฟเขียวหรือไฟแดง แต่อย่างไรก็ตามในช่วงเวลาเร่งด่วน แทนที่สัญญาณไฟจราจรจะช่วยอำนวยความสะดวก แต่กลับทำให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดได้ เช่น เส้นทางที่ไม่มีรถผ่านเปิดสัญญาณไฟเขียว แต่เส้นทางที่มีรถผ่านจำนวนมากกลับเปิดสัญญาณไฟแดง เป็นต้น จนทำให้บางครั้งต้องมีเจ้าหน้าที่จราจรมาคอยควบคุมการจราจรแทนสัญญาณไฟจราจรอีกที

ปัจจุบันมีงานวิจัยจำนวนมากพยายามศึกษาการควบคุมสัญญาณไฟจราจรโดยอัตโนมัติ¹⁻⁵ เพื่อควบคุมการจราจรให้เป็นไปอย่างราบรื่นและ ปลอดภัย โดยพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ เช่น ทางแยกข้างเคียง เวลา สถานการณ์ และปริมาณรถยนต์ เป็นต้น จากปัจจัยต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้น ปริมาณรถยนต์ถือเป็นปัจจัยที่สำคัญมากที่สุดอีกอย่างหนึ่งใน

¹ อาจารย์, สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150

¹ Lecturer, Division of Computer Science, Faculty of Informatics Mahasarakham University, Kantharawichai District. Maha Sarakham 44150, Thailand.

การพิจารณาการควบคุมสัญญาณไฟจราจร กล่าวคือ ณ เวลาใด เส้นทางใดมีปริมาณรถมากก็ควรที่จะเปิดสัญญาณไฟเขียวนาน ถ้ามีน้อยก็ควรที่จะเปิดสัญญาณไฟเขียวไม่นานหรือ ไม่มีก็ควรที่จะเปิดไฟแดง เป็นต้น จากการศึกษางานวิจัยการตรวจจับรถยนต์⁶⁻²⁰ พบว่าการตรวจจับรถด้วยการประมวลผลภาพ^{6, 7, 11, 13-15, 18} สามารถนำมาพิจารณาปริมาณรถยนต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ แต่ยังไม่เหมาะสำหรับการนำไปประยุกต์กับการควบคุมสัญญาณไฟจราจร

ดังนั้นบทความนี้จึงนำเสนอการตรวจจับรถยนต์ด้วยการประมวลผลภาพ โดยมีสมมติฐานว่าถ้าใช้เทคโนโลยีด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ในการประมวลผลภาพของถนนจากมุมมองเพื่อระบุรถยนต์ จะทำให้สามารถประเมินจำนวนรถยนต์ได้ เพื่อนำไปสู่การประเมินสภาพการจราจรและการควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบอัตโนมัติบนทางแยกได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตรวจจับรถยนต์⁶⁻²⁰ และการเปรียบเทียบรูปร่าง²¹⁻²⁴ ในบทความนี้จึงประยุกต์ใช้วิธีการประมวลผลภาพ ร่วมกับหลักการเซพคอนเท็กซ์ (Shape context) เพื่อยืนยันผลการตรวจจับรถยนต์ เพราะจากการศึกษา²¹⁻²⁴ พบว่า เซพคอนเท็กซ์เป็นหลักการที่มีประสิทธิภาพในการเปรียบเทียบรูปร่างได้ดีทั้งรูปร่างที่มีขนาดเท่ากันหรือต่างกัน การหมุนในมุมต่าง ๆ เป็นต้น

ดังนั้นในบทความนี้จึงนำเสนอการประยุกต์ใช้หลักการประมวลผลภาพร่วมกับการเปรียบเทียบรูปร่างด้วยเซพคอนเท็กซ์ โดยมีขั้นตอนดัง Figure 1 และมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

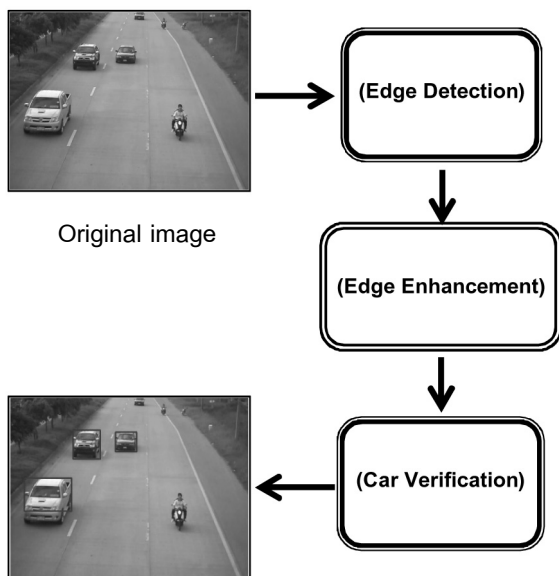


Figure 1 proposed car detection

1. การหาเส้นขอบ (Edge detection)

ปกติแล้วภาพถ่ายดิจิทัลทั่วไปจะเป็นภาพในโหมดสีแบบ RGB (Red Green Blue : RGB) ซึ่งจะทำให้การประมวลผลภาพใช้เวลาและสิ้นเปลืองหน่วยความจำมาก ดังนั้นในบทความนี้จึงได้ปรับโหมดสีจาก RGB ให้อยู่ในโหมดสีระดับเทา (Gray scale) ขนาด 8 บิต ซึ่งจะทำให้การประมวลผลใช้เวลาและหน่วยความจำน้อยลง ดังสมการ (1) และผลการปรับแสดงดัง Figure 2

$$Gr_{(i,j)} = 0.2989R_{(i,j)} + 0.5870G_{(i,j)} + 0.1140B_{(i,j)} \quad (1)$$

- เมื่อ
- Gr⁽ⁱ⁾ คือ ค่าสีระดับเทาที่จุดภาพ i,j
 - R⁽ⁱ⁾ คือ ค่าสีแดง ในโหมด RGB ที่จุดภาพ i,j
 - G⁽ⁱ⁾ คือ ค่าสีเขียว ในโหมด RGB ที่จุดภาพ i,j
 - B⁽ⁱ⁾ คือ ค่าสีน้ำเงิน ในโหมด RGB ที่จุดภาพ i,j



a. RGB image b. Gray scale image

Figure 2 RGB to Gray scale

- a. RGB image
- b. Gray scale image

หลังจากได้ภาพในระดับสีเทาแล้วในงานวิจัยได้ทำการหาเส้นขอบของภาพ (Edge detection) โดยการหาเส้นขอบเป็นการลดมิติข้อมูลให้น้อยลง ทำให้ได้เฉพาะส่วนของภาพที่สนใจ และทำให้การประมวลผลภาพในขั้นตอนถัดไปรวดเร็วขึ้น โดยการหาเส้นขอบเป็นการสกัดเอาข้อมูลภาพเฉพาะส่วนที่มีค่าความแตกต่างของค่าแสงที่แตกต่างกันซึ่งในบทความนี้ใช้การหาเส้นขอบด้วยขั้นตอนวิธีแบบโซเบล (Sobel)²⁵ ซึ่งผลการหาเส้นขอบแสดงดัง Figure 3



a. Gray scale image b. Edge of gray scale image

Figure 3 Edge detection

- a. Gray scale image
- b. Edge of gray scale image

2. การปรับแต่งเส้นขอบ (Edge Enhancement)

การหาเส้นขอบด้วยขั้นตอนวิธีแบบโซเบล เป็นการคัดกรองเฉพาะส่วนของจุดภาพที่มีความแตกต่างกันของระดับแสง ดังนั้นจึงอาจจะทำให้เส้นขอบที่ได้ไม่สมบูรณ์ ซึ่งหมายความว่าเส้นขอบรูปร่างของวัตถุที่อยู่ในภาพขาดหายไปอาจจะส่งผลทำให้กระบวนการเปรียบเทียบรูปร่างเกิดความผิดพลาดได้ ในบทความที่น่าเสนอจึงได้ปรับแต่งเส้นขอบให้มีความสมบูรณ์มากขึ้นด้วยการตรวจสอบจุดภาพรอบข้างทั้ง 8 ทิศทางว่า ณ จุดภาพปัจจุบัน (Edge Enhancement : EdgEnh) เป็นเส้นขอบที่ขาดหายไปหรือไม่โดยใช้วิธีการดังสมการ (2) และผลการปรับแต่งเส้นขอบแสดงดัง Figure 4

$$Edg_{Enh} = \begin{cases} 1 & \text{if } LT \parallel T \parallel RT \parallel L \parallel R \parallel LB \parallel B \parallel RB = 1 \\ 0 & \text{Otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

เมื่อกำหนดให้

- LT คือ จุดรอบข้างตำแหน่งซ้ายบน
- T คือ จุดรอบข้างตำแหน่งบน
- RT คือ จุดรอบข้างตำแหน่งขวาบน
- L คือ จุดรอบข้างตำแหน่งซ้าย
- R คือ จุดรอบข้างตำแหน่งขวา
- LB คือ จุดรอบข้างตำแหน่งซ้ายล่าง
- B คือ จุดรอบข้างตำแหน่งล่าง
- RB คือ จุดรอบข้างตำแหน่งขวาล่าง



Figure 4 Edge enhancement

- a. Edge of image (from Figure 3(b))
- b. Edge enhancement of Edge if image

3. การยืนยันรถยนต์ (Car verification)

ขั้นตอนการยืนยันรถยนต์เป็นขั้นตอนการตรวจสอบเพื่อเปรียบเทียบและประเมินความคล้ายคลึงระหว่างรถยนต์ต้นแบบ แสดงดัง Figure 5 และขอบเขตที่สนใจ (ซึ่งหมายถึงเส้นขอบที่ปรับแต่งแล้ว) เพื่อทำการยืนยันขอบเขต

ที่น่าสนใจว่าเป็นรถยนต์หรือไม่ โดยการนำจุดภาพที่ได้จากการสุ่มเส้นขอบของรถยนต์ต้นแบบและขอบเขตที่สนใจเปรียบเทียบความคล้ายคลึงด้วย เซพคอนเท็กซ์ โดยมีรายละเอียดดังนี้



Figure 5 Car template

- a. Image of car template
- b. Edge of car template

3.1 การทำ log polar เป็นขั้นตอนการเตรียมข้อมูลเพื่อทำการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงด้วยเซพคอนเท็กซ์ โดยสร้างต้นแบบ (Template) เพื่อครอบคลุมจุดภาพที่ได้จากการสุ่มจุดภาพของรถยนต์ต้นแบบและจุดภาพของขอบเขตที่สนใจในทุกๆ จุดโดยต้นแบบจะเป็นลักษณะของช่องวงกลมซึ่งในบทความที่น่าเสนอนี้ใช้ทั้งหมด 5 วง แต่ละวงแบ่งออกเป็น 12 ส่วนๆ ละ 30 องศา แสดงดัง Figure 6

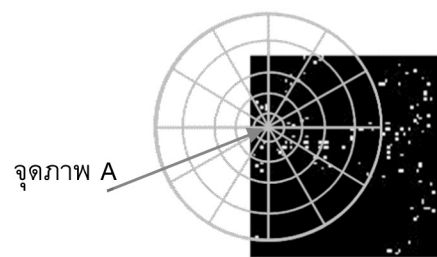


Figure 6 Log polar

การทำ Log polar จาก Figure 6 เพื่อใช้ในการนับจำนวนจุดภาพที่อยู่ในแต่ละช่องของ log polar ซึ่งมีทั้งหมด 60 ช่อง (5 วง x 12 ช่อง) ซึ่งจะได้ข้อมูลของแต่ละจุด โดยวงที่ 1 นับจากวงในสุดมาข้างนอก และช่องที่ 1 นับจากองศาที่ 0 มาองศาที่ 360 (ตามเข็มนาฬิกา) จากภาพจะได้ข้อมูลของจุด A ดัง Figure 7

วงที่	ช่องที่											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	0	0	4	0	2	1	5	1	1	0	0
3	0	0	0	3	0	1	6	0	0	3	0	0
4	0	0	0	1	3	0	7	3	0	0	0	0
5	0	0	0	0	1	1	5	0	0	1	0	0

Figure 7 Example of Log polar from Figure 5

จาก Figure 7 เป็นการทำการหาค่า Log polar ของจุดภาพ A ใน Figure 6 ถ้าขั้นตอนการสุ่มจุดภาพของเส้นขอบของขอบเขตที่สนใจ 100 จุด ดังนั้นจะได้ข้อมูลดัง Figure 7 ทั้งหมด 100 ชุด

3.2 การพิจารณาความคล้ายคลึงของจุดภาพในบทความนี้ใช้การประเมินความคล้ายคลึงกันของจุดภาพด้วยเซพคอนเท็กซ์ โดยถ้ากำหนดให้ p_i เป็นกลุ่มของจุดที่อยู่บนรูปร่างที่หนึ่งซึ่งในบทความนี้ก็คือจุดภาพที่สุ่มจากเส้นขอบของรถยนต์ต้นแบบ และ q_j เป็นกลุ่มของจุดที่อยู่บนรูปร่างที่สองซึ่งในบทความนี้คือจุดภาพที่สุ่มจากขอบเขตที่สนใจจากภาพ และให้ $c_{ij} = c(p_i, q_j)$ แทนด้วยระยะห่างของสองจุดที่ได้จากการเปรียบเทียบความเหมือน ดังนั้นสามารถคำนวณความเหมือนของเซพคอนเท็กซ์ของสองจุดได้ด้วยการประเมินตามปกติด้วยหลักสถิติ (χ^2) ดังสมการ (3)^{21, 22}

$$c_{ij} = \frac{1}{2} \sum \frac{[h_i(k) - h_j(k)]^2}{h_i(k) + h_j(k)} \quad (3)$$

เมื่อกำหนดให้

$h_i(k)$ คือ ค่าที่ปรับแต่ง (Normalized) ฮิสโทแกรมของช่อง (bin) ที่ k ที่จุด p_i

$h_j(k)$ คือ ค่าที่ปรับแต่ง (Normalized) ฮิสโทแกรมของช่อง (bin) ที่ k ที่จุด q_j

ในการพิจารณาความเหมือนของจุดจะทำการคำนวณทุกๆ จุดระหว่างรูปร่างที่หนึ่งและที่สองเพื่อหาค่าต่ำสุด ซึ่งจะบ่งบอกว่าจุดภาพในรูปร่างที่หนึ่งมีความคล้ายกับจุดใดในรูปร่างที่สองแบบจุดต่อจุด แล้วจับคู่ระหว่างจุดของรูปร่างทั้งสอง แสดงดัง Figure 8

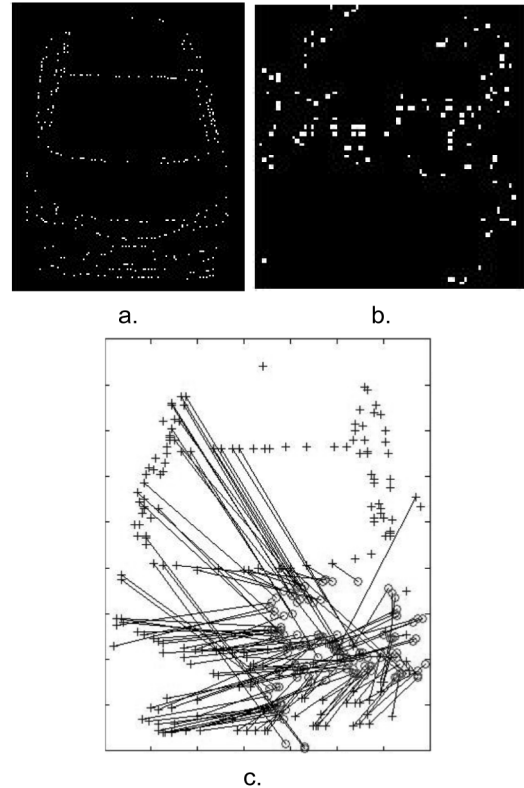


Figure 8 Matching by shape context
 a. Sample edge of car template
 b. Sample edge of interest picture
 c. Result of matching in (a.) and (b.)

3.3 การประเมินความเหมือนของรูปร่าง

การประเมินค่าความเหมือนของรูปร่างเป็นขั้นตอนสุดท้ายที่จะพิจารณาว่ารูปร่างที่เราสนใจเป็นรูปร่างของรถหรือไม่ ซึ่งในบทความที่นำเสนอนี้ใช้การประเมินแบบ Thin Plate Spline (TPS)²² โดยความเหมือนระหว่างรูปร่าง P และ Q ประเมินได้จากค่าผลรวมที่ดีที่สุดของจุดในเซพคอนเท็กซ์ ดังสมการ (4)

$$D_{sc} = \frac{1}{n} \sum_{p \in P} \arg \min_{q \in Q} c(p, T(q)) + \frac{1}{m} \sum_{q \in Q} \arg \min_{p \in P} c(p, T(q)) \quad (4)$$

$T(\cdot)$ แทนด้วยการประเมินค่าแบบ TPS โดยคำนวณได้จากสมการ (5) และ (6)

$$T(x, y) = (f_x(x, y), f_y(x, y)) \quad (5)$$

$$f(x, y) = a_1 + a_x x + a_y y + \sum_{i=1}^n w_i U(\|(x_i, y_i) - (x, y)\|) \quad (6)$$

โดยรายละเอียดแสดงในงานวิจัยของ Belongie และคณะ²²

การประเมินความเหมือนของรูปร่างระหว่างรถยนต์ต้นแบบและขอบเขตที่สนใจ ใช้ค่าการประเมินความคล้ายคลึงของรูปร่างที่ได้ กับค่าตัดแบ่ง (Threshold) จากการทดลองปรับค่าตัดแบ่งเป็น 0.5, 0.6, 0.7, 0.8 และ 0.9 พบว่าค่าที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพดีที่สุดคือ 0.7 ดังนั้นบทความนี้จึงนำเสนอผลการทดลองที่ค่าตัดแบ่งเท่ากับ 0.7 แล้วทำการตีกรอบขอบเขตที่ประเมินว่าจะเป็นรถยนต์ ดังแสดงใน Figure 9



Figure 9 Result of car detection
 a. Original image
 b. Result of detection

3.4 ข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง

ข้อมูลที่ใช้ทดลองในบทความที่นำเสนอนี้เป็นภาพถ่ายดิจิทัลในโหมดสีแบบ RGB ที่มีขนาดภาพแตกต่างกัน ตั้งแต่ขนาด 600 x 337 ถึง 764 x 536 จุดภาพ (Pixel) ความละเอียด 24 บิต การบีบอัดแบบ JPG เป็นภาพถ่ายบนถนนที่มีทั้งรถยนต์และรถจักรยานยนต์ จำนวนทั้งสิ้นรวม 100 ภาพ มีรถยนต์ทั้งหมดรวม 212 คัน ลักษณะของภาพที่ทดลองเป็นภาพที่มีพื้นหลังที่ไม่แน่นอน มีทั้งรถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล รถยนต์บรรทุก และ รถยนต์โดยสาร เป็นต้น แสดงดัง Figure 10



Figure 10 Car image base on experimental

3.5 การวัดประสิทธิภาพ

การประเมินประสิทธิภาพผลการตรวจจับรถยนต์ในบทความนี้ใช้การวัดจากจำนวนภาพรถยนต์ที่ตรวจจับได้เปรียบเทียบกับจำนวนรถยนต์ที่มีทั้งหมดที่ใช้ในการทดลองทุกๆ ภาพ เพื่อหาค่าประสิทธิภาพความถูกต้อง (Accuracy) ในการตรวจจับรถยนต์ (A_{CC}) ซึ่งถ้ามีประสิทธิภาพดีจะมีค่าเข้าใกล้หรือเท่ากับ 1 และค่าความผิดพลาด (False Positive Rate) ในการตรวจจับรถยนต์ (F_{PR}) ซึ่งถ้ามีค่าเข้าใกล้หรือเท่ากับ 0 แสดงว่ามีประสิทธิภาพดี โดยประเมิน จากสมการ (7) (8)²⁶

$$A_{CC} = \frac{TP + TN}{TF} \tag{7}$$

$$F_{PR} = \frac{FP}{FP + TN} \tag{8}$$

โดย

TP คือ จำนวนรถทั้งหมดที่ตรวจจับถูกต้อง

TN คือ ขอบเขตที่สนใจที่ไม่ใช่รถและผลการทดลองระบุว่าไม่ใช่

TF คือ จำนวนรถทั้งหมดรวมกับขอบเขตที่สนใจที่ระบุได้ทั้งหมด

FP คือ จำนวนรถทั้งหมดที่ตรวจจับผิดพลาด (ไม่ใช่รถแต่ผลการทดลองระบุว่าเป็นรถ)

ผลการศึกษา

ผลการทดลองตรวจจับรถยนต์ด้วยการประมวลผลภาพดิจิทัล ด้วยหลักการที่นำเสนอในบทความสามารถแสดงผลดัง Figure 11

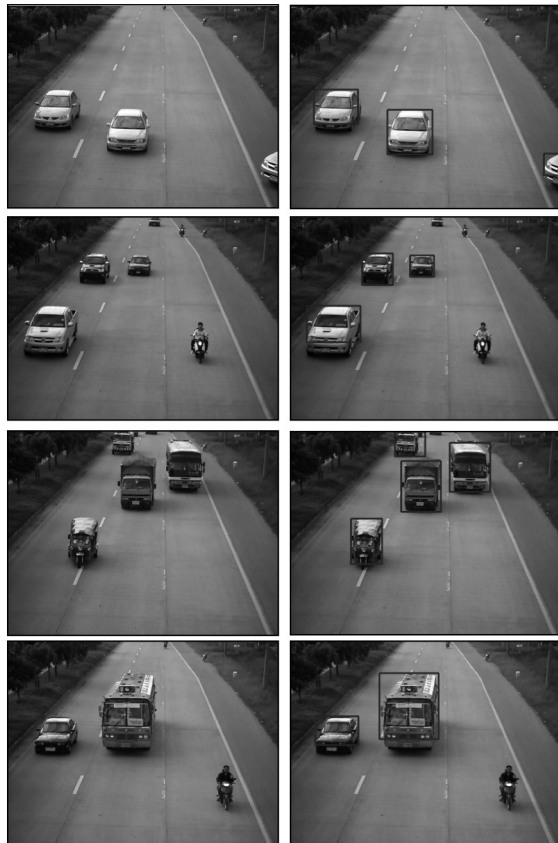


Figure 11 Experimental results

จากผลการตรวจจับรถยนต์ทั้งหมด 100 ภาพ สามารถแสดงผลดัง Table 1

Table 1 Experimental results of car detection

	Detectable	Undetectable	Total
Number of vehicles	116	96	212
Percent	54.72	45.28	100

การวัดประสิทธิภาพผลการทดลองเพื่อหาความถูกต้อง (A_{CC}) และความผิดพลาด (F_{PR}) โดยพิจารณาจากสมการ (7) (8) ได้ผลการทดลองดังแสดงใน Table 2

Table 2 Performance of propose car detection

TF	TP	FP	TN	A_{CC}	F_{PR}
447	116	16	219	0.75	0.06

วิจารณ์และสรุปผล

จากผลการทดลองพบว่า การตรวจจับรถยนต์จากภาพที่มีพื้นหลังไม่แน่นอนในบทความที่นำเสนอ สามารถตรวจจับรถยนต์ได้ทั้งรถยนต์บางส่วนบุคคล รถโดยสาร และรถบรรทุก แสดงดัง Figure 10 จากการทดลองทั้งหมด 100 ภาพ ซึ่งมีรถยนต์ทั้งหมด 212 คันพบว่าบทความที่นำเสนอสามารถตรวจจับรถยนต์ประเภทต่างๆ ได้ทั้งหมด 116 คัน คิดเป็นร้อยละ 54.72 ดัง Table 1 และเมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการตรวจจับรถยนต์ ที่นำเสนอในบทความด้วยสมการ (7) และ (8) ²⁶ ตาม Table 2 พบว่ามีประสิทธิภาพความถูกต้องที่ 0.75 และมีอัตราความผิดพลาดเพียง 0.06 เท่านั้น ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับที่ดี

จาก Table 1 จะพบว่าในบทความที่นำเสนอไม่สามารถตรวจจับรถยนต์จากภาพได้ทั้งหมด 96 คัน คิดเป็นร้อยละ 45.28 จากการวิเคราะห์พบว่า อาจเกิดจากภาพรถยนต์ต้นแบบที่นำมาใช้ในการเปรียบเทียบมีเพียง 1 ต้นแบบเท่านั้นจึงทำให้การตรวจจับรถยนต์ในชนิดต่างๆ มีประสิทธิภาพไม่ดีเท่าที่ควร แต่ก็มีข้อดี คือ ใช้เวลาและ หน่วยความจำในการประมวลผลและเปรียบเทียบน้อย

กิตติกรรมประกาศ

ได้รับการสนับสนุนจากเงินอุดหนุนงานวิจัยงบประมาณเงินรายได้ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ประจำปีงบประมาณ 2554

เอกสารอ้างอิง

1. El-Tantawy S, Abdulhai B, editors. An agent-based learning towards decentralized and coordinated traffic signal control. Intelligent Transportation Systems (ITSC), 2010 13th International IEEE Conference on; 2010 19-22 Sept. 2010.
2. Xiangjun C, Zhaoxia Y, editors. Intelligent Traffic Signal Control Approach Based on Fuzzy-Genetic Algorithm. Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, 2008 FSKD '08 Fifth International Conference on; 2008 18-20 Oct. 2008.
3. Srinivasan D, Min Chee C, Cheu RL. Neural Networks for Real-Time Traffic Signal Control. Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions on. 2006;7(3):261-72.
4. Zhenjiang L, Feng H, Qingming Y, Fei-Yue W, editors. Signal Controller Design for Agent-Based Traffic Control System. Networking, Sensing and Control,

- 2007 IEEE International Conference on; 2007 15-17 April 2007.
5. Deng LY, Tang NC, Dong-liang L, Chin Thin W, Ming Chih L, editors. Vision based adaptive traffic signal control system development. *Advanced Information Networking and Applications*, 2005 AINA 2005 19th International Conference on; 2005 28-30 March 2005.
 6. Tao Z, Nevatia R, editors. Car detection in low resolution aerial image. *Computer Vision*, 2001 ICCV 2001 Proceedings Eighth IEEE International Conference on; 2001 2001.
 7. Yamaguchi S, Itakura H, editors. A car detection system using the neocognitron. *Neural Networks*, 1991 1991 IEEE International Joint Conference on; 1991 18-21 Nov 1991.
 8. Zhenfeng Z, Hanqing L, Hu J, Uchimura K, editors. Car detection based on multi-cues integration. *Pattern Recognition*, 2004 ICPR 2004 Proceedings of the 17th International Conference on; 2004 23-26 Aug. 2004.
 9. Tivive FHC, Bouzerdoum A, editors. A car detection system based on hierarchical visual features. *Computational Intelligence for Multimedia Signal and Vision Processing*, 2009 CIMSVP '09 IEEE Symposium on; 2009 March 30 2009-April 2 2009.
 10. Zhang Y, Qin G-j, editors. Car detection using codebook and Directed Graphical Model. *Computer Application and System Modeling (ICCAS)*, 2010 International Conference on; 2010 22-24 Oct. 2010.
 11. Xingzhi C, Liqun G, editors. Car detection using Markov random fields on geometric features. *Decision and Control*, 2007 46th IEEE Conference on; 2007 12-14 Dec. 2007.
 12. Son TT, Mita S, editors. Car detection using multi-feature selection for varying poses. *Intelligent Vehicles Symposium*, 2009 IEEE; 2009 3-5 June 2009.
 13. Clady X, Collange F, Jurie F, Martinet P, editors. Cars detection and tracking with a vision sensor. *Intelligent Vehicles Symposium*, 2003 Proceedings IEEE; 2003 9-11 June 2003.
 14. Hinz S, editor. Detection and counting of cars in aerial images. *Image Processing*, 2003 ICIP 2003 Proceedings 2003 International Conference on; 2003 14-17 Sept. 2003.
 15. Tseng SP, Fong D, editors. A DSP based real-time front car detection driving assistant system. *SICE Annual Conference 2010, Proceedings of*; 2010 18-21 Aug. 2010.
 16. Wei Z, Luhong L, editors. Fast car detection using image strip features. *Computer Vision and Pattern Recognition*, 2009 CVPR 2009 IEEE Conference on; 2009 20-25 June 2009.
 17. Janssen H, Niehsen W, editors. Vehicle surround sensing based on information fusion of monocular video and digital map. *Intelligent Vehicles Symposium*, 2004 IEEE; 2004.
 18. Thuy Thi N, Grabner H, Bischof H, Gruber B, editors. On-line Boosting for Car Detection from Aerial Images. *Research, Innovation and Vision for the Future*, 2007 IEEE International Conference on; 2007 5-9 March 2007.
 19. Cheng-Hao K, Nevatia R, editors. Robust multi-view car detection using unsupervised sub-categorization. *Applications of Computer Vision (WACV)*, 2009 Workshop on; 2009 7-8 Dec. 2009.
 20. Zhenfeng Z, Yao Z, Hanqing L, editors. Sequential Architecture for Efficient Car Detection. *Computer Vision and Pattern Recognition*, 2007 CVPR '07 IEEE Conference on; 2007 17-22 June 2007.
 21. Singh LB, Hazarika SM, editors. Enhanced Shape Context for Object Recognition. *Advanced Computing and Communications*, 2007 ADCOM 2007 International Conference on; 2007.
 22. Belongie S, Malik J, Puzicha J. Shape matching and object recognition using shape contexts. *Pattern Analysis and Machine Intelligence*, IEEE Transactions on. 2002;24(4):509-22.
 23. Fenglei Y, Yue L, Ye D, editors. Combining hierarchical segmentation and shape context based recognition. *Computer and Information Technology*, 2008 CIT 2008 8th IEEE International Conference on; 2008.
 24. Nguyen TO, Tabbone S, Terrades OR, editors. Symbol Descriptor Based on Shape Context and Vector

Model of Information Retrieval. Document Analysis Systems, 2008 DAS '08 The Eighth IAPR International Workshop on; 2008.

25. Sobel I. Neighborhood coding of binary images for fast contour following and general binary array processing. *Computer Graphics and Image Processing*. 1978;8(1):127-35.
26. Bashir F, Porikli F, editors. Performance Evaluation of Object Detection and Tracking Systems. *IEEE International Workshop on Performance Evaluation of Tracking and Surveillance (PETS2006)*; 2006.

ความไวต่อสารต้านจุลชีพของแบคทีเรียที่แยกได้จากกุ้งน้ำเค็มของกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) ที่เก็บรักษาแบบแช่แข็ง

Antimicrobial susceptibility of bacteria isolated from black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) spermatophore maintained in cryopreservation

สุบันทิธ นิมรัตน์^{1*}, เนตฤทัย ศรีสมศักดิ์², วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย³

Subuntith Nimrat^{1*}, Nesrhtai Srisomsak², Verapong Vuthiphandchai³

Received : 8 January 2013; Accepted : 30 March 2013

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงความไวของแบคทีเรียที่แยกได้จากกุ้งน้ำเค็มของกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) ที่เก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อสารต้านจุลชีพจำนวน 14 ชนิด ด้วยวิธี Disk diffusion method โดยแบคทีเรียที่แยกได้ดื้อต่อสารต้านจุลชีพแต่ละชนิดแตกต่างกัน โดย *Pseudomonas aeruginosa* เป็นแบคทีเรียที่ดื้อต่อสารต้านจุลชีพสูงที่สุด (85.71%) ในขณะที่ *Alcaligenes xylosoxidans*, *Proteus mirabilis*, *Ochrobactrum anthropi*, *Microbacterium* spp. และ *Burkholderia cepacia* เป็นแบคทีเรียที่ดื้อต่อสารต้านจุลชีพได้ค่อนข้างสูง โดยดื้อต่อยาต้านจุลชีพเท่ากับ 50.00%, 50.00%, 50.00%, 57.14% และ 71.43% ตามลำดับ และ *Kocuria varians* เป็นแบคทีเรียที่ดื้อต่อสารต้านจุลชีพน้อยที่สุด คิดเป็น 85.71% เมื่อทำการศึกษาเกี่ยวกับความไวต่อยากลุ่มเบต้า-แลคแตม จำนวน 3 ชนิด คือ Penicillin, Ampicillin และ Imipenem พบว่าแบคทีเรียจำนวน 12 ชนิด คือ *Bacillus cereus*, *B. megaterium*, *B. licheniformis*, *Staphylococcus epidermidis*, *P. mirabilis*, *P. aeruginosa*, *O. anthropi*, *A. xylosoxidans*, *A. faecalis*, *Micrococcus* spp., *Brevibacterium* spp. และ *Microbacterium* spp. เป็นแบคทีเรียที่ดื้อต่อยากลุ่มเบต้า-แลคแตมได้มากกว่า 50.00% แต่พบว่าแบคทีเรียในกลุ่มนี้มีเพียง 7 ชนิด ได้แก่ *B. cereus*, *B. licheniformis*, *S. epidermidis*, *P. mirabilis*, *A. xylosoxidans*, *A. faecalis* และ *P. aeruginosa* เท่านั้นที่สามารถผลิตเอนไซม์เบต้า-แลคตาเมส แสดงให้เห็นว่าการดื้อต่อสารต้านจุลชีพกลุ่มเบต้า-แลคแตมของแบคทีเรียที่แยกได้จากกุ้งน้ำเค็มของกุ้งกุลาดำในการศึกษาครั้งนี้ไม่มีความสัมพันธ์กับการผลิตเอนไซม์ชนิดนี้ ดังนั้นการดื้อต่อสารต้านจุลชีพในกลุ่มเบต้า-แลคแตมของแบคทีเรียกลุ่มนี้ไม่ได้เกิดจากการผลิตเอนไซม์เบต้า-แลคตาเมสเพียงอย่างเดียว

คำสำคัญ: สารต้านจุลชีพ แบคทีเรีย กุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) การแช่แข็ง กุ้งน้ำเค็ม เอนไซม์เบต้า-แลคตาเมส

Abstract

In this study, the susceptibility of bacteria isolated from black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) spermatophore maintained in cryopreservation to 14 antimicrobial agents was examined using the disk diffusion method. *P. aeruginosa* showed the highest percentage of resistance (85.71%) to antimicrobial agents, while *A. xylosoxidans*, *P. mirabilis*, *O. anthropi*, *Microbacterium* spp. and *B. cepacia* displayed a high percentage of resistance: 50.00%, 50.00%, 50.00%, 57.14% and 71.43%, respectively, and *K. varians* exhibited the highest level of susceptibility (85.71%). Moreover, *B. cereus*, *B. megaterium*, *B. licheniformis*,

¹ ภาควิชาจุลชีววิทยาและโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี

² ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี

³ ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี

¹ Department of Microbiology and Environmental Science Program, Faculty of Science, Burapha University, Chon Buri Province

² Department of Microbiology, Faculty of Science, Burapha University, Chon Buri Province

³ Department of Aquatic Science, Faculty of Science, Burapha University, Chon Buri Province

* Corresponding author : E-mail: subunti@buu.ac.th

S. epidermidis, *P. mirabilis*, *P. aeruginosa*, *O. anthropi*, *A. xylosoxidans*, *A. faecalis*, *Micrococcus* spp., *Brevibacterium* spp. and *Microbacterium* spp. showed a percentage of resistance to β -lactams of more than 50.00%, and *B. cereus*, *B. licheniformis*, *S. epidermidis*, *P. mirabilis*, *A. xylosoxidans*, *A. faecalis* and *P. aeruginosa* were able to produce β -lactamase. This investigation highlighted that the resistance to β -lactams of bacteria isolated from black tiger shrimp spermatophore was not related to β -lactamase production. Therefore, the incidence of β -lactams resistance of those bacteria did not only emerge from β -lactamase production.

Keywords : Antimicrobial agents; Bacteria; Black tiger shrimp (*Penaeus monodon*); Cryopreservation; Spermatophore; β -lactamase

บทนำ

กุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) เป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของประเทศไทย โดยในปี พ.ศ. 2543 ประเทศไทยสามารถส่งออกกุ้งกุลาดำมากที่สุดในโลก สร้างรายได้มากกว่า 89,230 ล้านบาท (Department of Fisheries, 2000) ส่งผลให้ความต้องการลูกกุ้งเพื่อนำมาเพาะเลี้ยงมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งในอดีตการผสมเทียมกุ้งกุลาดำส่วนใหญ่มักพึ่งพาธรรมชาติ เช่น การจับพ่อพันธุ์มาจากทะเลและการตัดตาของแม่พันธุ์ ส่งผลให้น้ำเชื้อและลูกกุ้งมีคุณภาพไม่ดีนัก (Nimrat et al., 2008) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอย่างยิ่งในการพัฒนากระบวนการในการเก็บรักษาถุงน้ำเชื้อกุ้งกุลาดำ เพื่อเพิ่มคุณภาพน้ำเชื้อและสนองต่อความต้องการของกุ้งกุลาดำ ซึ่งการเก็บรักษาถุงน้ำเชื้อกุ้งกุลาดำแบบแช่แข็งเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการเก็บรักษาน้ำเชื้อเพื่อใช้ในการผสมเทียม (Vuthiphandchai et al., 2007; Nimrat et al., 2008) แต่อย่างไรก็ตามการเก็บรักษาถุงน้ำเชื้อมักมีการปนเปื้อนของแบคทีเรีย ยกตัวอย่างเช่น การศึกษาของ Nimrat et al., 2006 ได้ทำการศึกษากการเก็บรักษาถุงน้ำเชื้อกุ้งขาวแบบแช่เย็น พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียหลายชนิด ได้แก่ *B. circulans*, *S. hominis*, *S. lugdunensis*, *S. sciuri*, *S. xylosoxidans* และ *Micrococcus* spp. ในระหว่างการเก็บรักษา และ Lahnsteiner and Weismann (1999) พบว่าการปนเปื้อนของแบคทีเรียส่งผลให้น้ำเชื้อมีคุณภาพและอัตราการปฏิสนธิลดลง รวมทั้งยังอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อผู้บริโภคกุ้งกุลาดำที่ปนเปื้อนแบคทีเรียก่อโรค โดยเฉพาะอย่างยิ่งแบคทีเรียก่อโรคที่ได้รับการถ่ายทอดยีนดื้อต่อสารต้านจุลชีพ (Bielanski, 2005) ดังนั้นการศึกษาความไวต่อสารต้านจุลชีพของแบคทีเรียที่แยกได้จากถุงน้ำเชื้อกุ้งกุลาดำในระหว่างการแช่แข็งจึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญในด้านการแพทย์และทำให้เกษตรกรได้ตระหนักถึงการใช้อย่างเหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมากยิ่งขึ้น

วิธีการศึกษา

1. การจัดจำแนกชนิดของแบคทีเรียที่แยกได้จากถุงน้ำเชื้อกุ้งกุลาดำแบบแช่แข็ง (Nimrat et al., 2008)

นำแบคทีเรียบริสุทธิ์แต่ละไอโซเลทที่คัดแยกได้จากถุงน้ำเชื้อกุ้งกุลาดำแบบแช่แข็งตามวิธีการของ Vuthiphandchai et al. (2007) มาเพาะเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptic Soy Agar (TSA) ด้วยวิธีการ Cross streak และนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง จากนั้นนำแบคทีเรียที่ได้ไปทำการย้อมแกรม (Gram's staining) และทำการจัดจำแนกชนิดของแบคทีเรียตาม Bergey's Manual of Systematic Bacteriology และ API test kits (bioMérieux, Marcy-l'Etoile, France) ในทุกขั้นตอนทำด้วยเทคนิคปราศจากเชื้อ

2. การทดสอบความไวของแบคทีเรียต่อสารต้านจุลชีพด้วยเทคนิค Disk diffusion (Bauer et al., 1966)

นำแบคทีเรียที่แยกได้มาเพาะในอาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptic Soy Broth (TSB) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง นำเชื้อมาปรับให้มีความขุ่นเท่ากับ McFarland No. 0.5 ด้วย 0.85% Normal saline ใช้ไม้ปั่นสำลีจุ่มลงใน Suspension ของเชื้อบดพอหมาด ๆ กับข้างหลอด จากนั้นป้ายลงบนหน้าอาหาร Mueller-Hinton Agar โดยป้ายให้ทั่วเพื่อให้แบคทีเรียกระจายสม่ำเสมอ วางทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที ใช้ปากคีบที่ปราศจากเชื้อคีบแผ่นยาที่ต้องการทดสอบ ได้แก่ Clindamycin (2 μ g), Oxytetracycline (30 μ g), Tetracycline (30 μ g), Chloramphenicol (30 μ g), Erythromycin (15 μ g), Vancomycin (30 μ g), Sulphonamides (30 μ g), Oxolinic acid (2 μ g), Streptomycin (20 μ g), Doxycycline hydrochloride (30 μ g), Ampicillin (10 μ g), Imipenem (10 μ g), Sulphamethoxazole/Trimethoprim (25 μ g) และ Penicillin G (10 Unit) วางบนอาหารเลี้ยงเชื้อแล้วกดเบา ๆ ให้แผ่นยาดัดกับอาหารเลี้ยงเชื้อ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 16-18 ชั่วโมง การอ่านผลทำโดยวัดขนาดของบริเวณยับยั้งเป็นมิลลิเมตร และแปรผลตามตารางแปรผลของ

Table 1 Biochemical characterization of cryopreserved bacteria isolated from *P. monodon* spermatophore (Cont.)

Growth at 65 °C	-	NT	-	-	-	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Starch hydrolysis test	+	+	+	+	+	V	-	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	V
Arginine dihydrolase test	NT	-	NT	NT	NT	-	-	V	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Pyrrolidonyl arylamidase test	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	-	NT	V	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
NO ₃ ⁻ reduction test	+	+	V	V	+	V	+	+	V	V	NT	+	+	V	-	+	V
β-glucosidase test	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	V	V	-	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
β-galactosidase test	NT	V	NT	NT	NT	NT	NT	-	NT	-	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Polymyxin B susceptibility test	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	R	NT	NT	NT	S	NT	R	NT	NT	NT
Novobiocin susceptibility test	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	S	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Acid from Glucose	+	+	+	+	+	-	+	+	+	NT	NT	+	+	+	+	+	+
Acid from Maltose	NT	+	+	V	+	NT	NT	+	-	NT	NT	V	NT	V	NT	NT	+
Acid from Sucrose	V	+	+	+	+	NT	NT	+	+	NT	NT	NT	NT	V	NT	NT	V
Acid from Lactose	-	V	NT	V	-	-	-	V	V	NT	NT	-	-	V	NT	+	+
Acid from Mannitol	-	+	+	+	+	-	-	-	V	NT	NT	V	V	+	NT	+	NT
Acid from Mannose	+	NT	NT	NT	NT	-	-	+	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	+
Acid from Arabinose	-	-	+	V	+	V	NT	-	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Acid from Trehalose	+	NT	NT	NT	NT	+	NT	-	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	V	V
Acid from Xylose	-	+	-	V	+	-	+	-	V	NT	NT	NT	+	+	+	+	NT
Acid from Raffinose	NT	+	NT	NT	NT	-	NT	-	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	V	V
Acid from Cellobiose	NT	+	NT	NT	NT	NT	NT	-	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
N-acetyl-D-glucosamine assimilation test	NT	V	NT	NT	NT	NT	NT	-	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Gas from Glucose	-	NT	-	-	-	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Gas from Sucrose	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	-	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Gas from Mannitol	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	-	NT	NT	NT	NT	NT	NT
Gas from Arabinose	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	-	NT	NT	NT	NT	NT	NT

NT; Not test, V; Variable, R; Resistant, S; Susceptible

2. ความไวต่อสารต้านจุลชีพและการผลิตเอนไซม์เบต้า-แลคตาเมสของแบคทีเรียที่แยกจากถุงน้ำเชื้อของกิ้งกูดดำ

จากการทดสอบความไวของแบคทีเรียที่แยกจากถุงน้ำเชื้อของกิ้งกูดดำต่อสารต้านจุลชีพจำนวน 14 ชนิด พบว่าแบคทีเรียที่แยกได้มีไวต่อสารต้านจุลชีพแต่ละชนิดแตกต่างกัน ซึ่งแบคทีเรียที่ไวต่อสารต้านจุลชีพได้มากกว่าร้อยละ 50 ได้แก่ *P. mirabilis* (50.00%), *O. anthropi* (50.00%), *A. xylosoxidans* (50.00%), *Microbacterium* spp. (57.14%), *B. cepacia* (71.43%) โดย *P. aeruginosa* ไวต่อสารต้านจุลชีพสูงที่สุด (85.71%) และแบคทีเรียที่ไวต่อสารต้านจุลชีพสูงที่สุดได้แก่ *K. varians*

(Table 2) นอกจากนี้ยังพบว่า *B. cereus*, *B. megaterium*, *B. licheniformis*, *S. epidermidis*, *P. mirabilis*, *P. aeruginosa*, *O. anthropi*, *A. xylosoxidans*, *A. faecalis*, *Micrococcus* spp., *Brevibacterium* spp. และ *Microbacterium* spp. ติ้อย่างกลุ่มเบต้า-แลคตาเมสได้มากกว่าร้อยละ 50 (Table 3) และพบว่า *B. cereus*, *B. licheniformis*, *S. epidermidis*, *P. mirabilis*, *A. xylosoxidans*, *A. faecalis* และ *P. aeruginosa* สามารถผลิตเอนไซม์เบต้า-แลคตาเมสได้ (Table 4) จากการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการผลิตเอนไซม์เบต้า-แลคตาเมสและร้อยละของการไวต่อสารต้านจุลชีพกลุ่มเบต้าแลคตาเมส (Penicillin, Ampicillin และ Imipenem) ไม่มีความสัมพันธ์กัน

Table 2 Antibiogram of cryopreserved bacteria isolated from *P. monodon* spermatophore

Bacteria	Antibiogram* (%)		
	Resistant	Intermediate	Susceptible
<i>B. cereus</i>	3 (21.43%)	-	11 (78.57%)
<i>B. amyloliquefaciens</i>	2 (14.29%)	1 (7.14%)	11 (78.57%)
<i>B. circulans</i>	2 (14.29%)	1 (7.14%)	11 (78.57%)
<i>B. megaterium</i>	3 (21.43%)	-	11 (78.57%)
<i>B. licheniformis</i>	4 (28.57%)	-	10 (71.43%)
<i>Micrococcus</i> spp.	2 (14.29%)	-	11 (78.58%)
<i>K. varians</i>	2 (14.29%)	-	12 (85.71%)
<i>S. epidermidis</i>	4 (28.58%)	1 (7.14%)	9 (64.26%)
<i>C. aquaticum</i>	3 (21.43%)	1 (7.14%)	10 (71.42%)
<i>Brevibacterium</i> spp.	4 (28.57%)	1 (7.14%)	9 (64.26%)
<i>P. mirabilis</i>	7 (50.00%)	-	7 (50.00%)
<i>P. aeruginosa</i>	12 (85.71%)	-	2 (14.29%)
<i>O. anthropi</i>	7 (50.00%)	-	7 (50.00%)
<i>B. cepacia</i>	10 (71.43%)	1 (7.14%)	3 (21.43%)
<i>A. faecalis</i>	5 (35.71%)	2 (14.28%)	7 (50.00%)
<i>A. xylosoxidans</i>	7 (50.00%)	1 (7.14%)	6 (42.86%)
<i>Microbacterium</i> spp.	8 (57.14%)	1 (7.14%)	5 (35.71%)

*14 types of antimicrobial agents

Table 3 Antibiogram and β -lactamase production of cryopreserved bacteria isolated from *P. monodon* spermatophore

Bacteria	Percent of resistant against β -lactam antimicrobial agents** (%)
<i>B. cereus</i>	2 (66.67%)
<i>B. amyloliquefaciens</i>	1 (33.33%)
<i>B. circulans</i>	1 (33.33%)
<i>B. megaterium</i>	2 (66.67%)
<i>B. licheniformis</i>	2 (66.67%)
<i>Micrococcus</i> spp.	2 (66.67%)
<i>K. varians</i>	0 (0.00%)
<i>S. epidermidis</i>	2 (66.67%)
<i>C. aquaticum</i>	0 (0.00%)
<i>Brevibacterium</i> spp.	2 (66.67%)
<i>P. mirabilis</i>	2 (66.67%)
<i>P. aeruginosa</i>	2 (66.67%)
<i>O. anthropi</i>	2 (66.67%)
<i>B. cepacia</i>	1 (33.33%)
<i>A. faecalis</i>	2 (66.67%)
<i>A. xylosoxidans</i>	2 (66.67%)
<i>Microbacterium</i> spp.	2 (66.67%)

** 3 types of β -lactam antimicrobial agents

Table 4 β -lactamase production of cryopreserved bacteria isolated from *P. monodon* spermatophore

Bacteria	β -lactamase production
<i>B. cereus</i>	+
<i>B. amyloliquefaciens</i>	-
<i>B. circulans</i>	-
<i>B. megaterium</i>	-
<i>B. licheniformis</i>	+
<i>Micrococcus</i> spp.	-
<i>K. varians</i>	-
<i>S. epidermidis</i>	+
<i>C. aquaticum</i>	-
<i>Brevibacterium</i> spp.	-
<i>P. mirabilis</i>	+
<i>P. aeruginosa</i>	+
<i>O. anthropi</i>	-
<i>B. cepacia</i>	-
<i>A. faecalis</i>	+
<i>A. xylosoxidans</i>	+
<i>Microbacterium</i> spp.	-

อภิปรายผลการศึกษา

จากการตัดแยกแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในระหว่างการเก็บรักษาถุงน้ำเชื้อกึ่งกลาดำแบบแช่แข็งพบว่าแบคทีเรียที่แยกได้ทั้งหมดมีจำนวน 17 ชนิด ได้แก่ *B. cereus*, *B. amyloliquefaciens*, *B. circulans*, *B. megaterium*, *B. licheniformis*, *Micrococcus* spp., *K. varians*, *S. epidermidis*, *C. aquaticum*, *Brevibacterium* spp., *P. mirabilis*, *P. aeruginosa*, *O. anthropi*, *B. cepacia*, *A. faecalis*, *A. xylosoxidans*, *Microbacterium* spp. ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Nimrat et al. (2008) ที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับแบคทีเรียที่พบในระหว่างการเก็บรักษาถุงน้ำเชื้อกึ่งกลาดำแบบแช่แข็ง พบว่าในระหว่างการเก็บรักษาถุงน้ำเชื้อนั้นสามารถพบแบคทีเรียที่ปนเปื้อนหลายชนิดซึ่งเหมือนกับการศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ *B. cereus*, *B. amyloliquefaciens*, *B. circulans*, *K. varians*, *P. mirabilis*, *P. aeruginosa*, *B. cepacia* นอกจากนี้ยังพบ *Enterobacter* spp. และ *Vibrio* spp. เป็นแบคทีเรียที่ไม่พบในการศึกษารั้งนี้อีกด้วย และเมื่อนำแบคทีเรียที่พบในการศึกษารั้งนี้มาศึกษาความไวต่อสารต้านจุลชีพจำนวน 14 ชนิด พบว่าแบคทีเรียที่พบดังกล่าวคือ *P. aeruginosa* ต่อดูดสารต้านชีพ

สูงที่สุดเท่ากับ 85.71% ซึ่ง *P. aeruginosa* มีการดูดสารต้านจุลชีพหลายชนิด เนื่องจากการผลิตเอนไซม์เบต้า-แลคตาเมส หรือการถ่ายทอดยีนดื้อสารต้านจุลชีพที่อยู่บนพลาสมิดจากแบคทีเรียชนิดหนึ่งไปยังแบคทีเรียชนิดหนึ่ง จึงทำให้สารต้านจุลชีพบางชนิดไม่มีประสิทธิภาพในการทำลายแบคทีเรีย (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ, 2544) และสอดคล้องกับรายงานของ Jensen et al. (2001) ที่ได้ศึกษาการดูดสารต้านจุลชีพของ *Pseudomonas* และ *B. cereus* ที่แยกได้จากพื้นที่การเกษตรในประเทศเดนมาร์ก พบว่าแบคทีเรียชนิดนี้ดูดต่อ Tetracycline และ Chloramphenicol ขณะที่ *B. cereus* ดูดต่อ Erythromycin, Penicillin และ Streptomycin จากการศึกษานี้ยังพบว่าแบคทีเรียแกรมลบรูปท่อนที่แยกได้จากถุงน้ำเชื้อกึ่งกลาดำมีความสามารถในการดูดสารต้านจุลชีพสูงกว่าแบคทีเรียแกรมบวก ทั้งนี้เนื่องจากส่วนประกอบของผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมลบแตกต่างจากแบคทีเรียแกรมบวก ซึ่งผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมบวกประกอบด้วยเปปติโดไกลแคนเป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่ผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมลบมีความซับซ้อนมากกว่าแบคทีเรียแกรมบวกซึ่งประกอบด้วยเปปติโดไกลแคนและมีส่วนของไลโปพอลิแซคคาไรด์และไลโป-โปรตีนอยู่ด้านนอกของผนังเซลล์

ทำให้ผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมลบแข็งแรงและถูกทำลายด้วยสารต้านจุลชีพได้ยากกว่าผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมบวก (Braude, 1982; Ceylan and Fung, 2004)

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าแบคทีเรียที่แยกได้คือ ต่อ Penicillin และ Ampicillin สูงกว่าสารต้านจุลชีพชนิดอื่น ๆ ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่ามีการนำยาปฏิชีวนะทั้งสองชนิดนี้มาใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ทำให้มีการกระจายของแบคทีเรียที่ต่อต้านสารต้านจุลชีพทั้งสองชนิดนี้มากขึ้น (McPhearson et al., 1991; Goni-Urriza et al., 2000) นอกจากนี้แบคทีเรียทุกชนิดที่แยกได้จากถุงน้ำเชื้อกุ้งกุลาดำไวต่อ Imipenem เนื่องจากยาชนิดนี้เป็นสารต้านจุลชีพในกลุ่ม Carbapenems ที่ได้รับการพัฒนาในระยะหลังซึ่งเป็นยาที่ทนต่อเอนไซม์เบต้า-แลคตาเมส (Hausler et al., 1991)

ปัจจุบันเกษตรกรร่นำสารต้านจุลชีพหลายชนิด เช่น Oxytetracycline, Tetracycline และ Oxolinic acid มาใช้ในการรักษาโรคที่เกิดจากแบคทีเรียในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งการใช้สารต้านจุลชีพเหล่านี้เป็นเวลานานทำให้เกิดการดื้อต่อสารต้านจุลชีพเหล่านี้ ซึ่งจากการทดลองครั้งนี้พบว่าแบคทีเรียที่แยกได้ทั้งหมดดื้อต่อ Oxolinic acid สูงถึง 50.00% สอดคล้องกับรายงานของ Tendencia and Pena (2002) ที่รายงานว่าแบคทีเรียที่แยกได้จากน้ำ ดินตะกอนและตัวกุ้งที่มีการใช้ Oxolinic acid มีระดับการดื้อยาสูงกว่าแบคทีเรียที่แยกได้จากบ่อเลี้ยงกุ้งที่ไม่เคยมีการใช้ยาชนิดนี้

การตรวจสอบความสามารถในการผลิตเอนไซม์เบต้า-แลคตาเมสเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของการดื้อต่อสารต้านจุลชีพในกลุ่มเบต้า-แลคตาเมสกับการผลิตเอนไซม์เบต้า-แลคตาเมสของแบคทีเรีย พบว่า *B. cereus*, *B. licheniformis*, *P. mirabilis*, *P. aeruginosa*, *S. epidermidis*, *A. xylosoxidans* และ *A. faecalis* เป็นแบคทีเรียที่สามารถผลิตเอนไซม์เบต้า-แลคตาเมสได้ สอดคล้องกับกับรายงานของ Wolozin et al. (2003) ที่กล่าวว่า *B. cereus* สามารถผลิตเอนไซม์ชนิดนี้ได้ จากรายงานก่อนหน้านั้นแสดงให้เห็นว่าแบคทีเรียหลายชนิดสามารถผลิตเอนไซม์ชนิดนี้ได้ ยกตัวอย่างเช่น *S. aureus*, *B. licheniformis*, *A. xylosoxidans* และ *S. albus* (Filali et al., 1996; Karabencheva & Chritor, 2004; Shin et al., 2005) จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการดื้อต่อสารต้านจุลชีพในกลุ่มเบต้า-แลคตาเมสของแบคทีเรียไม่มีความสัมพันธ์กับการสร้างเอนไซม์เบต้า-แลคตาเมส ดังนั้นการดื้อต่อสารต้านจุลชีพในกลุ่มเบต้า-แลคตาเมสของแบคทีเรียที่แยกได้จากถุงน้ำเชื้อกุ้งกุลาดำไม่ได้เกิดจากการสร้างเอนไซม์เบต้า-แลคตาเมสเพียงอย่างเดียว ซึ่งการดื้อยาในกลุ่มนี้อาจเกิดจากแบคทีเรียมีการเปลี่ยนแปลงเป้าหมาย

ของยาหรือลดการซึมผ่านของยาเข้าสู่เซลล์ทำให้แบคทีเรียดื้อต่อสารต้านจุลชีพในกลุ่มเบต้า-แลคตาเมส (มาลิน จุลศิริ, 2540)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาจุลชีววิทยาและภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์และสถานที่ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

1. นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ. แบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับโรค (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: Noble print; 2554.
2. มาลิน จุลศิริ. ยาต้านจุลชีพ ความรู้พื้นฐานและการประยุกต์ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาการสาธารณสุขอาเซียน; 2540.
3. Bauer AW, Kirby WMM, Sherris JC, Turck M. Antibiotic susceptibility testing by standardized single disc method. American Journal of Clinical Pathology 1966;36:493-496.
4. Bielanski A. Experimental microbial contamination and disinfection of dry (vapour) shipper dewars designed for short-term storage and transportation of cryopreserved germplasm and other biological specimens. Theriogenology 2005;63:1946-1957.
5. Braude AJ, David CE, Fierer J. Microbiology. Philadelphia: W.B. Saunders.; 1982.
5. Ceylan E, Fung DYC. Antimicrobial activity of spices. Journal of Rapid Methods and Automation in Microbiology 2004;12:1-55.
6. Department of Fisheries. Statistics of shrimp culture 2000. Publication No. 2-2003. Fisheries statistics analysis and research group, Minister of agricultural and cooperatives, Thailand; 2000.
7. Filali FR, Zaid A, Ledent P, Vanhove M, Beeumen JV, Frere JM. β -lactamases produced by thermophilic *Bacillus*. FEMS Microbiology Letters 1996;140:61-64.
8. Goni-Urriza M, Pineau L, Capdepuys M, Roques C, Caumette P, Quentin C. Antimicrobial resistance of mesophilic *Aeromonas* spp. isolated from two European rivers. Journal of Antimicrobial Chemotherapy 2000;46:297-301.

9. Hausler WJ, Herrmann KL, Isenberg HD, Shadomy HJ. Manual of Clinical Microbiology. Washington D.C.: American Society for Microbiology; 1991.
10. Jensen LB, Baloda S, Boye M, Aarestrup FM. Antimicrobial resistance among *Pseudomonas* spp. and the *Bacillus cereus* group isolated Danish agricultural soil. Environment International 2001;26:581-587.
11. Karabencheva T, Chrisstov C. Comparative theoretical study of the mechanisms of generation of rotational strengths in the near-UV in β -lactamases from class A. Chemical Physics Letters 2004;398:511-516.
12. Krieg NR, Holt JG. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, volume 1. Baltimore: Williams and Wilkins; 1984.
13. Lahnsteiner E, Weismann T. Change in gees of brown trout, rainbow trout and graying during short-term storage. North American Journal of Aquaculture 1999;61:213-219.
14. Lennette EH, Dalows A, Ausler JR. Manual of Clinical Microbiology. Washington: D.C.: American Society for Microbiology; 1985.
15. McPhearson RM, DePaola A, Zywno A, Motes ML, Guarino AM. Antibiotic resistance in Gram-negative bacteria from cultured catfish and aquaculture ponds. Aquaculture 1991;99:203-211.
16. Nimrat S, Siriboonlamom S, Zhang S, Xu Y, Vuthiphandchai V. Chilled storage of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) spermatophores. Aquaculture 2006;261:944-951.
17. Nimrat S, Bart AN, Keatsaksit A, Vuthiphandchai V. Microbial flora of spermatophores from black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) declines over long-term cryostorage. Aquaculture 2008;274:247-253.
18. Shin KS, Han K, Le J, Hong SB, Son BR, Youn SJ, Kim J, Shin HS. Imipenem-resistant *Achromobacter xylosoxi dans* carrying *bla*VIM-2-containing class 1 integron. Diagnostic Microbiology and Infection Disease 2005; 53:215-220.
19. Tendencia EA, Pena DLD. Level and percentage recovery of resistance to oxytetracycline and oxolinic acid of bacteria from shrimp pond. Aquaculture 2002; 213:1-13.
20. Vuthiphandchai V, Nimrat S, Kotcharat S, Bart AN. Development of a cryopreservation protocol for long-term storage of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) spermatophores. Theriogenology 2007;68:1192-1199.
21. Wolozin BL, Myerowitz R, Pratt, RF. Specific chemical modification of the readily nitrated tyrosine of the R_{TEM} β -lactamase and of *Bacillus cereus* β -lactamase I: The role of this tyrosine in β -lactamase catalysis. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Protein Structure and Molecular Enzymology 2003;701(2):153-163.

ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนในระดับชุมชนและระดับครัวเรือน

Factors Affecting People Participation in Renewable Energy Management for Household and Community Levels

วิสาखा ภู่จินดา,^{1*} วิวัฒน์ แก้วดวงเล็ก²

Wisakha Phoochinda,^{1*} Vivat Keawdounglek²

Received : 25 January 2013; Accepted : 15 April 2013

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความรู้ความเข้าใจและการมีส่วนร่วมของประชาชนในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนในระดับชุมชนและระดับครัวเรือน และศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนในระดับชุมชนและระดับครัวเรือน ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามประชาชนในชุมชน 4 ชุมชน 4 ภาค ทำการเลือกชุมชนแบบเจาะจงที่มีการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนในชุมชน โดยใช้ประสบการณ์ของผู้ศึกษาจากโครงการประเมินการวางแผนพลังงานชุมชน ได้จำนวนตัวอย่าง 125 ตัวอย่าง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ และการจัดอันดับปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียน และใช้สถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ t-test, F-test และ correlation ในการทดสอบสมมติฐานปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนในระดับชุมชนและระดับครัวเรือนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 และ 0.05

ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 55.2 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพลังงานหมุนเวียนในระดับมาก และกลุ่มตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 55.2 มีระดับการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการพลังงานในระดับปานกลาง สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนในระดับชุมชนและระดับครัวเรือนในความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้นำชุมชน งบประมาณ ทรัพยากรที่ชุมชนมี ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพลังงานหมุนเวียน และการรวมกลุ่มของคนในชุมชน ตามลำดับ และจากการทดสอบสมมติฐานพบว่า มีเพียงปัจจัยเดียว คือ ความรู้ความเข้าใจด้านพลังงานหมุนเวียน

คำสำคัญ: การจัดการพลังงานหมุนเวียน การมีส่วนร่วม ระดับครัวเรือนและชุมชน

Abstract

This study aimed at investigating knowledge and participation of people in renewable energy management for community and household levels and searching for factors affecting participation of people in using renewable energy at community and household levels. Data collection using questionnaire for one hundred and twenty five samples from four communities in four regions of Thailand was carried out. Descriptive statistics i.e frequency and percentage was used in this study and also was employed to rank factors affecting participation of people in using renewable energy at community and household levels. F-test, t-test, chi-square and correlation were applied in statistical analysis.

Results of this study, have revealed that more than half of the samples of 55.2% have high level of knowledge on renewable energy and as well 55.2% of the samples has participation on renewable energy management in community and household at medium levels. It can be concluded from the results that leader of community is the

¹ รองศาสตราจารย์, สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10240.

² นักศึกษาปริญญาเอก สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10240.

* Corresponding Author: Wisakha Phoochinda, Graduate School of Social and Environmental Development, National Institute of Development Administration (NIDA), Bangkok 10240. E-mail: wisakha.p@nida.ac.th Fax (66) 2374-4280

most important factors for renewable energy management at community and household levels followed by appropriate budget, available resources in community, knowledge on renewable energy and participation of people in community, respectively also the results from hypothesis testing have shown that knowledge on renewable energy affects participation of people on renewable energy management at community and households levels.

Keywords: Renewable Energy Management, Participation, at the community and household levels

บทนำ

พลังงานเป็นสิ่งพื้นฐานที่มนุษย์จำเป็นต้องใช้ในการดำรงชีวิต ทุกวันนี้เราพึ่งพลังงานสิ้นเปลืองหรือพลังงานฟอสซิลเป็นหลัก เช่น ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ทั้งในภาคการผลิต ภาคอุตสาหกรรม ภาคคมนาคมขนส่ง และภาคการผลิตไฟฟ้า นับวันแหล่งและปริมาณสำรองพลังงานสิ้นเปลืองจะลดลงเรื่อย ๆ จนไม่มีให้ใช้อีกในอนาคตข้างหน้า จากการสำรวจพบว่าแหล่งพลังงานสำรองของโลกนับตั้งแต่ปี 2540 น้ำมันจะมีใช้ได้อีก 42 ปี ก๊าซธรรมชาติ 64 ปี และถ่านหิน 220 ปี¹ ประเทศไทยต้องนำเข้าพลังงานสิ้นเปลืองจากต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะน้ำมันดิบ เกือบร้อยละ 90 ของน้ำมันดิบที่ใช้ในประเทศต้องนำเข้า ซึ่งทำให้ขาดความมั่นคงด้านพลังงาน และพลังงานสิ้นเปลืองยังสร้างปัญหาให้กับสิ่งแวดล้อมอย่างมาก เช่น การปล่อยมลพิษทางอากาศ การเกิดภาวะโลกร้อน การที่สามารถพึ่งตนเองได้โดยการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ในประเทศให้เกิดประโยชน์สูงสุดและใช้อย่างไม่ฟุ่มเฟือยในการผลิตพลังงานเพื่อใช้ภายในประเทศ จะช่วยลดปัญหาเหล่านี้ลงได้ การที่ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีความอุดมสมบูรณ์ของพืชผลทางการเกษตร สภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศที่เอื้อ ทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากพลังงานทางเลือกที่มีภายในประเทศ เช่น วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร พลังงานหมุนเวียนต่าง ๆ เช่น ก๊าซชีวภาพ ซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะทำให้ประเทศสามารถผลิตพลังงานใช้เองได้โดยเฉพาะภายในชุมชนซึ่งเป็นการผลิตพลังงานไว้ใช้เองจากวัสดุและทรัพยากรธรรมชาติที่มีในแหล่งชุมชนนั้น โดยอาศัยการนำเข้าพลังงานจากภายนอกชุมชนให้น้อยที่สุด ทำให้ช่วยแก้ปัญหาชุมชนในหลายด้าน เช่น ลดไฟตกหรือไฟดับ ชุมชนมีรายได้จากการขายวัสดุเชื้อเพลิงและไฟฟ้าที่ผลิตขึ้น ช่วยสร้างงานภายในชุมชน ซึ่งส่งผลถึงการลดภาระหนี้สินได้ การจัดหาพลังงานที่มีอยู่ในประเทศมาใช้นั้นไม่ว่าจะเป็นในระดับชุมชนและระดับประเทศเป็นการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในประเทศให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยต้องคำนึงถึงการใช้ที่ไม่สิ้นเปลืองพอประมาณ ไม่ใช้อย่างฟุ่มเฟือย และต้องคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมและสังคมรอบข้างเป็นหลักเช่นกัน และจากการที่ผู้ศึกษาได้ไปประเมินการวางแผนพลังงานชุมชนในชุมชนภาคกลางภายใต้โครงการวางแผนพลังงานชุมชนของกระทรวงพลังงาน

นั้น พบว่าชุมชนบางชุมชนมีความสำเร็จในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียน โดยมีการผลิตหรือใช้พลังงานหมุนเวียนอย่างต่อเนื่อง ลดการพึ่งพาพลังงานจากภายนอก และมีรายได้จากการผลิตหรือใช้พลังงานหมุนเวียน และชุมชนค่อนข้างไม่ประสบความสำเร็จในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียน โดยหยุดดำเนินการและเลิกใช้พลังงานหมุนเวียน ผู้ศึกษาจึงมีความสนใจที่จะศึกษาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพลังงานหมุนเวียน การมีส่วนร่วมของชุมชนในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียน และที่สำคัญคือศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียน

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพลังงานหมุนเวียนและการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนของประชาชน
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนในระดับชุมชนและระดับครัวเรือน

วิธีการศึกษา

ผู้ศึกษาได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิเกี่ยวกับพลังงานหมุนเวียนและการวางแผนการผลิตหรือการใช้พลังงานหมุนเวียนในระดับชุมชนและระดับครัวเรือน และทำการเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิโดยใช้แบบสอบถามกับประชาชนในชุมชน 4 ชุมชน ใน 4 ภาค โดยทำการเลือกตัวอย่างชุมชนในแต่ละภาคแบบเจาะจง ซึ่งผู้ศึกษาเป็นผู้พิจารณาเลือกชุมชนที่มีการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนในชุมชน 4 ภาค โดยใช้ประสบการณ์ในการทำโครงการประเมินการวางแผนพลังงานชุมชน ได้แก่ ชุมชนตำบลวังจันทร์ ชุมชนบ้านหลักเขต ชุมชนหนองไม้ก่อง และชุมชนเกาะพะลวย และในการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคประชาชนทำการเลือกตัวอย่างแบบบังเอิญชุมชนละ 30 ตัวอย่างซึ่งเป็นเกณฑ์ขั้นต่ำของกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบสมมติฐาน โดยคำนวณจำนวนกลุ่มตัวอย่างด้วยสูตรของ Yamane ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 90 ทำให้ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 100 ตัวอย่าง แล้วทำการเลือกตัวอย่างแบบโควตาไม่เป็นสัดส่วน จึงเก็บข้อมูล

ชุมชนละ 25 ตัวอย่าง 4 ชุมชน และในแต่ละชุมชนทำการเลือกตัวอย่างแบบบังเอิญ ผู้ศึกษาได้ทำการเก็บข้อมูลเมื่อชุมชนละ 32 ตัวอย่าง ซึ่งทำการเก็บข้อมูลได้ทั้งหมด 125 ตัวอย่าง ในการวิเคราะห์ผลการศึกษา ผู้ศึกษาใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ในการพรรณนาผลการศึกษา และสถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ t-test, F-test, Chi-square และ Correlation ในการทดสอบสมมติฐาน และได้ทำการจัดอันดับความสำคัญของปัจจัยสนับสนุนต่อการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนในระดับครัวเรือนและชุมชน

สำหรับสมมติฐานในการศึกษาคั้งมีดังต่อไปนี้

1) ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน รายจ่ายเฉลี่ยต่อเดือน และค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่อเดือนของประชาชนที่แตกต่างกัน มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนที่แตกต่างกัน

2) ความรู้ความเข้าใจในเรื่องพลังงานหมุนเวียนของประชาชนมีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมในการบริหาร

จัดการพลังงานหมุนเวียนในระดับชุมชนและระดับครัวเรือน

3) ปัจจัยสนับสนุนต่อการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตพลังงานใช้ในระดับครัวเรือนและในระดับชุมชน ได้แก่ 1) ผู้นำชุมชน 2) ทรัพยากรที่ชุมชนมี 3) ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพลังงานหมุนเวียน 4) งบประมาณ 5) ผู้เชี่ยวชาญมาช่วยเหลือ 6) การรวมกลุ่มของคนในชุมชน 7) เกิดผลประโยชน์ที่ชัดเจน เช่น ลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน 8) เทคโนโลยีการผลิตพลังงานหมุนเวียนที่เข้าใจง่าย ไม่ยุ่งยาก 9) ความต้องการที่แท้จริงของคนในชุมชน 10) แนวนโยบายราคาพลังงานที่สูงขึ้น 11) การสนับสนุนจากภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง และ 12) ปัจจัยอื่นๆ มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนในระดับชุมชนและระดับครัวเรือน

โดยสรุปแล้ว ภาพรวมของการศึกษาคั้งนี้ ดังปรากฏในภาพที่ 1

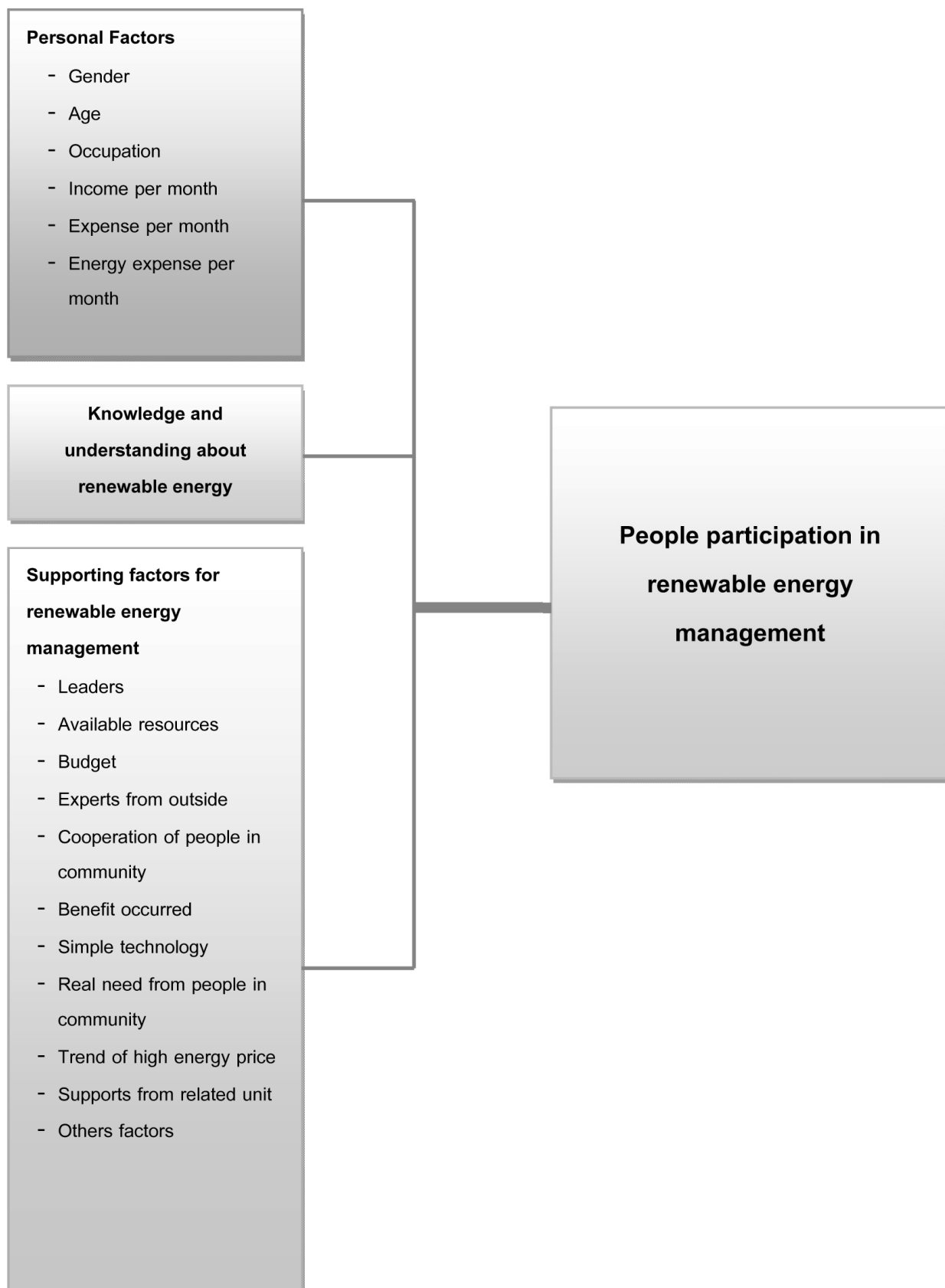


Figure 1 Conceptual Framework

ผลการศึกษา

1. ข้อมูลส่วนบุคคล

ผู้ศึกษาได้ทำการสำรวจความคิดเห็นของประชาชนต่อแนวทางในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนในระดับครัวเรือนและในระดับชุมชน โดยสำรวจความคิดเห็นจากกลุ่มตัวอย่างประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ 1) องค์การบริหารส่วนตำบลวังจันทร์ อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี 2) บ้านหลักเขต ตำบลหนองสาหร่าย อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา 3) องค์การบริหารส่วนตำบลหนองไม้กอง อำเภอไทรทอง จังหวัดกำแพงเพชร และ 4) เกาะพะลอย หมู่ที่ 6 ตำบลอ่างทอง อำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวนทั้งสิ้น 125 คน (n=125) ซึ่งกลุ่มตัวอย่างในการสำรวจความคิดเห็นนั้น เกินกว่ากึ่งหนึ่งเป็นเพศหญิง จำนวน 65 คน คิดเป็นร้อยละ 52 และเป็นเพศชาย จำนวน 60 คน คิดเป็น

ร้อยละ 48 มีอายุระหว่าง 46-55 ปี มากที่สุด จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 29.6 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทำนามากที่สุด จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 23.2 มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 5,001-10,000 บาท มากที่สุด มีจำนวน 49 คน คิดเป็นร้อยละ 39.2 และมีรายจ่ายเฉลี่ยต่อเดือน 5,001-10,000 บาท มากที่สุด มีจำนวน 54 คน คิดเป็นร้อยละ 43.2

2. สถานการณ์การใช้พลังงานของกลุ่มตัวอย่าง

จากการสอบถามกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 125 คน พบว่าพลังงานที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมากที่สุด คือ ก๊าซหุงต้ม จำนวน 108 ราย คิดเป็นร้อยละ 22.3 รองลงมา ได้แก่ พลังงานไฟฟ้า จำนวน 107 ราย คิดเป็นร้อยละ 22.1 และน้อยที่สุด คือ พลังงานอื่นๆ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมีเพียง 2 รายเท่านั้น หรือคิดเป็นร้อยละ 0.4 ข้อมูลดังกล่าวดังปรากฏในตารางที่ 1

Table 1 Type of current energy use

Current energy used by the samples *	n=125	
	Number of samples	Percentage
Charcoal	80	16.5
Benzene	102	21.0
Diesel	86	17.7
LPG	108	22.3
Electricity	107	22.1
Others	2	0.4

Notice: *Answer more than one choice

ค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 125 ตัวอย่าง พบว่า มีค่าเฉลี่ยค่าไฟฟ้าเท่ากับ 435.70 บาทต่อเดือน หรือคิดเป็นร้อยละ 15.1 ของค่าเฉลี่ยค่าใช้จ่ายพลังงานโดยภาพรวม ค่าเฉลี่ยค่าถ่านไม้เท่ากับ 69.11 บาทต่อเดือน หรือคิดเป็นร้อยละ 2.4 ของค่าเฉลี่ยค่าใช้จ่ายพลังงานโดยภาพรวม ค่าเฉลี่ยก๊าซหุงต้มเท่ากับ 183.63 บาทต่อเดือน หรือคิดเป็นร้อยละ 6.4 ของค่าเฉลี่ยค่าใช้จ่ายพลังงานโดยภาพรวมแล้ว ค่าเฉลี่ยรถโดยสารประจำทางเท่ากับ 132.48 บาทต่อเดือน หรือคิดเป็นร้อยละ 4.6 ของค่าเฉลี่ยค่าใช้จ่ายพลังงานโดยภาพรวม ค่าเฉลี่ยน้ำมันรถจักรยานยนต์เท่ากับ 601.06 บาทต่อเดือน หรือคิดเป็นร้อยละ 17.4 ของค่าเฉลี่ย

ค่าใช้จ่ายพลังงานโดยภาพรวม ค่าเฉลี่ยน้ำมันรถยนต์เท่ากับ 1,270 บาทต่อเดือน หรือคิดเป็นร้อยละ 43.9 ของค่าเฉลี่ยค่าใช้จ่ายพลังงานโดยภาพรวม ค่าเฉลี่ยน้ำมันเรือประมงเท่ากับ 216.84 บาทต่อเดือน หรือคิดเป็นร้อยละ 7.5 ของค่าเฉลี่ยค่าใช้จ่ายพลังงานโดยภาพรวม และค่าเฉลี่ยค่าใช้จ่ายด้านอื่นๆ เช่น ค่าน้ำกลั่นเติมแบตเตอรี่ของพลังงานแสงอาทิตย์เท่ากับ 81.41 บาทต่อเดือน หรือคิดเป็นร้อยละ 2.8 ของค่าเฉลี่ยค่าใช้จ่ายพลังงานโดยภาพรวม เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมแล้วนั้น ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2,890.96 บาทต่อเดือน ดังตารางที่ 2

Table 2 Energy expense per month

Average energy expense per month	n=125	
	Thai Bath	Percentage
Electricity	435.7	15.1
Charcoal	69.11	2.4
LPG	183.83	6.4
Bus	132.48	4.6
Fuel for motorcycle	501.6	17.4
Fuel for car	1270	43.9
Fuel for ship	216.84	7.5
Other energy expense	81.41	2.8
Total average energy expense per month	2,890.96	

3. ความรู้ความเข้าใจด้านพลังงานหมุนเวียน
จากการสอบถามกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 125 คน ในด้านของความรู้ความเข้าใจที่เกี่ยวข้องกับพลังงานหมุนเวียนพบว่า ในภาพรวมนั้นกลุ่มตัวอย่างเกินกว่ากึ่งหนึ่งมีคะแนนความรู้ความเข้าใจด้านพลังงานหมุนเวียนอยู่ในระดับมาก (คะแนนความรู้ความเข้าใจมากกว่า 7.34 คะแนนขึ้นไป)

คิดเป็นร้อยละ 55.2 รองลงมา มีความรู้ความเข้าใจในระดับปานกลาง (คะแนนความรู้ความเข้าใจตั้งแต่ 3.67-7.33 คะแนน) คิดเป็นร้อยละ 32 และน้อยที่สุด คือ มีความรู้ความเข้าใจเรื่องพลังงานหมุนเวียนในระดับน้อย คิดเป็นร้อยละ 9.6 ดังข้อมูลในตารางที่ 3 และตารางที่ 4

Table 3 Knowledge and understanding on renewable energy

Items of knowledge and understanding on renewable energy	n=125		Average score
	Number of samples answering incorrectly (Percentage)	Number of samples answering correctly (Percentage)	
1) Fossil or non-renewable energy e.g. coal, oil, natural gas is needed to import.	61 (48.8)	64 (51.2)	0.512
2) Renewable energy is energy that can be used forever.	41 (32.8)	84 (67.2)	0.672
3) Coal, natural gas, LPG is renewable energy	63 (50.4)	62 (49.6)	0.496
4) Renewable energy is a clean energy and produces less environmental impact as compared to fossil fuel.	33 (26.4)	92 (73.6)	0.736
5) Biogas produced from manure, food scraps, or wastewater cannot be used for electricity production.	74 (59.2)	51 (40.8)	0.408
6) Rice husk, wood scrap, or corncob can be used to produce energy.	17 (13.6)	108 (86.4)	0.864
7) Wind energy can be used to pump water only.	46 (36.8)	79 (63.2)	0.632
8) Biodiesel can be produced from used oil.	28 (22.4)	97 (77.6)	0.776

Table 3 Knowledge and understanding on renewable energy (Cont.)

Items of knowledge and understanding on renewable energy	n=125		Average score
	Number of samples answering incorrectly (Percentage)	Number of samples answering correctly (Percentage)	
	9) Electricity produced from small hydro energy and basin can prevent the problems of deforestation.	32 (25.6)	
10) High efficiency oven can give faster heat than conventional oven.	36 (28.8)	89 (71.2)	0.712
11) Solar energy can be used to produce electricity only.	50 (40.0)	75 (60.0)	0.600
Average score	7.15		Medium

Notice: Average score 0.00-3.66 means knowledge and understanding on renewable energy at low level
 Average score 3.67-7.33 means knowledge and understanding on renewable energy at medium level
 Average score 7.34-11.00 means knowledge and understanding on renewable energy at high level

Table 4 Level of knowledge and understanding on renewable energy of the samples

Level of knowledge and understanding on renewable energy	n=125	
	Number of samples	Percentage
Low (Average score lower or equal to 3.66)	12	9.6
Medium (Average score 3.67-7.33)	44	35.2
High (Average Score higher than 7.33)	69	55.2

กลุ่มตัวอย่างมีระดับการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนในระดับชุมชนและในระดับครัวเรือนในระดับปานกลางมากที่สุด จำนวน 69 คน คิดเป็นร้อยละ 55.2 รองลงมาคือ มีส่วนร่วมในระดับมาก จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 29.6 และมีส่วนร่วมในระดับน้อยจำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 15.2 ดังปรากฏในตารางที่ 5

Table 5 Participation level of people on renewable energy management at community and household levels

Overall participation level on renewable energy management at community and household levels	n=125	
	Number of samples	Percentage
Low	19	15.2
Medium	69	55.2
High	37	29.6

4. การจัดอันดับปัจจัยสนับสนุนต่อการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียน เพื่อผลิตพลังงานใช้ในระดับครัวเรือนและในระดับชุมชน

ผลการสอบถามกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 125 ตัวอย่าง ถึงปัจจัยสนับสนุนต่อการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียน เพื่อผลิตพลังงานใช้ในระดับครัวเรือนและในระดับชุมชน โดยให้มีการจัดอันดับความสำคัญจำนวน 5 อันดับ พบว่า ผู้นำชุมชน มีคะแนนการจัดอันดับสูงสุด (คะแนนการจัดอันดับ

เท่ากับ 288 คะแนน) อันดับที่ 2 คือ งบประมาณ (คะแนนการจัดอันดับเท่ากับ 279 คะแนน) อันดับที่ 3 คือ ทรัพยากรที่ชุมชนมี (คะแนนการจัดอันดับเท่ากับ 236 คะแนน) อันดับที่ 4 คือ ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพลังงานหมุนเวียน (คะแนนการจัดอันดับเท่ากับ 202 คะแนน) และอันดับสุดท้าย คือ การรวมกลุ่มของคนในชุมชน (คะแนนการจัดอันดับเท่ากับ 196 คะแนน) ดังปรากฏในตารางที่ 6

Table 6 Factors affecting the use of renewable energy and how to manage them in community and household levels

Supporting factors for renewable energy management	n=125						Ranking (Total Score)
	Number of samples (Percentage)						
	Most	More	Moderate	Less	Least	Not important	
1) Leaders	38 (30.4)	13 (10.4)	9 (7.2)	4 (3.2)	11 (8.8)	50 (40.0)	1 st (288)
2) Available resources	15 (12.0)	25 (20.0)	10 (8.0)	12 (9.6)	7 (5.6)	56 (44.8)	3 rd (236)
3) Knowledge and understanding on renewable energy	10 (8.0)	16 (12.8)	21 (16.8)	10 (8.0)	5 (4.0)	63 (50.4)	4 th (202)
4) Budget	15 (12.0)	31 (24.8)	18 (14.4)	10 (8.0)	6 (4.8)	45 (36.0)	2 nd (279)
5) Experts from outside	5 (4.0)	10 (8.0)	18 (14.4)	14 (11.2)	11 (8.8)	67 (53.6)	6 th (158)
6) Cooperation of people in community	15 (12.0)	7 (5.6)	19 (15.2)	12 (9.6)	10 (10.8)	62 (49.6)	5 th (194)
7) Benefit Occurred	6 (4.8)	5 (4.0)	12 (9.6)	19 (15.2)	18 (14.4)	65 (52.0)	7 th (142)
8) Simple technology	1 (0.8)	0 (0.0)	3 (2.4)	8 (6.4)	7 (5.6)	106 (84.8)	11 th (37)
9) Real need from people in community	4 (3.2)	6 (4.8)	7 (5.6)	15 (12.0)	14 (11.2)	79 (63.2)	8 th (109)
10) High energy tendency	6 (4.8)	4 (3.2)	1 (0.8)	4 (3.2)	11 (8.8)	99 (79.2)	10 th (68)
11) Supports from related units	2 (1.6)	2 (1.6)	3 (2.4)	12 (9.6)	19 (15.2)	87 (69.6)	9 th (70)
12) Other factors	1 (0.8)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	124 (99.2)	12 th (5)

5. ผลการทดสอบสมมติฐาน

5.1 ผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ รายได้ต่อเดือนของครัวเรือน รายจ่ายต่อเดือนของครัวเรือน และค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่อครัวเรือน ที่แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.2 ผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพลังงานหมุนเวียน มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ดังปรากฏผลในตารางที่ 7

Table 7 Relationship between independent variables and participation on renewable energy management

Independent Variables	Dependent Variables	Statistical Value	P-Value
1) Gender	participation on renewable energy management	t = 0.058 (df = 123)	0.954
2) Age	participation on renewable energy management	F = 1.308	0.149
3) Occupation	participation on renewable energy management	F = 1.048	0.408
4) Income per month	participation on renewable energy management	F = 0.764	0.578
5) Expense per month	participation on renewable energy management	F = 0.497	0.778
6) Energy expense per month	participation on renewable energy management	F = 3.244	0.074
7) Knowledge and understanding on renewable energy	participation on renewable energy management	Pearson's Correlation = 0.245	0.006**

Notice: * Accepted the alternative hypothesis (H1) at significant level of 0.05

** Accepted the alternative hypothesis (H1) at significant level of 0.01

5.3 ผลการทดสอบปัจจัยสนับสนุนต่อการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียน เพื่อผลิตพลังงานใช้ในครัวเรือนและในระดับชุมชนนั้น พบว่า ทุกปัจจัยไม่มีความสัมพันธ์ต่อการมีส่วนร่วมของการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียน

วิจารณ์และสรุปผล

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนในระดับครัวเรือนและชุมชน พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องของพลังงานหมุนเวียนในระดับมาก และภาพรวมของระดับการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนในระดับครัวเรือนและระดับชุมชนอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อการ

มีส่วนร่วมในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียน จากการจัดอันดับของกลุ่มตัวอย่างนั้น พบว่า ปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุดคือ ผู้นำชุมชน รองลงมา คือ งบประมาณ ทรัพยากรที่ชุมชนมี ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพลังงานหมุนเวียน และการรวมกลุ่มกันของคนในชุมชน ตามลำดับ

ผลการศึกษานี้มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนนั้น พบว่า ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ รายได้ต่อเดือนของครัวเรือน รายจ่ายต่อเดือนของครัวเรือน และค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่อครัวเรือน ที่แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียน โดยเฉพาะผลการทดสอบปัจจัยส่วนบุคคลในประเด็นของ เพศ อายุ และอาชีพนั้น มีความสอดคล้องกับผลการศึกษาของ วัลลี

พุ่มโสม² ที่ได้ทำการศึกษาศักยภาพการใช้พลังงานทดแทนน้ำมันเบนซินของผู้ใช้รถยนต์นั่งส่วนบุคคลในเขตจังหวัดสระบุรี พบว่า ปัจจัยส่วนบุคคลด้านเพศ อายุ และอาชีพที่แตกต่างกัน มีพฤติกรรมการใช้พลังงานทดแทนน้ำมันเบนซินที่ไม่แตกต่างกัน และนอกจากนี้ยังพบว่า ความรู้ ความเข้าใจ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนในชุมชน ซึ่งมีความสอดคล้องกับแนวคิดของ Good³ ที่ได้กล่าวว่า เมื่อบุคคลได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้าหรือรับสัมผัสจากสิ่งเร้าแล้วจะเกิดการรับรู้ขึ้น เมื่อเกิดการรับรู้แล้ว ต่อไปก็จะเกิดการนำไปสู่ความเข้าใจในสิ่งเร้า นั่นคือ เกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งเร้า และนำไปสู่การเรียนรู้ในขั้นต่อไป คือ มีความรู้ในสิ่งเร้า และเมื่อบุคคลเกิดความรู้แล้ว ก็จะมีผลไปสู่ความตระหนักในที่สุด และความรู้และความตระหนักนี้จะนำไปสู่การกระทำหรือพฤติกรรมของบุคคลที่มีผลต่อสิ่งเร้า และเมื่อพิจารณาจากแนวคิด KAP (Knowledge, Attitude, Practice) ซึ่ง Rogers⁴ ได้กล่าวไว้ว่า การมีความรู้ ความเข้าใจที่ดีจะส่งผลต่อการเกิดทัศนคติที่ดี เมื่อเกิดทัศนคติที่ดีสิ่งที่จะเกิดขึ้นต่อไป คือ การมีพฤติกรรมและใฝ่เรียนรู้มากขึ้น ดังนั้น การมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับพลังงานหมุนเวียน จะเป็นแนวทางไปสู่ความตระหนักต่อการผลิตพลังงานหมุนเวียนเพื่อใช้ในครัวเรือนและในชุมชน จนนำไปสู่แนวทางในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนในระดับครัวเรือนและในระดับชุมชนที่มีประสิทธิภาพ

ถึงแม้ว่า ผลการทดสอบสมมติฐานในปัจจัยสนับสนุนต่อการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียน เพื่อผลิตพลังงานใช้ในครัวเรือนและในระดับชุมชนนั้น จะไม่มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียน แต่เมื่อศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า แต่ละปัจจัยที่กลุ่มตัวอย่างได้จัดลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยนั้น มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นผู้นำ ซึ่งจากการศึกษาของ จำรัส ปานพิง, สุทธนู ศรีไสย จินต์, วิภาตะกัลป์ และสุพจน์ บุญวิเศษ⁵ ได้ทำการศึกษาแบบแผนความคิดและพฤติกรรมผู้นำของหัวหน้าสถานีตำรวจ ในสังกัดตำรวจภูธรภาค 6 โดยอาศัยทฤษฎีของภาวะผู้นำ 4 แบบ คือ ไม่มุ่งงานแต่มุ่งคน (H,L) ไม่มุ่งงานและไม่มุ่งคน (L,L) มุ่งงานแต่ไม่มุ่งคน (L,H) และมุ่งงานกับมุ่งคน (H,H) จะมีผลต่อความคิดเชิงขั้นตอนและกระบวนการที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนั้น อิทธิพลของผู้นำชุมชนยังคงมีบทบาทสำคัญต่อการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียน สำหรับปัจจัยทางด้านงบประมาณในการสนับสนุนให้เกิดการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนนั้น Sperling, Hvel-

plund and Mathiesen⁶ ได้อธิบายเพิ่มเติมไว้ว่า งบประมาณรวมทั้งการสนับสนุนในการมีส่วนร่วมเพื่อการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนจะต้องมีหลายหน่วยงานเข้ามาให้ความช่วยเหลือ ไม่ว่าจะเป็นรัฐบาล รัฐสภา กระทรวงที่เกี่ยวข้องหรือแม้แต่ตัวขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเองก็ตาม ในส่วนของปัจจัยทางด้านทรัพยากรการผลิตพลังงานหมุนเวียนนั้น ถือว่าเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะนอกจากจะสามารถพยากรณ์ได้ว่าควรจะให้เกิดการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนชนิดใดที่จะมีความเหมาะสมกับชุมชนแล้ว ยังสามารถนำมาใช้สำหรับกำหนดนโยบายเพื่อสิ่งแวดล้อมในระดับประเทศได้อีกด้วย เนื่องจากพลังงานหมุนเวียนเป็นพลังงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม⁷

ในส่วนของความรู้ความเข้าใจซึ่งได้อธิบายความเกี่ยวเนื่องของการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียน ตามแนวคิดของ Good³ และทฤษฎี KAP⁴ แล้ว ยังสอดคล้องกับการศึกษาของเอกลักษณ์ ธนเจริญพิศาล และจำลอง โพธิ์บุญ⁸ ที่ได้ทำการศึกษาศักยภาพและการยอมรับการนำระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม (ISO 14001) มาใช้ในองค์กรภาครัฐ โดยเลือกสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมาเป็นกรณีศึกษา พบว่า ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม ISO 14001 และความตระหนักถึงความสำคัญของระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม มีผลต่อการยอมรับในการนำระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมมาใช้ภายในองค์กร และปัจจัยสุดท้าย คือ การรวมกลุ่มของคนในชุมชน ถือว่าเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมาก เพราะการรวมกลุ่มของชุมชน จะก่อให้เกิดความอยู่รอดและสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชน เกิดการเพิ่มพลังทางปัญญาที่ทันต่อสภาพเศรษฐกิจและสังคมในปัจจุบัน รวมทั้งเพิ่มอำนาจในการต่อรองของคนในชุมชน⁹ ดังนั้น การส่งเสริมให้เกิดการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียน จะต้องให้ความสำคัญกับการสร้างกลุ่ม หรือการรวมกลุ่มของชุมชนเพื่อการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนอีกด้วย

ปัจจัยทั้งหมดที่กล่าวมานี้ล้วนแล้วแต่เป็นปัจจัยสนับสนุนที่ทำให้เกิดการมีส่วนร่วมของการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียน ซึ่งจากการศึกษาของชุดิมา ตูนิราช, บุญจง ขาวสิทริวงษ์ และ กานตพันธ์ พิศาลสุขสกุล¹⁰ ได้ทำการศึกษาศักยภาพที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนและแนวทางในการพัฒนาการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชน โดยเลือกพื้นที่เทศบาลนครสมุทรปราการเป็นกรณีศึกษา พบว่า ประชาชนที่มีความยินดีเข้าร่วมเมื่อมีปัจจัยสนับสนุน ซึ่งได้แก่ ช่องทางการสื่อ ความรู้เกี่ยวกับการคัดแยกขยะ การรณรงค์อย่างต่อเนื่อง การได้รับผลประโยชน์ คุณลักษณะของผู้นำ ความ

ตระหนักของสมาชิก ความเข้มแข็งของชุมชน การได้รับการสนับสนุน เวลา และงบประมาณ จะมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการบริหารจัดการมูลฝอย ดังนั้น ในอนาคตจึงควรมีศึกษาปัจจัยสนับสนุนดังกล่าวเพิ่มเติม เพื่อให้เห็นว่า ปัจจัยสนับสนุนเหล่านี้จะมีผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนในระดับครัวเรือนและในระดับชุมชนหรือไม่

ข้อเสนอแนะของการศึกษาคั้งต่อไป

1. ควรทำการศึกษารายละเอียดเพิ่มเติม ถึงปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนในชุมชน อันได้แก่ ผู้นำชุมชน งบประมาณ ทรัพยากรที่ชุมชนมีความรู้ความเข้าใจด้านพลังงานหมุนเวียน และการรวมกลุ่มของคนในชุมชนเพิ่มเติม

2. เมื่อมีการศึกษาถึงปัจจัยสนับสนุนต่อการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนแล้ว ควรนำปัจจัยต่างๆที่ได้เพื่อสร้างเป็นรูปแบบในการสร้างการมีส่วนร่วมเพื่อการบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนในชุมชน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการนำหลักการดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

บรรณานุกรม

- 1 BP plc. BP Statistic Review. United Kingdom: BP plc; 2010.
- 2 วลัย พุทโสสม. การศึกษาพฤติกรรมการใช้พลังงานทดแทนน้ำมันเบนซินของผู้ใช้รถยนต์นั่งส่วนบุคคลในเขตจังหวัดสระบุรี. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย 2554;31(2):39-52.
- 3 ขวัญตา ทองใบ, บังอร ปานทอง และสุนันทา มั่นสมงคล. การพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง ป่าชายเลน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหลวงพ่อดำคลองด่าน ออนุสรณ์ อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ. วารสารวิชาการอุตสาหกรรมการศึกษา 2554;4(2):38-45.

- 4 Chien-Yun,C., Wan-Fei,C., Yu-Hsi,Y. and Chia-Hung,Y. A Study on Modification of Knowledge, Attitude and Practice on Vocational High School Electronics Courses Integrated with Nano technology Concept. IJTEE 2011 Jul 19; 4(1): 73-79.
- 5 จำรัส ปานพิง, สุทธิชัย ศรีไสย จินต์, วิภาตะกัลป์ และสุพจน์ บุญวิเศษ. แบบแผนความคิดและพฤติกรรมผู้นำของหัวหน้าสถานีตำรวจในสังกัดตำรวจภูธรภาค 6. วารสารสมาคมนักวิจัย 2555; 17(1): 77-89.
- 6 Sperling,K., Hvelplund,F. and Mathiesen,B.V. Centralisation and decentralisation in strategic municipal energy planning in Denmark. Energy Policy 2011; 39(3) :1338-1351.
- 7 Domac, J., Segon, V., Przulj, I and Rajic,K. Regional energy planning methodology, drivers and implementation - Karlovac County case study. Biomass and Bioenergy 2011;35(11): 4504-4510.
- 8 เอกลักษณ์ ธนเจริญพิศาล และจำลอง โพธิ์บุญ. ความตระหนักและการยอมรับการนำระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม (ISO 14001) มาใช้ในองค์กรภาครัฐ: กรณีศึกษา สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. วารสารสมาคมนักวิจัย 2555;17(1): 42-54.
- 9 นันทิยา หุตานวัตร และ ณรงค์ หุตานวัตร. การพัฒนาองค์กรชุมชน. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาองค์กรชุมชน; 2546.
- 10 ชุติมา ตันนาราง, บุญจง ขาวสิทธิวงษ์ และ กานตพันธ์ พิศาลสุขสกุล. ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนและแนวทางพัฒนาการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนในเขตเทศบาลนครสมุทรปราการ. วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม 2554;7(2): 35-48.

สัณฐานวิทยาเปรียบเทียบของผลพืชวงศ์กกเผ่า Cyperaceae บางชนิดในประเทศไทย Comparative fruit morphology of some Cyperaceae species (Cyperaceae) in Thailand

กมลหทัย แวงวาสิต^{1*}, ภาสกร บุญชาลี²

Kamolhathai Wangwasit^{1*}, Passakorn Bunchalee²

Received : 20 February 2013; Accepted : 15 May 2013

บทคัดย่อ

จากการศึกษาสัณฐานวิทยาเปรียบเทียบของผลพืชวงศ์ Cyperaceae 4 สกุล 9 ชนิด โดยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ผลการศึกษาพบว่า ผลมีสีน้ำตาลอ่อน ถึงสีดำ รูปร่างรูปไข่กลับ (obovate) รูปรี (elliptic) หรือรูปขอบขนาน (oblong) ผิวมี 4 แบบ ได้แก่ เรียบ (smooth) มีรอยย่นตามขวาง (transverse wrinkles) ปุ่มปลายมนขนาดใหญ่ (tubercles) และปุ่มเล็ก (papillae) เซลล์ผิวรูปร่างหกเหลี่ยม หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า ส่วนใหญ่ผิวเคลือบคิวทิน เรียบ และมีผลึกทรายสะสมภายในเซลล์ผิว จากการศึกษาพบว่า *Ascolepis dipsacoides* ssp. *siamensis* มีลักษณะเด่นคือ ผิวมีปุ่มปลายมนขนาดใหญ่ ผิวของผลสกุล *Kyllinga* และ *Pycreus* ที่ศึกษาส่วนใหญ่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือ ผิวผลมีปุ่มเล็กหนาแน่น กระจายทั่วทุกบริเวณของผล ยกเว้น *P. diaphanous* ผิวผลมีรอยย่นตามขวาง ลักษณะผิวผล และผิวเคลือบคิวทินสามารถนำมาใช้จำแนกพืชสกุล *Cyperus* ที่ศึกษาได้

คำสำคัญ: สัณฐานวิทยา ผล เผ่า Cyperaceae วงศ์กก

Abstract

Comparative fruit morphological studies were carried out on four genera and nine species of Thai Cyperaceae using Stereo Microscope and a Scanning Electron Microscope (SEM). The investigation showed that fruits are light brownish to blackish in colour. Shapes are obovate, elliptic or oblong. There are four patterns of fruit surfaces: smooth, transversely wrinkled, tuberculate and papillate. Epidermal cells are hexagonal or rectangular with smooth cuticle in most species examined. Silica deposits are revealed in most taxa. The results expressed that *Ascolepis dipsacoides* ssp. *siamensis* is distinct with the tuberculate fruit surfaces. Most of the fruit morphological characteristic between *Kyllinga* and *Pycreus* are similar to papillate fruit surfaces, except *P. diaphanous*, which is prominent with the transversely wrinkled fruit surfaces. Three species of examined *Cyperus* could be diagnosed by fruit surfaces and cuticular patterns.

Keywords: Morphology, fruits, tribe Cyperaceae, Cyperaceae

บทนำ

พืชวงศ์กก (Cyperaceae) เป็นพืชล้มลุกที่มีจำนวนมากเป็นอันดับสามในบรรดาพืชใบเลี้ยงเดี่ยว¹ มีลักษณะคล้ายหญ้า ส่วนใหญ่ลำต้นมีรูปร่างเป็นสามเหลี่ยม ใบเรียงตัวเป็นสามทิศทาง กลีบรวมลดรูปเป็นขนแข็งหรือเกล็ด ทั่วโลกมีประมาณ 100 สกุล 4,500 ชนิด พบกระจายพันธุ์อยู่เกือบทั่วโลกทั้งในเขตอบอุ่นและเขตร้อนยกเว้นเฉพาะใน

ทวีปแอนตาร์กติกา พืชวงศ์กกเติบโตได้ในทุกถิ่นอาศัยโดยเฉพาะบริเวณที่มีน้ำขัง หรือชื้นแฉะ หลายชนิดถูกนำมาใช้ประโยชน์ เช่น หัวจีน (*Eleocharis dulcis* var. *tuberosa* T. Koyama) และหัวไทย (*Cyperus esculentus* L.) ปลูกมากในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เพื่อใช้เป็นอาหาร ลำต้นของกกสามเหลี่ยม (*C. corymbosus* Rottb.) และกกสามเหลี่ยม (*C. malaccensis* Lam.) นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการทำเครื่อง

^{1,2} อาจารย์, ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

^{1,2} Lecturer, Department of biology, Faculty of Science, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha Sarakham 44150, Thailand.

* Corresponding author: Faculty of Science, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha Sarakham 44150, Thailand. E-mail: K_Phulphong@yahoo.com

จักสาน ในประเทศไทยมีรายงานพืชวงศ์กกทั้งสิ้น 30 สกุล 251 ชนิด^{3,4,5,6} จำแนกเป็น 8 เผ่า โดยเผ่าที่มีจำนวนสมาชิกมากที่สุดคือ Cyperaceae ประกอบด้วยสกุล *Cyperus* L. (47 ชนิด) *Courtoisina* Sojak (1 ชนิด) *Pycreus* P. Beauv. (8 ชนิด) *Kyllinga* Rottb. (6 ชนิด) *Remirea* Aubl. (1 ชนิด) *Ascolepis* Nees ex Steud. (2 ชนิด) และ *Lipocarpa* R. Br. (6 ชนิด)³ พืชในเผ่านี้มีลักษณะเด่นคือมีช่อดอกคล้ายช่อซี่ร่ม (umbel-like) ช่อดอกย่อย (spikelets) เกิดที่บริเวณปลายช่อกาบช่อดอกย่อย (glumes) เรียงตัวเป็นสองแนว ในสกุล *Remirea* *Ascolepis* และ *Lipocarpa* ช่อดอกย่อยจะลดรูปลงประกอบด้วยดอกเพียงดอกเดียว รูปวิธานที่ใช้ในการจำแนกพืชวงศ์กกส่วนใหญ่ใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาของช่อดอก ช่อดอกย่อย กาบช่อดอกย่อย และผลเป็นสำคัญ แต่เนื่องจากโครงสร้างช่อดอกที่ลดรูป ดอกมีขนาดเล็กและอยู่รวมกันภายในช่อดอกย่อย ทำให้การจำแนกพืชวงศ์นี้ยังไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร จึงได้มีการศึกษาข้อมูลอื่นเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการจำแนก การศึกษาสัณฐานวิทยาและจุลสัณฐานวิทยาของผลเพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการจำแนกพืชวงศ์กกโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) เริ่มมีการศึกษาเป็นครั้งแรกในปี 1971⁹ โดยได้ศึกษาพืชในสกุล *Scirpus* และสกุลอื่นๆ จำนวน 58 ชนิด และผลการศึกษาพบว่าลักษณะของผนังเซลล์ของเนื้อเยื่อชั้นผิวของผลสามารถนำมาใช้จำแนกชนิดพืชที่มีลักษณะดอกคล้ายคลึงกันได้ จากการศึกษาโครงสร้างของผลพืชวงศ์กกบางสกุลพบว่าลักษณะสัณฐานวิทยาที่มีความสำคัญในการจำแนกได้แก่ รูปร่าง ขนาด สีของผล ลวดลายที่พบที่ผิวของผลซึ่งอาจพบเป็น ปุ่มนูนขนาดเล็ก (papillae) ปุ่มขนาดใหญ่ (tubercles) ร่องแห่ (reticulate) แผ่นหรือเกล็ด (scale) เป็นคลื่นหรือรอยย่น (undulate/rugose) เป็นร่อง (groove) หรือบางชนิดพบว่ามิลวดลายของคิวทินบนชั้นผิวของผล และยังเป็นประโยชน์ในการพิจารณาจัดกลุ่มพืชวงศ์กกที่มีปัญหาในการจำแนกทั้งในระดับสกุล และระดับที่ต่ำกว่าสกุล⁹⁻¹¹ ลักษณะจุลสัณฐานวิทยาที่สามารถนำมาใช้ในการจัดจำแนกได้คือ รูปร่างและการเรียงตัวของเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิว ลักษณะของผนังเซลล์ด้านที่ขนานกับผิว และด้านที่ตั้งฉากกับผิว ชนิดและลักษณะของผลึกซิลิกาที่พบภายในเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวของผล⁹⁻¹⁴ ดังนั้นการนำกล้อง SEM มาใช้ในการศึกษาข้อมูลลักษณะ

สัณฐานวิทยา และจุลสัณฐานวิทยาของผลจะเป็นการเพิ่มข้อมูลที่ประโยชน์ในการจัดจำแนก และปรับปรุงรูปวิธานที่ใช้จำแนกชนิดพืชวงศ์กกในประเทศไทยให้มีความชัดเจนและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ผลของพืชวงศ์กกยังมีความแข็ง และโครงสร้างของผิวมีความคงทนไม่มีการเปลี่ยนแปลงแม้ในตัวอย่างที่เก็บไว้นานถึง 70 ปี¹⁵ ดังนั้นลักษณะสัณฐานวิทยาและจุลสัณฐานวิทยาของผลจึงเป็นฐานข้อมูลที่สำคัญยิ่งต่อการศึกษาพฤกษศาสตร์บรรพกาล¹⁶⁻¹⁸ แต่จากข้อมูลการศึกษาสัณฐานวิทยาและจุลสัณฐานวิทยาของพืชวงศ์กกส่วนใหญ่ได้ทำการศึกษาในพืชชนิดที่มีการกระจายพันธุ์เฉพาะในเขตอบอุ่น^{8,10,18,19} ในขณะที่การศึกษาตัวอย่างพืชจากประเทศในเขตร้อนมีอยู่น้อย^{11,20,21} โดยเฉพาะพืชในเผ่า Cyperaceae ซึ่งถึงแม้ว่าจะมีการกระจายพันธุ์อยู่ทั่วโลก แต่จะพบกระจายมากในเขตร้อน ประเทศไทยจึงเป็นแหล่งข้อมูลที่เหมาะสมและควรมีการศึกษาและรวบรวมเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการเปรียบเทียบและอ้างอิงในการศึกษาด้านอื่นๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของผลพืชเผ่า Cyperaceae (Cyperaceae) บางชนิดในประเทศไทย

วิธีการศึกษา

1. ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ในการศึกษานี้ใช้ตัวอย่างผลจากตัวอย่างพรรณไม้แห้งที่เก็บไว้ในพิพิธภัณฑ์พืชภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น (KKU) รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1

2. การศึกษาสัณฐานวิทยา

2.1 ศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ Olympus SZ-PT บันทึกรูปร่าง สีผลขณะที่แห้ง ลักษณะผิวผล และถ่ายภาพ โดยศึกษาชนิดละ 5 ผล

2.2 ศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ตัดตัวอย่างผลแห้งบนสตัปด้วยเทปกาวสองหน้า เคลือบด้วยทอง (SC7620, Polaron range) ศึกษาด้วยกล้อง SEM รุ่น JSM6460LV (JEOL, Ltd.) และถ่ายภาพโดยศึกษาชนิดละ 5 ผล

Table 1 Taxa analysed. All specimens were taken from KKU.

Taxon	Voucher specimens
<i>Ascolepis dipsacoides</i> J. Raynal ssp. <i>siamensis</i> (C.B.Clarke)	K.Poonpong 74
J. Raynal	
<i>Cyperus haspan</i> L. (กกนา)	KKU 003113
<i>C. laxus</i> Lam. (หญ้าตีนกา)	1362 KKU002402
<i>C. stoloniferus</i> Retz. (กกทราย)	Paisooksantivatana S.N.
<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb. (หญ้าหัวโม่)	P.Tubtimtong 12
<i>K. melanosperma</i> Nees (หญ้าตุ่มหูตอย)	P.Srikhumsuk 63
<i>Pycreus diaphanus</i> (Schrad. ex Roem. & Schult.) S.S.Hooper	P.Chantaranothai, J.Parnell, D.Simpson & K.Sridit
& T.Koyama	90/234
<i>P. pumilus</i> (L.) Nees	P.Srikhumsuk 79
<i>P. polystachyos</i> (Rottb.) P. Beauv. (กกขี้หมา)	P.Chantaranothai, J.Parnell, D.Simpson, S.Thammathaworn & O.Griffin 90/351

ผลการศึกษา

จากการศึกษาสัณฐานวิทยาของผลพืชเผ่า Cyperaceae 4 สกุล 9 ชนิด โดยกล้องจุลทรรศน์สโตอิโอและกล้อง SEM ผลมีสีน้ำตาลอ่อน ถึงสีดำ รูปร่างรูปไข่กลับ (obovate) รูปรี (elliptic) หรือรูปขอบขนาน (oblong) ฐานมีก้านสั้น (stipitate) ส่วนใหญ่ปลายผลมนยกเว้น *C. haspan* และ *C. laxus* มีปลายผลแหลม (acute) ก้านเกสรเพศเมียติดทน รูปกรวย หรือรูปแท่ง ยกเว้น *A. dipsacoides* ssp. *siamensis* และ *P. diaphanous* ก้านเกสรเพศเมียหลุดร่วงง่าย ผิวผลมี 4 แบบ ได้แก่ เรียบ (smooth) มีรอยย่นตามขวาง (transverse wrinkles) ปุ่มปลายมน ขนาดใหญ่ (tubercles) และปุ่มเล็ก (papillae) ผิวเคลือบคิวทินเรียบ ยกเว้น *C. stoloniferus* มีผิวเคลือบคิวทินเป็นขุย (furfuraceous) เซลล์ผิวรูปร่างหกเหลี่ยม หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า เรียงเป็นแถวตามยาว หรือเรียงไม่เป็นระเบียบ ส่วนใหญ่มีผลึกทรายสะสมภายในเซลล์ผิว รายละเอียดแสดงในภาพที่ 1-18 และตารางที่ 2

วิจารณ์และสรุปผล

จากการศึกษาสัณฐานวิทยาของผลกกในเผ่า Cyperaceae จำนวน 4 สกุล 9 ชนิด พบว่าสีของผลส่วนใหญ่เป็นสีน้ำตาลอ่อน ถึงสีดำ แต่ในการศึกษาก่อนหน้านี้รายงานว่าผลของพืชในเขตร้อนส่วนใหญ่จะมีสีอ่อนเพื่อลดการดูดกลืนแสงอาทิตย์ที่มากเกินไปจนเป็นอันตรายต่อเอ็มบริโอและมีผลต่อการงอกของเมล็ด¹⁰ ลักษณะที่แตกต่างนี้อาจเป็นเพราะผลของพืชวงศ์กกมีผนังผลชั้นนอกแข็ง และหนา จึงช่วยป้องกันความร้อน

จากแสงอาทิตย์ได้ ผิวของผล *C. stoloniferus* พบว่ามีผิวเคลือบคิวทินหนา และมีลวดลาย ซึ่งการมีผิวเคลือบคิวทินหนา และมีลวดลายนี้สันนิษฐานว่าเกี่ยวข้องกับการป้องกันศัตรูที่จะทำลายผล เช่น ลดความสามารถในการจับของเชื้อก่อโรค หรือป้องกันนกหรือแมลง และพืชชนิดนี้มักพบในบริเวณที่ชื้นแฉะ โดยเฉพาะในบริเวณที่มีน้ำกร่อย และชายทะเลที่มีน้ำขึ้นสูง

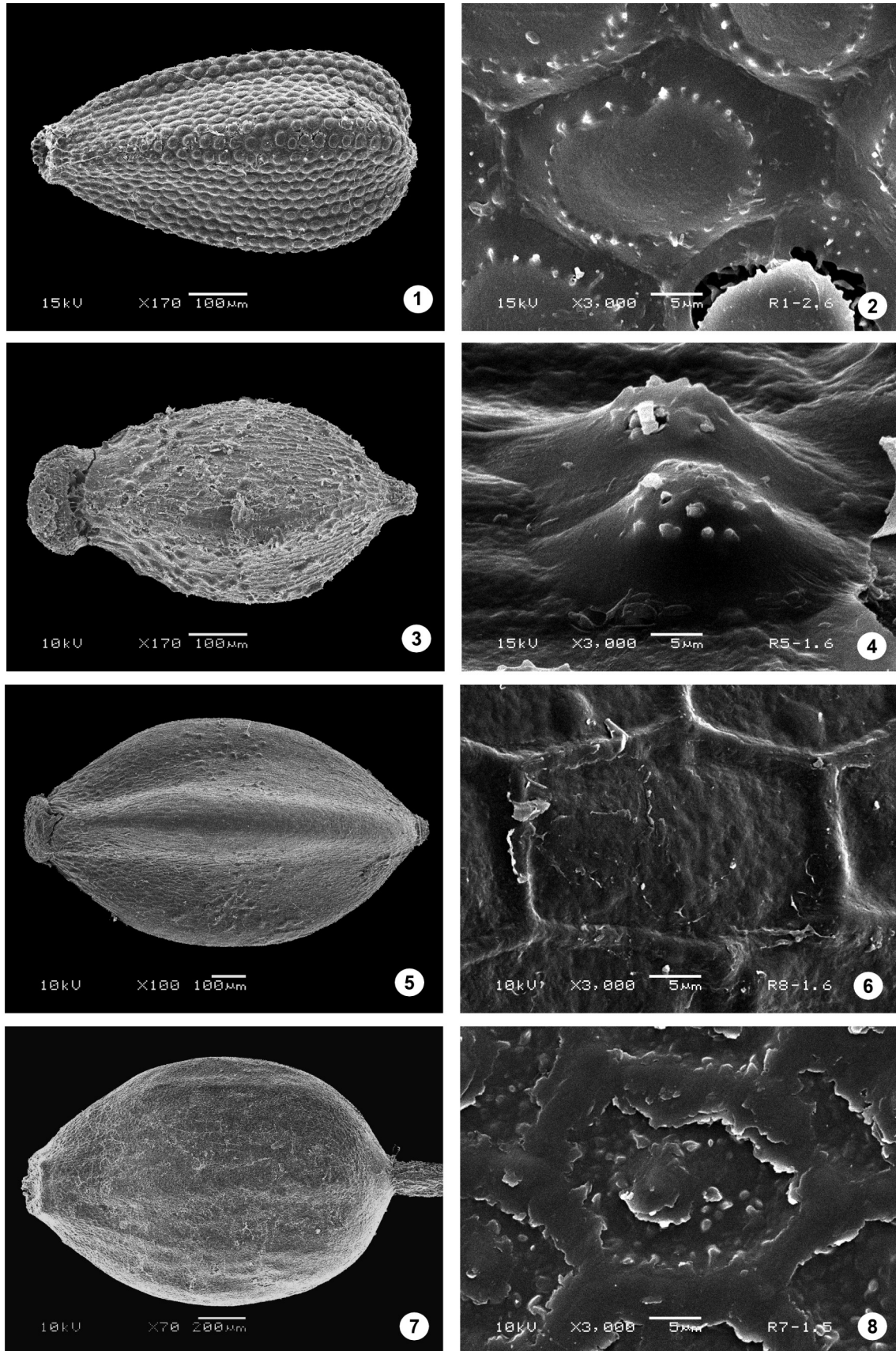
จากการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะสัณฐานวิทยาของผลพบว่า *A. dipsacoides* ssp. *siamensis* มีลักษณะเด่นแตกต่างจากสกุลอื่นๆ ที่ศึกษาคือ ผิวมีปุ่มปลายมนขนาดใหญ่ และก้านเกสรเพศเมียไม่ติดคงทน พืชในสกุล *Cyperus* ทั้ง 3 ชนิดที่นำมาศึกษามีลักษณะที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน คือ *C. stoloniferus* มีผิวผลเรียบ เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวรูปร่างคล้ายหกเหลี่ยมและมีผิวเคลือบคิวทินแบบเป็นขุย ซึ่งลักษณะผิวเคลือบคิวทินดังกล่าวยังไม่มียารายงานมาก่อนในการศึกษาผิวของผลพืชสกุลนี้⁹ *C. laxus* มีผิวผลเรียบและมีปุ่มเล็กเฉพาะบริเวณตอนกลางของผล เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวรูปร่างคล้ายหกเหลี่ยม ผิวเคลือบคิวทินเรียบ *C. haspan* ผิวผลมีปุ่มเล็กกระจายตัวห่างๆ อยู่ทั่วทั้งผล เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวรูปร่างคล้ายสี่เหลี่ยมผืนผ้า ผิวเคลือบคิวทินเรียบ จะเห็นได้ว่ารูปแบบผิวผลของพืชสกุลนี้ที่นำมาศึกษามีความแตกต่างกัน และสามารถนำมาใช้ในการจำแนกชนิดพืชสกุลนี้ที่ศึกษาได้สอดคล้องกับการศึกษาพืชวงศ์นี้ที่มีรายงานก่อนหน้านี้^{9,12} การศึกษาผลของพืชสกุล *Kyllinga* และ *Pycreus* พบว่าพืชทั้ง 5 ชนิด ส่วนใหญ่มีลักษณะสัณฐานวิทยาของผลคล้ายคลึงกัน คือ ผิวผลมีปุ่มเล็กหนาแน่น กระจายทั่วทุกบริเวณของ

ผล เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวมีรูปร่างคล้ายหกเหลี่ยม ยกเว้น *P. diaphanous* มีผิวผลที่โดดเด่นและแตกต่างไปจากสมาชิกในสกุลเดียวกันที่นำมาศึกษาคือ ผิวผลมีรอยย่นตามขวาง และ เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวมีรูปร่างคล้ายสี่เหลี่ยมผืนผ้า จากผล การศึกษายังไม่สามารถระบุข้อแตกต่างระหว่างสกุล *Cyperus*, *Kyllinga* และ *Pycurus* ได้อย่างชัดเจน ทั้งนี้เนื่องจากสกุล

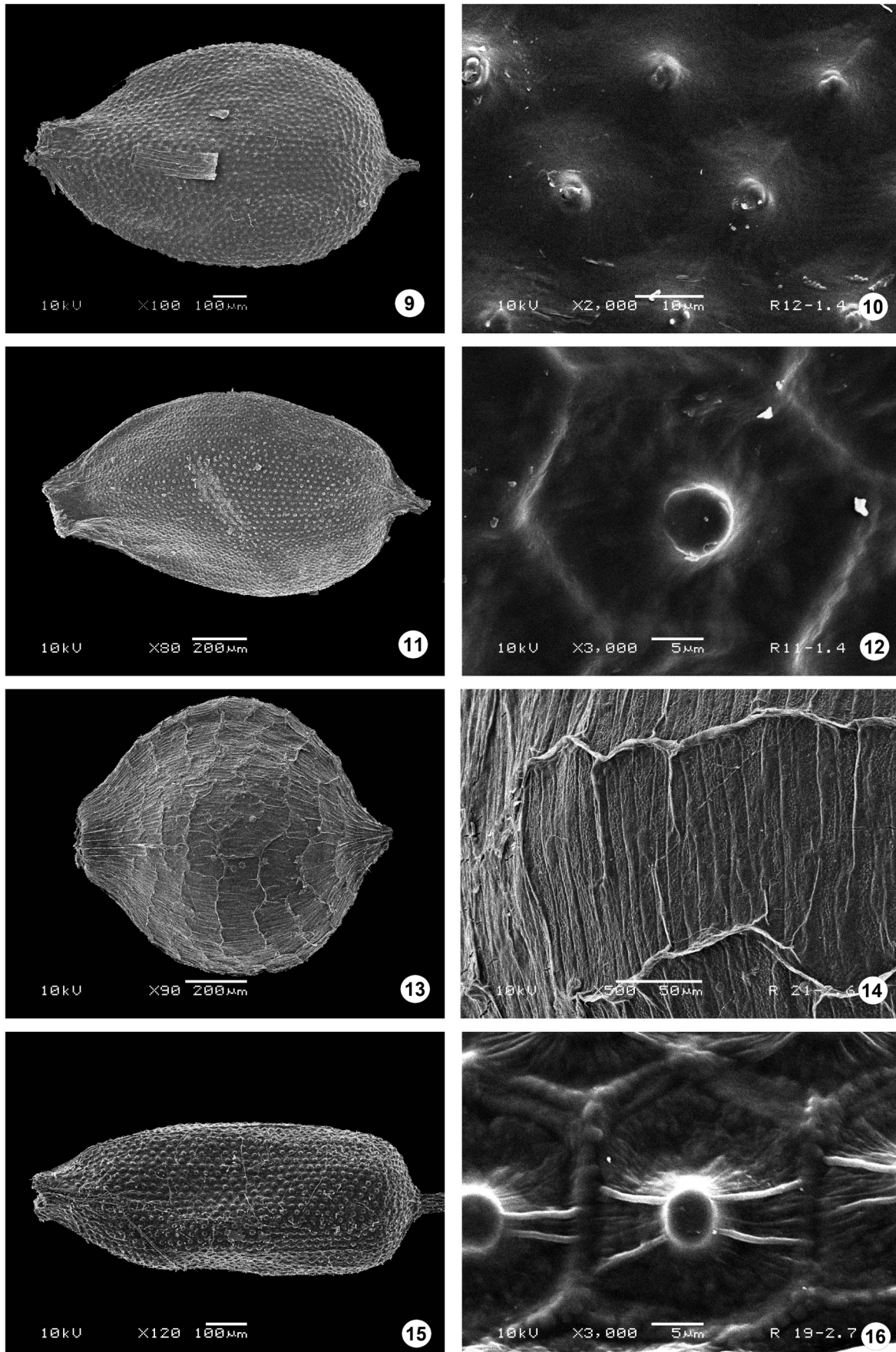
Cyperus มีจำนวนชนิดที่รายงานพบในประเทศไทยเป็นจำนวนมาก และการศึกษานี้เป็นเพียงการศึกษาเบื้องต้นจึง อาจไม่ครอบคลุมพืชในสกุลนี้ทั้งหมด และจำเป็นต้องมีการ ศึกษาเพิ่มเติมลักษณะจุลสัณฐานวิทยาอื่นๆ ตามที่มีรายงาน มาก่อน⁹⁻¹³ เพื่อข้อมูลในการจำแนกที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

Table 2 A comparison of fruit characteristic for Cyperaceae studied taxa

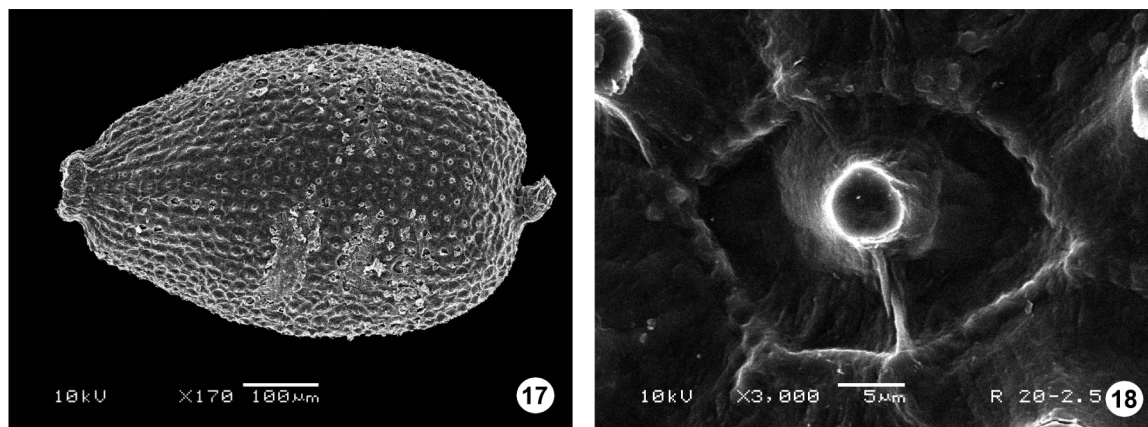
Taxon	Shape	Color	Style base	Fruits surface	Epidermal cells shape	Cells arrangement	Silica deposit
<i>Ascolepis dipsacoides</i> ssp. <i>siamensis</i>	Obovate	Black	Not persistent	Tuberculate	Hexagonal	Longitudinal rows	None
<i>Cyperus haspan</i>	Elliptic- obovate	Brown	Cone-shaped	Sparsely papillate	Rectangular	Longitudinal rows	Rounded
<i>C. laxus</i>	Elliptic	Black	Cone-shaped	Papillate on middle part	Hexagonal	Longitudinal rows	Cone shaped
<i>C. stoloniferus</i>	Broadly elliptic	Black	Rod-shaped	Smooth	Hexagonal	Irregular rows	None
<i>Kyllinga brevifolia</i>	Broadly elliptic	Light brown	Cone-shaped	Papillate	Hexagonal	Irregular rows	Cone shaped
<i>K. melanosperma</i>	Broadly obovate	Light brown	Cone-shaped	Papillate	Hexagonal	Irregular rows	Cone shaped
<i>Pycreus diaphanous</i>	Broadly elliptic	Black	Not persistent	Transversely wrinkled	Rectangular	Longitudinal rows	None
<i>P. polystachyos</i>	Oblong	Brown	Rod-shaped	Papillate	Hexagonal	Irregular rows	Cone shaped
<i>P. pumilus</i>	Narrowly obovate	Brown	Rod-shaped	Papillate	Hexagonal	Irregular rows	Cone shaped



Figures 1-8. SEM micrographs of fruit: Figs.1-2 *Ascolepis dipsacoides* ssp. *siamensis*; Figs.3-4 *Cyperus haspan*; Figs.5-6 *C. laxus*; Figs. 7-8 *C. stoloniferous*



Figures 9-16. SEM micrographs of fruit: Figs.9-10 *Kyllinga brevifolia*; Figs.11-12 *K. melanosperma*; Figs.13-14 *Pycreus diaphanous*; Figs.15-16 *P. polystachyos*



Figures 17-18. SEM micrographs of fruit of *Pycreus pumilus*

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุนพิพิธภัณฑ์พืชภาควิชาชีวิวิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น (KKU) ที่อนุเคราะห์ตัวอย่างผลพืชวงศ์กกที่ใช้ในการวิจัยนี้ ขอขอบคุนนางสาวอรอนงค์ นาคคง ที่ให้ความช่วยเหลือถ่ายภาพในการศึกษาด้วยกล้อง SEM และสุดท้ายขอขอบคุนคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัย ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. Bruhl JL. Sedge genera of the world: relationships and a new classification of the Cyperaceae. Australian Journal of Botany 1995;8:125-305.
2. Heywood VH, Brummitt RK, Culham A, Seberg O. Flowering plant families of the world. Ontario, Canada: Firefly Books;2007.
3. Simpson DA, Koyama T. Cyperaceae. In: Santisuk T, Larsen K, editors. Flora of Thailand. Bangkok: Diamond Printing.1998; 6(4):247-485.
4. Maxwell JF. *Fimbristylis alata* E.-G. Camus (Cyperaceae): a new record for Thailand. Natural History Bulletin of Siam Society 2002;50:115-6.
5. Simpson DA, Muasya AM, Chayamarit K, Parnell JAN, Suddee S, Wilde BDE et al. *Khaosokia caricoides*, a new genus and species of Cyperaceae from Thailand. Botanical Journal of the Linnean Society 2005;149:357-64.
6. Phulphong K, Chantaranothai P, Simpson DA. A new species of *Carex* (Cyperaceae) from Thailand. Kew Bulletin 2007;62:293-6.
7. Metcalf CR. Anatomy of the monocotyledon. V. Cyperaceae. Oxford: Clarendon Press. 1971.
8. Schuyler AE. Scanning Electron Microscopy of achene epidermis in species of *Scirpus* (Cyperaceae) and related genera. Proceedings of The Academy of Natural Sciences of Philadelphia 1971;123 (2): 29-52.
9. Hefler SM, Longhi-Wagner HM. Morphological analysis of fruit characteristic in species of *Cyperus* L. subg. *Cyperus*-Cyperaceae. Acta Botanica Brasiliica 2008;22(3): 637-651.
10. Lye KA. Achene structure and function of structure in Cyperaceae. In: Wilson KL and Morrison DA, editors. Monocots: Systematic and Evolution. Melbourne: CSIRO Publishing. 2000;615-628.
11. Prata APDN, Thomas WW, Wanderley MDGL. Micromorphology of achene surface in *Bulbostylis* Kunth (Cyperaceae). Revista Brasileira de Botânica 2008;31(4):587-596.
12. Starr JR, Ford BA. The taxonomic and phylogenetic utility of vegetative anatomy and fruit epidermal silica bodies in *Carex* section *Phyllostachys* (Cyperaceae). Canadian Journal of Botany 2001;79:362-379.
13. Toivonen H, Timonen T. Perigynium and achene epidermis in some species of *Carex*, subg. *Vignea* (Cyperaceae), studied by scanning electron micro-

- scopy. Annual Botany of Fennici 1976;13:49–59.
14. Standley LA. Systematics of the Acutae Group of *Carex* (Cyperaceae) in the Pacific Northwest. Systematic Botany Monographs 1985;7:1–106.
 15. Tallent RC, Wujek DE. Scanning electron microscopy as an aid to taxonomy of sedges (Cyperaceae: *Carex*). Micron and Microscopy Acta 1983;14(3):271–272.
 16. Thommasson JR. *Carex graceii* sp. n. *Cyperocarpus eliasii* sp. n., *Cyperocarpus terrestris* sp. n., and *Cyperocarpus pulcherima* sp. n. (Cyperaceae) from the Miocene of Nebraska. American Journal of Botany 1983;70(3):435-499.
 17. Thommasson JR. *Eleoformis svensonii* (Cyperaceae) from the Late Miocene Ogallala Group of Western Kansas. The Southwestern Naturalist 2003;48(3):442-444.
 18. Liu XQ, Li CS, Wang YF *Bolboschoenus* (Ascherson) Palla (Cyperaceae) from Pliocene of China. Journal of Integrative Plant Biology 2005;47(5):524-529.
 19. Rettig JH. Achene micromorphology of the *Carex nigromarginata* complex (section *Acrocystis*, Cyperaceae). Rhodora 1990;92(870):70–79.
 20. Noda K, Prakongvongs C and Chaiwiratnukul L. Topology of Seed and Leaves of Tropical Weed. Bangkok. Mass & Media; 1985.
 21. Phulphong K. Molecular and Morphological Systematics of Genus *Carex* L. (Cyperaceae) in Thailand. Ph.D. Thesis in Biology Science. Graduate School Khon Kaen University; 2007.
 22. สุภาวดี เพชรโคตร. กายวิภาคศาสตร์เปรียบเทียบและจุดสัณฐานวิทยาของผลของพืชสกุล *Eleocharis* R.Br. และ *Marpania* Aubl. (Cyperaceae) ในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2550.

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการป้องกันและควบคุมโรคโดยใช้รูปแบบการสอนแบบผสมผสาน
เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง นิสิตหลักสูตรสาธารณสุขศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 3 คณะสาธารณสุขศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

**Effective learning toward student center teaching program in prevention and disease
control course among 3rd year students, Bachelor of Public Health
at Faculty of Public Health, Mahasarakham University**

เขมิกา สมบัติโยธา^{1*} สุณีรัตน์ ยั่งยืน² สุภาเวช บุตรศรีภูมิ³

Kemika Sombateyotha^{1*}, Suneerat Yangyuen², Suphawet Bootsreepum³

Received : 15 February 2013; Accepted : 10 May 2013

บทคัดย่อ

การวิจัยกึ่งทดลองเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการป้องกันและควบคุมโรค โดยใช้รูปแบบการสอนแบบผสมผสานเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง กลุ่มตัวอย่าง คือ นิสิตชั้นปีที่ 3 หลักสูตรสาธารณสุขศาสตรบัณฑิต คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จำนวน 211 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง (ห้องเรียนระบบปกติ) จำนวน 95 คน ได้รับการสอนด้วยการสอนแบบผสมผสาน และกลุ่มเปรียบเทียบ (ห้องเรียนระบบพิเศษ) จำนวน 116 คน ได้รับการสอนแบบบรรยาย ดำเนินการศึกษา ระหว่าง เดือนตุลาคม 2553 - กันยายน 2554 เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม สถิติที่ใช้ ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ Paired Samples t-test กำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ $p\text{-value} < 0.05$

ผลการศึกษา พบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ ส่วนใหญ่เป็นนิสิตเพศหญิง ร้อยละ 68.42 และ 92.63 ตามลำดับ ทั้ง 2 กลุ่ม มีเกรดเฉลี่ยหลังการทดลอง ≥ 3.51 ร้อยละ 54.74 และ 37.61 ตามลำดับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการที่ทำการวิจัยของกลุ่มทดลองทั้งก่อนและหลังการทดลอง ภาพรวม ก่อนการทดลอง มีความรู้ระดับปานกลาง ร้อยละ 38.94 หลังการทดลอง มีความรู้ระดับดี ร้อยละ 43.16 กลุ่มเปรียบเทียบทั้งก่อนและหลังการทดลอง ภาพรวม ก่อนการทดลอง มีความรู้ระดับปานกลาง ร้อยละ 36.21 หลังการทดลอง มีความรู้ระดับดี ร้อยละ 38.79 ผลการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความรู้ กลุ่มทดลอง พบว่า หลังการทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยความรู้สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.001$)

ผลจากการศึกษาค้นคว้านี้ ชี้ให้เห็นความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ในวิชาการป้องกันและควบคุมโรค ทำให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น นิสิตได้รับความรู้และมีทักษะที่จำเป็นในการนำไปใช้ในการป้องกันโรคในชีวิตประจำวันได้

คำสำคัญ: การวิจัยในชั้นเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการป้องกันและควบคุมโรค การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

Abstract

This study is a Pretest-Posttest Quasi-experimental study aimed at researching the effectiveness of a learner center technique of prevention coupled with a disease control course among 3rd year students, bachelor of public health, Faculty of Public Health Mahasarakham University. The study subjects were selected by simple random sampling and divided into two groups: experimental groups (95 students) and comparison group (116 students). The learning method

^{1,2} อาจารย์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ³ นักวิชาการคอมพิวเตอร์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

^{1,2} Lecturer Faculty of Public Health, Mahasarakham University ³ Computer technical Faculty of Public Health, Mahasarakham University

* Corresponding author: Kemika Sombateyotha, Faculty of Public Health, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Mahasarakham 44150, Thailand. E-mail: kemika_s@yahoo.com

in the experimental groups involved integrative teaching with student center orientation, while conventional teaching orientation was used in the comparison group. A questionnaire was approved and data were collected from October 2010 to September 2012. Percentage, frequency, mean, standard deviation, and paired samples t-test were applied for analyzing data and statistical interpretation respectively with a statistical level of p -value <0.05 .

The results showed that most of the subjects were female in both the experimental group and the comparison group at 68.42% and 92.63% respectively. The grade point average of ≥ 3.51 appeared in both groups at 54.74% and 37.61% respectively. Score level of prevention and disease control of the experimental group before intervention of moderate level was 38.94% and after intervention of good level, 43.16%. In comparison, groups before intervention of the moderate level were 36.21% and after intervention of good level, 38.79%. Comparison score level after intervention in both the experimental group and comparison group: mean score in all teaching plans in the experimental group of good level 43.16%, comparison group of good level, 38.79%. Comparison mean score of different knowledge of prevention and disease control of experimental group after intervention was higher and statistically significant than before intervention p -value <0.001 , comparison group after intervention was higher and more statistically significant than before intervention p -value <0.001 .

Keywords : Learning effectiveness of prevention and disease control course, Learner center technique

บทนำ

การเกิดโรคทั้งโรคติดเชื้อและโรคไร้เชื้อ เกิดได้ง่ายกับบุคคลที่ไม่ทราบวิธีการป้องกันหรือวิธีการหลีกเลี่ยงรวมทั้งวิธีการปฏิบัติให้ร่างกายแข็งแรง เพื่อต่อสู้กับเชื้อโรคหรือปัจจัยที่มีโอกาสได้รับเข้าไป ซึ่งผู้ที่มีความรู้จะสามารถป้องกันโรคล่วงหน้า ซึ่งประกอบด้วยวิธีการป้องกันก่อนเกิดโรคหรือก่อนการเจ็บป่วย เช่น การดูแลรักษาร่างกายให้แข็งแรงอยู่เสมอ เพื่อให้เจ็บป่วยได้ง่าย การระวังไม่ให้ยุ่งลายนก เพื่อป้องกันไม่ให้เป็นโรคไข้เลือดออก การฉีดวัคซีนป้องกันโรคหัด การป้องกันโรคในระยะที่เกิดโรคหรือเจ็บป่วยขึ้นแล้ว เช่น การกินยาและปฏิบัติตามที่แพทย์สั่งเมื่อป่วย การป้องกันโรคเมื่อหายจากการเจ็บป่วยด้วยโรคแล้ว ซึ่งเป็นการกระทำหรือการงดกระทำเพื่อป้องกันไม่ให้ป่วยเรื้อรังหรือเป็นโรคนั้นซ้ำอีก การป้องกันโรค มีหลักการที่สำคัญ คือ การป้องกันโรคด้วยตนเอง เป็นการกระทำหรือไม่กระทำบางสิ่งบางอย่างของตนเอง เพื่อป้องกันไม่ให้เจ็บป่วย รวมทั้งการป้องกันการระบาดของโรคที่อาจเกิดขึ้นในชุมชนด้วย¹ สิ่งที่สำคัญคือ การเสริมสร้างสุขภาพเพื่อการป้องกันโรค ซึ่งในการศึกษาการป้องกันและการควบคุมโรค เป็นการพัฒนาศักยภาพบุคคลให้สามารถประเมินสภาพปัญหา และ สถานการณ์การดำเนินงานป้องกันควบคุมโรค และภัยสุขภาพ เพื่อสนับสนุนพัฒนาการดำเนินงานให้เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ และบูรณาการ ด้วยกระบวนการที่มีคุณภาพด้วยเหตุนี้บุคคลจึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาวิชาการป้องกันและควบคุมโรค ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงธรรมชาติของการเกิดโรค ระบาดวิทยาของการเกิดโรค แนวทางการป้องกันโรคทั้งก่อนเกิดโรคและหลังการเกิดโรค แนวทาง

ในการควบคุมทั้งโรคติดเชื้อ โรคติดต่อร้ายแรงที่ต้องแจ้งความ ซึ่งต้องมีการกักกันโรค ดำเนินการกำจัดทำลายเชื้อโรคอุบัติใหม่ อุตสาหกรรมที่มีความสำคัญทั้งด้านสุขภาพ เศรษฐกิจ และสังคมทั้งในประเทศและในสังคมโลก^{2,3}

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้จัดการเรียนการสอนรายวิชาการป้องกันและควบคุมโรค เพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของการเกิดโรค การป้องกันก่อนการเกิดโรค การควบคุมโรคและการป้องกันการเกิดโรค ทั้งโรคติดต่อและโรคไม่ติดต่อ รวมทั้งโรคอุบัติใหม่ มีการจัดการเรียนการสอนแบบบรรยาย ที่ผู้สอนมุ่งหมายให้ผู้เรียนได้ฟัง คิด พิจารณา เข้าใจ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และการจดบันทึกข้อความสำคัญๆ โดยผู้เรียนไม่ได้มีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนั้นจึงได้มีการนำวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางมาใช้ ซึ่งเป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่คำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญและคิดถึงประโยชน์ที่ผู้เรียนจะได้รับ โดยคำนึงถึงการทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้รอบด้าน เพื่อนำไปสู่พฤติกรรมที่พึงประสงค์ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางเป็นการจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับความสามารถและความสนใจของผู้เรียน โดยที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมและลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง ใช้รูปแบบการสอน อาทิ เช่น การสอนโดยใช้การอภิปรายกลุ่มย่อย กรณีตัวอย่าง กลุ่มสัมพันธ์ และการค้นคว้าด้วยตนเอง จากการจัดการเรียนการสอนทั้งแบบบรรยาย และแบบที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง⁴ ดังกล่าวผู้วิจัยจึงต้องการที่จะศึกษาว่ารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาการป้องกันและควบคุมโรคที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตหรือไม่ โดยผลวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการพัฒนา และจัดกิจกรรมการเรียนการสอน วิชาการป้องกันและควบคุมโรคที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางที่เหมาะสมต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการป้องกันและควบคุมโรคของนิสิตโดยใช้รูปแบบการสอนแบบผสมผสานโดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการป้องกันและควบคุมโรคของนิสิต หลังการเรียนการสอน ระหว่างการใช้รูปแบบการสอนแบบผสมผสานโดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางกับการสอนแบบบรรยาย

ขอบเขตของการวิจัย

ดำเนินการศึกษาในนิสิตหลักสูตรสาธารณสุขศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 3 คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ดำเนินการศึกษาระหว่าง เดือนตุลาคม 2553-กันยายน 2554

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปรต้น วิธีการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบผสมผสาน (อภิปราย) วิธีการสอนแบบบรรยายตัวแปรตาม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รูปแบบการวิจัย

เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ โดยที่

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนวิชาการป้องกันและควบคุมโรค ด้วยวิธีการเรียนการสอนแบบผสมผสาน (Combination method) โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

กลุ่มเปรียบเทียบ ได้รับการสอนวิชาการป้องกันและควบคุมโรค ด้วยวิธีการสอนแบบบรรยาย

กลุ่มตัวอย่าง

นิสิตระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 หลักสูตรสาธารณสุขศาสตรบัณฑิต คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม รวม 211 คน จัดทำทะเบียนรายชื่อนิสิตที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาป้องกันและควบคุมโรค ซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) จาก 2 ห้องเรียน เพื่อกำหนดเป็นกลุ่มทดลอง คือ ห้องเรียนระบบปกติ จำนวน 95 คน และ

กลุ่มเปรียบเทียบ คือ ห้องระบบพิเศษ จำนวน 116 คน (รวม 211 คน)

ระยะเวลาดำเนินการวิจัย

ดำเนินการศึกษาตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2554 ถึง 30 มีนาคม 2555

ระยะเวลาดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่วันที่ 16 ตุลาคม 2554 ถึง วันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2555

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. แผนจัดการเรียนการสอน
 - 1.1 แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยใช้การสอนแบบผสมผสาน (Combination method) ได้แก่ การอภิปราย การถามตอบ การบรรยาย มีจำนวน 4 แผน คือ แผนการสอนที่ 1 แนวคิด เกี่ยวกับธรรมชาติของการเกิดโรค แผนการสอนที่ 2 การป้องกันโรคระยะก่อนเกิดโรค ขณะเกิดโรคและการป้องกัน การเกิดโรคในครั้งต่อไปทั้งโรคติดต่อและโรคไม่ติดต่อ แผนการสอนที่ 3 โรคติดต่อและโรคไม่ติดต่อที่เป็นปัญหาสุขภาพ รวมทั้งปัจจัยที่มีผลต่อสุขภาพ แผนการสอนที่ 4 แนวทางป้องกันและแนวทางการควบคุมการเกิดโรคอุบัติใหม่
 - 1.2 แผนการสอนแบบปกติ ซึ่งใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย
2. แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาการป้องกันและควบคุมโรค

แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นครอบคลุมเนื้อหา เรื่องแนวคิด เกี่ยวกับธรรมชาติของการเกิดโรค การป้องกันโรคระยะก่อนเกิดโรค ขณะเกิดโรคและการป้องกันการเกิดโรค ในครั้งต่อไปทั้งโรคติดต่อและโรคไม่ติดต่อ โรคติดต่อและโรคไม่ติดต่อที่เป็นปัญหาสุขภาพรวมทั้งปัจจัยที่มีผลต่อสุขภาพ แนวทางป้องกันและแนวทางการควบคุมการเกิดโรคอุบัติใหม่
3. แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนิสิต เป็นแบบบันทึกสำหรับอาจารย์เพื่อสังเกตพฤติกรรมของนิสิตในขณะที่มีการเรียนการสอน เช่น ความสนใจในการเรียน การซักถาม ความกระตือรือร้นในการเรียน การพูดคุยกับเพื่อน การตอบคำถามในชั้นเรียน เวลาเข้าเรียน
4. แบบสำรวจความคิดเห็นของนิสิต

เป็นแบบสำรวจความคิดเห็นของนิสิตเกี่ยวกับการเรียนการสอน เช่น รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียน ความเหมาะสมของเนื้อหา/กิจกรรม เวลาในการสอนหรือทำกิจกรรม การแสดงความคิดเห็นในห้องเรียน การซักถามปัญหา

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ เป็นแบบสอบถามแบบทดสอบ และแบบบันทึกต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากแนวความคิดและทฤษฎีที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา โดยผ่านการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างและครอบคลุมเนื้อหา (Content validity) โดยผู้เชี่ยวชาญ และนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนิสิตชั้นปีที่3 หลักสูตรวิทยาศาสตร์-บัณฑิต สาขาอาชีพอนามัยและสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ จำนวน 30 คน แล้ววิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ฯ ใช้สูตร KR-20 เท่ากับ 0.73 และแบบสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนการสอน ใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาช (Cronbach's alpha coefficient)⁵ เท่ากับ 0.72

การดำเนินการทดลอง

การดำเนินการศึกษาค้างนี้ แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอนดังนี้

1. เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มอย่างง่าย จาก 2 ห้องเรียน ห้องเรียนระบบปกติเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 95 คน และห้องเรียนระบบพิเศษเป็นกลุ่มเปรียบเทียบ จำนวน 116 คน
2. ทำการสอบก่อนการทดลอง (Pre – test) ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ โดยใช้แบบทดสอบวิชาการป้องกันและควบคุมโรค
3. ทำการทดลอง โดยกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบได้รับการสอนวิชาการป้องกันและควบคุมโรค โดยกลุ่มทดลองใช้วิธีการสอนแบบผสมผสาน (อภิปราย) ส่วนกลุ่มเปรียบเทียบใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย
4. ทำการทดสอบหลังการทดลอง (Post-test) ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบโดยใช้แบบทดสอบวิชาการป้องกันและควบคุมโรค ชุดเดียวกับที่ใช้ในการสอบก่อนทดลอง (Pre test)
5. กลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ ในขณะที่ทำการสอนมีการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการสอน ซึ่งประกอบด้วย การสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนิสิต และแบบบันทึกประจำวันของอาจารย์

การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ Paired Samples t-test โดยกำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ $p\text{-value} < 0.05$

ผลการวิจัย

1. ลักษณะข้อมูลทางประชากรของกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ ส่วนใหญ่เป็น นิสิตหญิง ร้อยละ 68.42 และ 92.63 ตามลำดับ อายุของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ มีค่าฐานนิยม 21 ปี เท่ากัน กลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบมีเกรดเฉลี่ยหลังการทดลอง ≥ 3.51 ร้อยละ 54.74 และ 37.61 ตามลำดับ

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการป้องกันและควบคุมโรค

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบทั้งก่อนและหลังการทดลอง เป็นดังนี้ ภาพรวมทุกแผนการสอนก่อนการทดลอง กลุ่มทดลองมีความรู้ระดับปานกลาง ร้อยละ 38.94 ส่วนกลุ่มเปรียบเทียบ มีความรู้ระดับปานกลาง ร้อยละ 36.21 หลังการทดลอง กลุ่มทดลองมีความรู้ระดับดี ร้อยละ 43.16 กลุ่มเปรียบเทียบ มีความรู้ระดับดี ร้อยละ 38.79 เมื่อจำแนกตามแผนการสอน พบว่า แผนการสอนเรื่องแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของการเกิดโรค ก่อนการทดลอง กลุ่มทดลองมีความรู้ระดับดี ร้อยละ 37.74 กลุ่มเปรียบเทียบ มีความรู้ระดับปานกลาง ร้อยละ 37.93 หลังการทดลอง กลุ่มทดลองมีความรู้ระดับดี ร้อยละ 47.37 กลุ่มเปรียบเทียบ มีความรู้ระดับดี ร้อยละ 43.96 แผนการสอนเรื่องการป้องกันโรคระยะก่อนเกิดโรค ขณะเกิดโรคและการป้องกันการเกิดโรค ในครั้งต่อไปในโรคติดต่อ ก่อนการทดลอง กลุ่มทดลองมีความรู้ระดับปานกลาง ร้อยละ 40 กลุ่มเปรียบเทียบ มีความรู้ระดับปานกลาง ร้อยละ 39.66 หลังการทดลอง กลุ่มทดลองมีความรู้ระดับดี ร้อยละ 41.05 กลุ่มเปรียบเทียบ มีความรู้ระดับดี ร้อยละ 37.93 แผนการสอนเรื่องการป้องกันโรคระยะก่อนเกิดโรค ขณะเกิดโรคและการป้องกันการเกิดโรคในครั้งต่อไปในโรคไม่ติดต่อ ก่อนการทดลอง กลุ่มทดลองมีความรู้ระดับปานกลาง ร้อยละ 37.89 กลุ่มเปรียบเทียบ มีความรู้ระดับปานกลาง ร้อยละ 37.93 หลังการทดลอง กลุ่มทดลองมีความรู้ระดับดี ร้อยละ 45.26 กลุ่มเปรียบเทียบ มีความรู้ระดับดี ร้อยละ 39.66 แผนการสอนเรื่องแนวทางป้องกันและแนวทางการควบคุมการเกิดโรคอุบัติใหม่ ก่อนการทดลอง กลุ่มทดลองมีความรู้ระดับปานกลาง ร้อยละ 36.84 กลุ่มเปรียบเทียบ มีความรู้ระดับปานกลาง ร้อยละ 37.93 หลังการทดลอง กลุ่มทดลองมีความรู้ระดับดี ร้อยละ 36.84 กลุ่มเปรียบเทียบ มีความรู้ระดับปานกลาง ร้อยละ 39.66 (Table 1)

2.2 เมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความรู้ทุกแผนการสอน หลังการทดลอง กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความรู้ทุกแผนการสอนสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} = 0.001$) กลุ่มเปรียบเทียบ มีคะแนน

เฉลี่ยความรู้ทุกแผนการสอนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ p-value<0.001 (Table 2)

3. ผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนิสิต ในขณะที่มีการเรียนการสอน

ผลการสังเกตพฤติกรรมของนิสิตในขณะที่มีการเรียนการสอน กลุ่มทดลอง มีความสนใจในการเรียนดี ร้อยละ 73.69 ความกระตือรือร้นในการเรียนดี ร้อยละ 68.42 มีการตอบคำถามในชั้นเรียนน้อย ร้อยละ 47.37 มีการเข้าเรียนตรงเวลา ร้อยละ 88.42 มีการเดินในชั้นเรียนต่ำ ร้อยละ 73.68 สำหรับกลุ่มเปรียบเทียบมีความสนใจดี ร้อยละ 73.28 กระตือรือร้นดี ร้อยละ 67.24 การตอบคำถามในชั้นเรียนน้อย ร้อยละ 48.2 มีการเข้าเรียนตรงเวลา ร้อยละ 87.93 มีการเดินในชั้นเรียนต่ำ ร้อยละ 73.28

4. ความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนการสอนหลังการทดลอง

ความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนการสอนหลังการทดลอง กลุ่มทดลอง มีความคิดเห็นในภาพรวม เห็นด้วยมากที่สุด ร้อยละ 31.58 เห็นด้วยมากที่สุดเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนแบบอภิปราย ร้อยละ 47.37 ความเหมาะสมของเนื้อหา/กิจกรรม ครอบคลุมวัตถุประสงค์ เห็นด้วยมากที่สุด ร้อยละ 47.37 เวลาเหมาะสมกับหัวข้อการเรียนแต่ละบท เห็นด้วยมากที่สุด ร้อยละ 48.42 การกล้าแสดงความคิดเห็น

ในห้องเรียน เห็นด้วยมากที่สุด ร้อยละ 29.42 และกลุ่มทดลอง มีความเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนแบบอภิปรายเป็นสิ่งที่ดีทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมากขึ้น โดยการศึกษาหาความรู้มาก่อนล่วงหน้าตามที่ได้รับมอบหมาย จากนั้นนำมาอภิปรายในประเด็นต่าง ๆ ทำให้ได้เกิดความรู้ความเข้าใจลึกซึ้งมากขึ้นและมีทักษะที่จำเป็นในการนำไปใช้ในการป้องกันการเกิดโรคในชีวิตประจำวันได้ อยากให้มีการจัดการเรียนแบบนี้อีกในปีการศึกษาต่อไป

สำหรับกลุ่มเปรียบเทียบมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนการสอนหลังการวิจัยในภาพรวม เห็นด้วยมากที่สุด ร้อยละ 31.90 การจัดกิจกรรมการเรียนแบบบรรยาย เห็นด้วยมากที่สุด ร้อยละ 43.10 ความเหมาะสมของเนื้อหา ครอบคลุมวัตถุประสงค์ เห็นด้วยมากที่สุด ร้อยละ 48.28 เวลาในการสอนเหมาะสมกับหัวข้อการเรียนแต่ละบท เห็นด้วยมากที่สุด ร้อยละ 46.55 การกล้าแสดงความคิดเห็นในห้องเรียน เห็นด้วยปานกลาง ร้อยละ 29.31 และกลุ่มเปรียบเทียบมีความเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนแบบบรรยายถึงแม้ว่าจะทำให้ผู้เรียนได้ฟัง อ่านและพิจารณาทำความเข้าใจในหัวข้อวิชาดี แต่ผู้เรียนไม่ได้มีส่วนร่วมในการจัดการเรียน บางครั้งอาจทำให้เกิดความเบื่อหน่าย จึงอยากให้มีการจัดการเรียนการสอนแบบอื่น เช่น การอภิปราย ซึ่งนิสิตจะได้ศึกษาค้นคว้ามาก่อนจะมีการเรียนในชั้นเรียน

Table 1 Percentage of score level between experimental and comparison group before-after intervention

Score level	Before intervention				After intervention			
	Experimental group (n=95)		Comparison group (n=116)		Experimental group (n=95)		Comparison group (n=116)	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
1. Total (scores level)								
Good (> 85.08)	30	31.58	39	33.62	41	43.16	45	38.79
Moderate (69.9 - 85.08)	37	38.94	42	36.21	30	31.58	40	34.48
Low (< 69.9)	28	29.48	35	30.17	24	25.26	31	26.73
2. Concept of Natural history of disease (scores level)								
Good (>21)	33	34.74	42	36.21	45	47.37	51	43.96
Moderate (17-21)	37	38.95	44	37.93	30	31.58	38	32.76
Low (<17)	25	26.31	30	25.86	20	21.05	27	23.28

Table 1 Percentage of score level between experimental and comparison group before-after intervention (Cont.)

Score level	Before intervention				After intervention			
	Experimental group (n=95)		Comparison group (n=116)		Experimental group (n=95)		Comparison group (n=116)	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
3. Prevention of communicable diseases in stage of pre-disease, during and new infection (scores level)								
Good (>21)	30	31.58	37	31.89	39	41.05	44	37.93
Moderate (17-21)	38	40.00	46	39.66	31	32.63	35	30.17
Low (<17)	27	28.42	33	28.45	25	26.32	37	31.90
4. Prevention of non-communicable diseases in stage of pre-disease, during and new infection (scores level)								
Good (>21)	31	32.63	38	32.76	43	45.26	46	39.66
Moderate (17-21)	36	37.89	44	37.93	28	29.48	41	35.34
Low (<17)	28	29.48	34	29.31	24	25.26	29	25.00
5. Prevention and disease control of emerging disease (scores level)								
Good I (>21)	27	28.42	32	27.59	35	36.84	38	32.76
Moderate (17-21)	35	36.84	43	37.93	33	37.74	46	39.66
Low (<17)	33	37.74	41	35.34	27	28.42	32	27.58

Table 2 Comparison of mean score different between experimental and comparison group before-after intervention

Teaching plan topic	n	Before intervention		After intervention		t*	p-value
		\bar{X}_1	SD ₁	\bar{X}_2	SD ₂		
Experimental group							
Learning plan 1	95	54.2	7.53	72.12	6.2	17.02	<0.001
Learning plan 2	95	55.4	6.41	75.10	8.9	19.31	<0.001
Learning plan 3	95	58.0	7.56	77.13	8.9	16.33	<0.001
Learning plan 4	95	60.3	9.43	85.14	6.3	17.12	<0.001
Total	95	56.90	8.30	77.49	7.59	16.06	<0.001
Comparison group							
Learning plan 1	95	50.10	7.62	72.11	7.32	18.02	<0.001
Learning plan 2	95	53.11	9.10	75.11	7.65	17.31	<0.001
Learning plan 3	95	58.0	10.3	76.10	6.33	13.33	<0.001
Learning plan 4	95	54.62	8.15	79.0	5.82	12.12	<0.001
Total	95	53.81	8.59	75.58	6.38	15.27	<0.001

t* paired samples t-test

อภิปรายผล

จากผลการศึกษา พบว่า ผลการทดสอบการเรียนรู้วิชาการป้องกันและควบคุมโรคของกลุ่มทดลองทั้งก่อนและหลังการวิจัย ภาพรวม ก่อนการทดลอง มีความรู้ระดับปานกลาง ร้อยละ 38.94 หลังการทดลอง มีความรู้ระดับดี ร้อยละ 43.16 กลุ่มเปรียบเทียบทั้งก่อนและหลังการวิจัย ภาพรวม ก่อนการทดลอง มีความรู้ระดับปานกลาง ร้อยละ 36.21 หลังการทดลอง มีความรู้ระดับดี ร้อยละ 38.79 สอดคล้องกับการศึกษาของ วิภาวรัตน์ สุวรรณไพบพะและคณะ⁶ การประเมินผลการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ในรายวิชาวิจัยทางการแพทย์พยาบาล วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนครราชสีมา ศึกษาในปี พ.ศ. 2554 ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

ผลการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความรู้เรื่องการป้องกันและควบคุมโรค กลุ่มทดลอง พบว่าที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสาน (อภิปราย) หลังการทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยความรู้เรื่องการป้องกันและควบคุมโรคสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value}<0.001$) กลุ่มเปรียบเทียบที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบบรรยาย หลังการทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยความรู้เรื่องการป้องกันและควบคุมโรคสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value}<0.001$) สอดคล้องกับการศึกษาของ อุดมศักดิ์ มหาวิวัฒน์ และคณะ^{7,8} ทำการศึกษาในปี 2552 โดยศึกษาประสิทธิผลการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในรูปแบบต่างๆ ของนิสิตที่เรียนวิชาเพศศึกษาและการเตรียมตัวเข้าสู่ชีวิตครอบครัว พบว่า นิสิตส่วนใหญ่มีผลการเรียนวิชาเพศศึกษา หลังทดลองในระดับปานกลาง (กลุ่มทดลอง ร้อยละ 63.0 กลุ่มเปรียบเทียบ ร้อยละ 74.0) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเพศศึกษา หลังทดลองพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value}<0.001$) และการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในวิชาเพศศึกษา ทำให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนมากขึ้น และนิสิตได้รับความรู้และมีเจตคติตลอดจนทักษะการปฏิบัติตนในเรื่องเพศมากขึ้นเช่นกัน และการศึกษาของ ไตรตรีย์ แพน้อย⁹ ศึกษาในปี พ.ศ. 2550 ทำการศึกษาผลของกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อสมรรถนะการปฏิบัติงานในหน่วยบริการปฐมภูมิของนักศึกษาพยาบาล วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนครราชสีมา ซึ่งการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยใช้

วิธีการอภิปรายกลุ่มย่อย พบว่า ความรู้ เจตคติและทักษะด้านการประเมินภาวะสุขภาพและการจัดการกับสุขภาพและความเจ็บป่วยของนักศึกษาพยาบาลหลังการได้รับกิจกรรมเสริมหลักสูตรสูงกว่าก่อนได้รับกิจกรรมเสริมหลักสูตร และสอดคล้องกับการศึกษาของ ทิพวรรณ คนชื่อ¹⁰ ทำการศึกษาวิธีการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง การเรียนเพื่อพัฒนาบุคลิกภาพความเป็นผู้นำและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านป่าวิทยา ตำบลบ้านป่า อำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ปี พ.ศ. 2549 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง มีบุคลิกภาพความเป็นผู้นำและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนปกติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value}<0.05$)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้

1. ผู้สอนสามารถนำการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยวิธีการอภิปรายกลุ่ม ไปใช้ในการเรียนในรายวิชาอื่น ๆ ได้ตามความเหมาะสม ทั้งนี้เพราะสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนด้านผลการทดสอบการเรียนในรายวิชาป้องกันและควบคุมโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. ผู้สอนและผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงบทบาทจากการเรียนการสอนแบบเดิมมาสู่การเรียนการสอนแบบใหม่ โดยเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และผู้สอนเป็นผู้วางแผน สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ การแสดงออกและคิดอย่างสร้างสรรค์

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรนำรูปแบบการวิจัยนี้ ไปใช้ในการวิจัยเนื้อหาอื่น ในระดับชั้นอื่นหรือในรายวิชาอื่นๆ ตามความเหมาะสม
2. ควรทำการศึกษาวิจัยผลของการจัดการเรียนรู้ โดยการอภิปรายกลุ่มและการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในการเรียนในรายวิชาอื่น ๆ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะสาธารณสุขศาสตรมหาวิทาลัยมหาสารคาม ที่สนับสนุนทุนการวิจัยครั้งนี้ จากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปี พ.ศ.2554 และขอขอบคุณกลุ่มตัวอย่างทุกคน ที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

1. ญัฐจาพร พิษัยณรงค์ และวิศิษฐ์ ญวีพจน์กำจร. วิทยาการระบาด. มหาสารคาม: อภิชาติการพิมพ์. 2549
2. คณะทำงานด้านการรักษาพยาบาล กรมการแพทย์ สำนักพัฒนาวิชาการแพทย์ กรมการแพทย์. ทวี โชติพิทยสุนนท์ และ นฤมลสุวรรณปัญญาเลิศ : บรรณาธิการ. แนวทางเวชปฏิบัติการวินิจฉัยและการดูแลรักษาผู้ป่วยใช้หวัดนก/ไข้หวัดใหญ่. กรุงเทพฯ : พิมพ์ ครั้งที่ 1, สำนักพิมพ์กรุงเทพเวชสาร. 2549.
3. คณะทำงานด้านการรักษาพยาบาล สำหรับโรคอุบัติใหม่ ของระบบทางเดินหายใจ. คู่มือประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการแนวทางการดำเนินงานด้านการรักษาพยาบาลโรคไข้หวัดนก. เอกสารโรเนียว. 2549
4. กอบวิทย์ พิริยวัฒน์, ชูติมา วัฒนะคีรี, ราชนันท์ บุญธิดา. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตา คอคนิชันในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์. มปท. 2554.
5. อรุณ จิรววัฒน์กุล. ชีวิตที่ดีสำหรับงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ สุขภาพ. ขอนแก่น: ภาควิชาชีวิตที่ดีและประชากรศาสตร์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2547
6. วิภารัตน์ สุวรรณไวพัฒนา และ ดวงรัตน์ คัดทะเลการ ประเมินผลการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ในรายวิชาวิจัยทางการพยาบาล วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนครราชสีมา. ว. การพยาบาลและการศึกษา ปีที่ 4 ฉบับที่ 3 (กันยายน –ธันวาคม 2554) .
7. อุดมศักดิ์ มหาวิวัฒน์. อนามัยครอบครัว.คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม; 2547.
8. อุดมศักดิ์ มหาวิวัฒน์ สุณิรัตน์ ยั่งยืน ธิดารัตน์ สมบัติ สุวิมล สังฆะมณี ขวัญใจ สุกรนันท์ จินดาวัลย์ วิบูลย์ อุทัย และคณะ. ประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในรูปแบบต่างๆ ของนิสิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาสารคาม 2552;28 (3):337-45.
9. ไศรตรีย์ แพน้อย มารุต คำชะอำ และปรานี ทองคำ. ผลของกิจกรรมเสริมหลักสูตรแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อสมรรถนะการปฏิบัติงานในหน่วยบริการปฐมภูมิของนักศึกษาพยาบาล. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี 2550; 18(1): 53-67.
10. ทิพวรรณ คนชื่อ: วิธีการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง การเรียนเพื่อพัฒนาบุคลิกภาพความเป็นผู้นำและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1.[ออนไลน์]. 2549. [อ้างเมื่อ 24 มกราคม 2554]. จาก: URL:<http://www.thaiedresearch.org/result/index.html>

**ความคิดเห็นของนิสิตและบุคลากรมหาวิทยาลัยมหาสารคามต่อ (ร่าง) พ.ร.บ.คุ้มครอง
อนามัยการเจริญพันธุ์ การอนุญาตให้วัยรุ่นที่ตั้งครรภ์ขณะเรียนสามารถเรียนและลาได้
Mahasarakham University Staff and Student Opinions on the Protection and Reproduc-
tion Health Act Draft on the Topic of Pregnancy during study and on leave.**

จาวรรณ ก้าวหน้าไกล¹ พร้อมจิตร ห่อนบุญเหิม² ผการัตน์ สุขชุม³ อัจฉรา ชัยชาญ¹ อรัญญา ทองก้อน¹
Jaruan Kownaklai¹, Promjit Hornboonherm², Pakarat Sukchoom³, Atchara Chaichan¹, Aranya Thongkon¹
Received : 11 March 2013; Accepted : 30 May 2013

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนิสิตและบุคลากรมหาวิทยาลัยมหาสารคามต่อ (ร่าง) พ.ร.บ.คุ้มครองอนามัยการเจริญพันธุ์ การอนุญาตให้วัยรุ่นที่ตั้งครรภ์ขณะเรียนสามารถเรียนและลาได้ กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย 3 กลุ่ม เป็นนิสิตจำนวน 1,019 คน บุคลากร จำนวน 66 คน และผู้บริหาร จำนวน 9 คน ผลการวิจัย พบว่า นิสิต บุคลากร และผู้บริหาร ในมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เห็นด้วยกับเนื้อหาสาระและการมี (ร่าง) พ.ร.บ. คุ้มครองอนามัยการเจริญพันธุ์ (มาตรา 12) การอนุญาตให้วัยรุ่นที่ตั้งครรภ์ขณะเรียนสามารถเรียนและลาได้ มีประเด็นความคิดเห็นที่แตกต่างระหว่างนิสิต บุคลากร และผู้บริหาร 2 ข้อ ได้แก่ ข้อแรก บุคลากร (ร้อยละ 62.1) และผู้บริหาร (ร้อยละ 77.7) เห็นว่า ร่าง พ.ร.บ. ฉบับนี้ จะเป็นการส่งเสริมให้วัยรุ่นมีเพศสัมพันธ์ก่อนวัยอันควร ขณะที่นิสิตเห็นว่าจะไม่เป็นการส่งเสริมให้วัยรุ่นมีเพศสัมพันธ์ก่อนวัยอันควร (ร้อยละ 67.6) และข้อสอง บุคลากร (ร้อยละ 60.6) และผู้บริหาร (ร้อยละ 66.7) เห็นว่า ร่าง พ.ร.บ. ฉบับนี้จะส่งเสริมให้มีการตั้งครรภ์ในวัยเรียนมากขึ้น ขณะที่นิสิตส่วนใหญ่ (ร้อยละ 67) ไม่เห็นด้วย และด้านความพร้อมของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม พบว่า นิสิต (ร้อยละ 89.8) บุคลากร (ร้อยละ 77.3) และผู้บริหาร (ร้อยละ 77.7) มีความคิดเห็นที่มหาวิทยาลัยมหาสารคามพร้อมสำหรับการเปิดโอกาสให้วัยรุ่นที่ตั้งครรภ์ขณะเรียนสามารถมาเรียนตามปกติและกลับมาเรียนหลังคลอดได้

ผลการวิจัยสะท้อนว่ายังมีความคิดเห็นที่ไม่สอดคล้องกันในแต่ละกลุ่ม ซึ่งสถาบันการศึกษาต้องเตรียมการรองรับเพื่อทำความเข้าใจให้ตรงกัน หาก (ร่าง) พ.ร.บ. ฉบับนี้ถูกประกาศใช้

คำสำคัญ (ร่าง) พ.ร.บ.คุ้มครองอนามัยการเจริญพันธุ์ วัยรุ่นตั้งครรภ์ อนามัยการเจริญพันธุ์

Abstract

This survey study aimed to understand the opinions of students and staffs at Mahasarakham University(MSU) on the Act on Protection of Reproductive Health Act Draft. The draft discusses pregnancy during study and on leave. The sample consisted of three groups: 1,019 students, 66 staffs and 9 executive staffs:

The result of the survey research found that students and staff agree with the contents of the Reproductive Health Protection Act Draft, (Section 12) which allows pregnant teenagers to attend during study and on leave. They have 2 different opinions which are; Firstly, 62.1% staffs and 77.7% executive staffs will encourage teens to have sex prematurely. The students do not encourage teens to have sex prematurely (67.6 %). secondly, 60.6% staffs and 66.7% executive staffs will encourage more teenage pregnancy. 67% students do not. 89.8% students, 77.3% staffs

¹ อาจารย์ประจำกลุ่มวิชาการพยาบาลครอบครัว คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
² รองศาสตราจารย์ประจำกลุ่มวิชาการพยาบาลครอบครัว คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
³ อาจารย์ประจำกลุ่มสังคมศึกษา โรงเรียนสาธิต (ฝ่ายมัธยม) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
¹ Lecturer of Family Nursing, Faculty of Nursing, Mahasarakham University 44150
² Associate Professor of Faculty of Nursing, Mahasarakham University 44150
³ Instructor of Social Disciplines. Mahasarakham University Demonstration School(Secondary) 44150

and 77.7% executive staffs agree that Mahasarakham University would allow students who become pregnant during study and regularly return to school after giving birth. The results also reflect the opinions inconsistently with each group and should be understandable topics.

Key words: Protection and Reproduction Health Act Draft, Teenagers pregnant, Reproductive Health.

บทนำ

องค์การอนามัยโลก (WHO, 2004) แบ่งช่วงวัยรุ่น ออกเป็นวัยรุ่นตอนต้นอายุ 10-15 ปี วัยรุ่นตอนกลาง 16-19 ปี และวัยรุ่นตอนปลาย 20-24 ปี ช่วงอายุ 16-19 ปี ถือเป็นช่วงที่มีการเจริญเติบโตทางร่างกายเต็มที่ วัยรุ่นเป็นวัยที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านร่างกายและจิตใจ มีอารมณ์อ่อนไหว ควบคุมอารมณ์ยาก เป็นวัยอยากรู้ อยากลอง ต้องการสร้างคุณค่าในตนเอง ต้องการการยอมรับจากคนอื่น และต้องการเป็นอิสระ ปัจจุบันในสังคมประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงค่านิยมในการดำเนินชีวิต รวมถึงค่านิยมทางเพศ ทศนคติจากตะวันตกเข้ามามีอิทธิพลมากขึ้น ทำให้ทัศนคติและพฤติกรรมของวัยรุ่น โดยเฉพาะพฤติกรรมทางเพศเปลี่ยนแปลงไป เช่น ค่านิยมในการรักษาวลสงวนตัวน้อยลง การมีเพศสัมพันธ์เร็วขึ้น ทำให้วัยรุ่นโดยเฉพาะวัยรุ่นหญิง มีเพศสัมพันธ์ก่อนวัยอันควรทั้งโดยตั้งใจและไม่ตั้งใจสูงขึ้นจากอดีต เป็นเหตุให้วัยรุ่นส่วนหนึ่งตั้งครรภ์ในขณะที่เรียน ซึ่งข้อมูลด้านการแพทย์ระบุว่า ส่วนมากเป็นการตั้งครรภ์ที่ไม่ได้วางแผน หรือการตั้งครรภ์ไม่พึงประสงค์ เป็นการนำไปสู่การทำแท้งผิดกฎหมาย ซึ่งเป็นอันตรายต่อทั้งวัยรุ่นและทารกในครรภ์¹ ปัญหาและผลกระทบของการตั้งครรภ์มีหลายด้าน ทั้งต่อตนเอง ครอบครัว และสังคม ซึ่งสาเหตุที่ทำให้ปัญหาการตั้งครรภ์ในวัยรุ่นมีมากขึ้นในสังคมไทย ได้แก่ วัยรุ่นมีเพศสัมพันธ์มากกว่าในอดีต มีการคุมกำเนิดน้อย เพราะขาดความรู้ เนื่องจากไม่มีการสอนเกี่ยวกับเรื่องนี้ โดยเฉพาะ จากสถิติพบว่าวัยรุ่นมีการตั้งครรภ์มากถึง 1 ใน 5 ภายหลังจากการมีเพศสัมพันธ์เพียงเดือนเดียว และจะตั้งครรภ์ถึงครึ่งหนึ่งใน 6 เดือนแรกของการมีเพศสัมพันธ์ ถ้าไม่ได้คุมกำเนิด การตั้งครรภ์ที่ไม่ได้วางแผน และไม่ได้ตั้งใจจะให้เกิดขึ้น การวินิจฉัยการตั้งครรภ์ในวัยรุ่นทำได้ช้า ความสนใจในเรื่องการตั้งครรภ์ในวัยรุ่นของคนในสังคมมีน้อยมาก การไม่ยอมคุมกำเนิด เป็นต้น ไม่ว่าจะเป็นการตั้งครรภ์ที่พึงปรารถนาหรือไม่ก็ตาม จะมีอันตรายต่อทั้งมารดาและทารกมากกว่าในวัยผู้ใหญ่ ปัญหาที่พบบ่อยอีกประการหนึ่ง คือ โรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ ซึ่งนอกจากจะมีอันตรายทันทีแล้ว ยังอาจจะทำให้มีบุตรยากในอนาคตได้ ถ้าการตั้งครรภ์นั้นไม่เป็นที่ปรารถนา ทำให้พยายามไปลักลอบทำแท้ง ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่ามีโอกาสเกิดอันตรายต่อชีวิตหรือทุพพลภาพได้สูง²

จากกระแสสังคมในปี 2553 ที่มีต่อการร่างพระราชบัญญัติเกี่ยวกับอนามัยเจริญพันธุ์³ ซึ่งมีสาระสำคัญเพื่อปกป้องคุ้มครองคนไทยจากปัญหาอนามัยเจริญพันธุ์ เช่น ปัญหาการมีเพศสัมพันธ์ที่ไม่ปลอดภัย การล่วงละเมิดทางเพศ การตั้งครรภ์ที่ไม่พร้อม การทำแท้งที่ไม่ปลอดภัย การแพร่ระบาดของโรคเอดส์ การติดเชื้อของระบบสืบพันธุ์ แต่ประเด็นที่กำลังได้รับความสนใจ คือ ประเด็นการตั้งครรภ์ในวัยเรียนใน มาตรา 12 ที่จะอนุญาตให้วัยรุ่นตั้งครรภ์ได้มีโอกาสเรียนระหว่างตั้งครรภ์จนกว่าจะคลอด แทนการให้ออกจากโรงเรียนหรือสถาบันการศึกษาตั้งที่ผ่านมา โดยสาระสำคัญใน ร่าง พ.ร.บ. ฉบับนี้ ยังเป็นที่ถกเถียงกัน มีทั้งผู้สนับสนุนและไม่เห็นด้วยกับ ร่าง พ.ร.บ. ฉบับนี้ ขณะนี้ พ.ร.บ. อยู่ในระหว่างทำประชาพิจารณ์โดยประชาชน สถาบันการศึกษา นักวิชาการ ผู้ให้บริการ และผู้ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะเห็นได้ว่าทางออกของการตั้งครรภ์ในวัยรุ่นนั้น มีทั้งการทำแท้งเถื่อน และการยอมรับให้การตั้งครรภ์ดำเนินต่อไปจนคลอด ทั้งสองทางเลือกนับว่าเป็นภาระอันหนักอึ้งของวัยรุ่นที่ตั้งครรภ์ ซึ่งต้องได้รับการช่วยเหลือจากทั้งภาคส่วนของครอบครัว และสถาบันการศึกษา

ในฐานะที่มหาวิทยาลัยมหาสารคามเป็นสถาบันการศึกษาที่ให้การสนับสนุนและพัฒนาบัณฑิตทั้งร่างกาย จิตใจ และสังคม มีความหลากหลายในสาขาวิชา รวมถึงลักษณะแบบแผนส่วนบุคคลของนิสิต ที่มาจากภูมิหลังที่แตกต่างกัน ทำให้มีทัศนคติและความประพฤติแตกต่างกัน ทั้งในทางบวกและทางลบ ผู้วิจัยตระหนักว่า หาก พ.ร.บ.ฉบับนี้ถูกประกาศใช้ ทุกสถาบันการศึกษาจะต้องเตรียมพร้อมทั้งด้านบุคลากร สถานที่ รวมถึงนโยบายเกี่ยวกับนิสิต ที่ต้องปรับปรุงให้สอดคล้องกับ พ.ร.บ.ฉบับนี้ เป็นเหตุให้มีการสำรวจทัศนคติและความคิดเห็นต่อ พ.ร.บ. โดยมุ่งเน้นประเด็นการตั้งครรภ์ในวัยเรียน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาให้คำปรึกษาสำหรับผู้ที่ปัญหา จัดเตรียมนโยบาย และป้องกันการตั้งครรภ์ที่ไม่พึงประสงค์นับเป็นการแก้ไขปัญหากฎอีกทางหนึ่ง

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนิสิตต่อ (ร่าง) พ.ร.บ. การอนุญาตให้วัยรุ่นที่ตั้งครรภ์ขณะเรียนสามารถเรียนและลาได้

2. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของบุคลากรและผู้บริหาร ต่อ (ร่าง) พ.ร.บ. การอนุญาตให้วัยรุ่นที่ตั้งครรภ์ขณะเรียนสามารถเรียนและลาได้

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research)

การเก็บรวบรวมข้อมูล ใช้วิธีเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการตอบแบบสอบถาม

ประชากร ได้แก่ นิสิตปริญญาตรี ภาคปกติ ทุกชั้นปี จำนวน 18 คณะ บุคลากรทุกคณะ และผู้บริหารมหาวิทยาลัย รวมทั้งสิ้นจำนวน 25,788 คน

กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1,275 คน โดยได้แจกแบบสอบถามทั้งสิ้น 1,275 ชุด แบ่งเป็น อาจารย์และเจ้าหน้าที่ทุกคณะ จำนวน 200 ชุด นิสิตทุกคณะทุกชั้นปีทั้งสิ้น 18 คณะ จำนวน 1,042 ชุด ผู้บริหารทุกคณะ จำนวน 33 ชุด จำนวนแบบสอบถามที่ได้กลับคืนมา จากนิสิตจำนวน 1,019 คน อาจารย์/เจ้าหน้าที่ 66 คน และผู้บริหาร 9 คน รวม 1,094 คน คิดเป็นร้อยละ 86 ของจำนวนแบบสอบถามที่แจกไป

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบสอบถามทัศนคติของนิสิตต่อ (ร่าง) พ.ร.บ. คุ้มครองอนามัยการเจริญพันธุ์
2. แบบสอบถามทัศนคติของบุคลากรต่อ (ร่าง) พ.ร.บ. คุ้มครองอนามัยการเจริญพันธุ์
3. แบบสอบถามทัศนคติของผู้บริหารต่อ (ร่าง) พ.ร.บ. คุ้มครองอนามัยการเจริญพันธุ์

การหาคุณภาพของเครื่องมือ

ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและโครงสร้างของแบบสอบถามโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ผลการวิจัย

ความคิดเห็นของนิสิต บุคลากรและผู้บริหาร จำนวนรวม 1,094 คน จากแบบสอบถามที่แจกทั้งสิ้น 1,275 คน คิดเป็นร้อยละ 86 ของแบบสอบถามที่แจกไป

1. ข้อมูลทั่วไป

นิสิต ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 59.5 กำลังศึกษาอยู่ชั้นปีที่ 2 ร้อยละ 28 อายุ 19 ปีร้อยละ 28 ส่วนใหญ่เคยรู้เกี่ยวกับ พ.ร.บ. คุ้มครองอนามัยการเจริญพันธุ์ จากรายการโทรทัศน์ร้อยละ 64

บุคลากร ส่วนใหญ่ เป็นเพศหญิง ร้อยละ 73 อายุ 30-34 ปีร้อยละ 30.3 เคยรู้เกี่ยวกับ พ.ร.บ. คุ้มครองอนามัยการเจริญพันธุ์ ร้อยละ 30 ไม่เคยรู้ ร้อยละ 59 และไม่แน่ใจ ร้อยละ 11

ผู้บริหาร ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 56 ตำแหน่ง รองอธิการบดี 1 คน ผู้ช่วยอธิการบดี 4 คน สภาคณาจารย์ 1 คน และคณบดี 3 คน อายุ 45-49 ปี ร้อยละ 33 เคยรู้เกี่ยวกับ พ.ร.บ. คุ้มครองอนามัยการเจริญพันธุ์ ร้อยละ 44 ไม่เคยรู้ ร้อยละ 33 และไม่แน่ใจ ร้อยละ 22

2. ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็น

Table 1 Number and percentage of the opinion levels of students at MSU (n= 1,019)

Items	Questions	Strongly agree	Moderate agree	Little agree	Disagree
		number (%)	number (%)	number (%)	number (%)
1	The students agree with the Reproductive Health Protection Act, Section 12 to allow students who become pregnant during study and regularly return to school after giving birth	481 (47.2%)	473 (46.4%)	51 (5.0%)	14 (1.4%)
2	If there is the Reproductive Health Protection Act, Section 12, you think that it will encourage teens to have sex premature	130 (12.8%)	200 (19.6%)	341 (33.4%)	348 (34.2%)

Items	Questions	Strongly	Moderate	Little	Disagree
		agree	agree	agree	
		number (%)	number (%)	number (%)	number (%)
4	The Reproductive Health Protection Act, Section 12 will allow the pregnant during school age not to be deprived of educational right	370 (36.3%)	564 (55.3%)	79 (7.8%)	6 (0.6%)
5	The Reproductive Health Protection Act, Section 12 can make woman student who does not want to have abortion to be able to raise a child if she intends to do so. This can alleviate the problem of "dumping" a child	437 (42.9%)	518 (50.8%)	58 (5.7%)	6 (0.6%)
6	The Reproductive Health Protection Act, Section 12 can make woman student who does not want to have abortion, does not have to have illegal abortion. This can alleviate the moral problem	476 (46.7%)	475 (46.6%)	61 (6.0%)	7 (0.7%)
7	You think that the MSU is ready for opening chance for students who become pregnant during study and regularly return to school after giving birth (In case when the Draft passes)	443 (43.5%)	472 (46.3%)	91 (8.9%)	13 (1.3%)
8	You think that there are MSU's students who are pregnant during school but does not reveal this and find solution by having illegal abortion	161 (15.8%)	211 (20.7%)	416 (40.2%)	237 (23.3%)
9	You think that this Act will be better to pregnant teenagers than not having this Act	366 (35.4%)	532 (52.2%)	102 (10.0%)	19 (1.9%)
10	This Act will be good and favor those who perform duties in providing advice such as teachers, activists, students, and those concerned, to provide advice in the same direction	464 (45.5%)	484 (47.5%)	66 (6.5%)	5 (0.5%)
11	This Act will make those who provide advices to develop teaching potential and ability to provide advice on sex, with standard	449 (44.1%)	485 (47.6%)	77 (7.6%)	8 (0.8%)
12	If you know student who is pregnant during school, you will suggest her to use right to study as normal until she delivers a child, instead of leaving school or having illegal abortion (In case that the Draft passes)	491 (48.2%)	448 (44.0%)	68 (6.7%)	12 (1.2%)
13	You think that the teenager who have pregnant during study will not use her right to come to school and take a maternal leave because of shyness	186 (18.3%)	260 (25.5%)	315 (30.9%)	258 (25.3%)

Items	Questions	Strongly	Moderate	Little	Disagree
		agree	agree	agree	
		number	number	number	number (%)
		(%)	(%)	(%)	
15	You think that the teacher who teaches in the classroom of the pregnant teenager during study can accept it if she comes to class before and after giving birth	323 (31.7%)	552 (54.2%)	134 (13.2%)	10 (1.0%)
16	You can accept it if there is a student in your Faculty or your classroom becomes pregnant and comes to class as usual	423 (41.5%)	461 (45.2%)	114 (11.2%)	21 (2.1%)

จาก Table 1 ความคิดเห็นของนิสิตเกี่ยวกับ ร่าง พ.ร.บ.คุ้มครองอนามัยเจริญพันธุ์ (มาตรา 12) พบว่า

- นิสิตส่วนใหญ่ ประมาณร้อยละ 93.6 เห็นด้วยกับ ร่าง พ.ร.บ.เป็นส่วนใหญ่เพียงร้อยละ 1.4 เท่านั้นที่ไม่เห็นด้วยกับ ร่าง พ.ร.บ. ฉบับนี้

- นิสิต ร้อยละ 32.4 เห็นว่า พ.ร.บ. ฉบับนี้ จะส่งเสริมการมีเพศสัมพันธ์ก่อนวัยอันควร อีกร้อยละ 33.4 เห็นด้วยน้อย และจำนวนร้อยละ 34.2 ไม่เห็นด้วยว่า พ.ร.บ. ฉบับนี้ จะส่งเสริมการมีเพศสัมพันธ์ก่อนวัยอันควร

- นิสิตส่วนใหญ่ ร้อยละ 67 คิดว่า การมี พ.ร.บ. ฉบับนี้จะไม่เป็นการส่งเสริมให้มีการตั้งครรภ์ในวัยเรียนมากขึ้น

- นิสิตส่วนใหญ่ ร้อยละ 91.6 มีความคิดเห็นว่ พ.ร.บ. ฉบับนี้ จะทำให้หญิงมีครรภ์ที่อยู่ระหว่างศึกษาไม่ต้องถูกตัดอนาคตทางการศึกษา

- นิสิตส่วนใหญ่ ร้อยละ 93.7 มีความคิดเห็นว่ พ.ร.บ. จะทำให้หญิงวัยเรียนที่ไม่อยากทำแท้ง สามารถเลี้ยงดูบุตรได้ หากประสงค์จะเลี้ยงบุตร นับเป็นการบรรเทาปัญหาการทิ้งเด็ก

- นิสิตส่วนใหญ่ ร้อยละ 93.3 มีความคิดเห็นว่ พ.ร.บ. ฉบับนี้ จะทำให้หญิงวัยเรียนที่ไม่อยากทำแท้ง ไม่ต้องทำแท้งเถื่อน นับเป็นการบรรเทาปัญหาทางจริยธรรม

- นิสิตส่วนใหญ่ ร้อยละ 87.6 มีความคิดเห็นว่ พ.ร.บ. ฉบับนี้ ส่งผลดีต่อวัยรุ่นตั้งครรภ์มากกว่าส่งผลเสีย

- นิสิตส่วนใหญ่ ร้อยละ 93 มีความคิดเห็นว่ พ.ร.บ. ฉบับนี้ ส่งผลดีและเอื้อต่อผู้ที่ทำหน้าที่ให้คำปรึกษา เช่น อาจารย์ นักกิจกรรมนิสิต และผู้ที่เกี่ยวข้อง ที่จะให้คำปรึกษาไปในทิศทางเดียวกัน

- นิสิตส่วนใหญ่ ร้อยละ 91.7 มีความคิดเห็นว่ พ.ร.บ. ฉบับนี้จะทำให้ผู้ที่มีหน้าที่ให้คำปรึกษาได้พัฒนาศักยภาพในการสอนและให้คำปรึกษาเรื่องเพศได้อย่างมีมาตรฐาน

- ถ้า พ.ร.บ. ฉบับนี้ผ่าน นิสิตส่วนใหญ่ ร้อยละ 92.2 จะแนะนำนิสิตที่ตั้งครรภ์ขณะเรียนให้ใช้สิทธิ์การเรียนตามปกติจนกว่าจะคลอด แทนการลาออกหรือการทำแท้ง

- นิสิต ร้อยละ 43.8 มีความคิดเห็นว่ วัยรุ่นที่ตั้งครรภ์ขณะเรียน จะไม่ใช้สิทธิ์ในการมาเรียนและลาคลอดเพราะอาย และมากกว่าครึ่งหนึ่งเห็นว่าจะใช้สิทธิ์

- นิสิตส่วนใหญ่ ร้อยละ 86.3 มีความคิดเห็นว่ เพื่อนร่วมชั้นของวัยรุ่นตั้งครรภ์ขณะเรียน ยอมรับได้ ถ้าหากวัยรุ่นที่ตั้งครรภ์มาเรียนตามปกติก่อนและหลังคลอด

- นิสิตส่วนใหญ่ ร้อยละ 85.9 มีความคิดเห็นว่ อาจารย์ที่สอนในชั้นของวัยรุ่นตั้งครรภ์ขณะเรียน ยอมรับได้ ถ้าหากวัยรุ่นที่ตั้งครรภ์มาเรียนตามปกติก่อนและหลังคลอด

- นิสิตส่วนใหญ่ ร้อยละ 86.7 ยอมรับได้ถ้ามีนิสิตในคณะหรือชั้นเรียนของตนตั้งครรภ์และมาเรียนตามปกติ

- นิสิตส่วนใหญ่ ร้อยละ 89.8 มีความคิดเห็นว่ มหาวิทยาลัยมหาสารคามพร้อมสำหรับการเปิดโอกาสให้วัยรุ่นที่ตั้งครรภ์ในวัยเรียน สามารถมาเรียนตามปกติ และกลับมาเรียนหลังคลอดได้

Table 2 Number and percentage of the opinion levels of staff at MSU (n= 66)

Items	Questions	Strongly agree	Moderate agree	Little agree	Disagree
		number (%)	number (%)	number (%)	number (%)
1	The students agree with the Reproductive Health Protection Act, Section 12 to allow students who become pregnant during study and regularly return to school after giving birth	18 (27.3%)	34 (51.5%)	5 (7.6%)	9 (13.6%)
2	If there is the Reproductive Health Protection Act, Section 12, you think that it will encourage teens to have sex premature	21 (31.8%)	20 (30.3%)	13 (19.7%)	12 (18.2%)
3	If there is the Reproductive Health Protection Act, Section 12, you think that it will encourage more teenage pregnancy	20 (30.3%)	20 (30.3%)	12 (18.2%)	14 (21.2%)
4	The Reproductive Health Protection Act, Section 12 will allow the pregnant during school age not to be deprived of educational right	29 (43.9%)	25 (37.9%)	7 (10.6%)	5 (7.6%)
5	The Reproductive Health Protection Act, Section 12 can make woman student who does not want to have abortion to be able to raise a child if she intends to do so. This can alleviate the problem of "dumping" a child	24 (36.4%)	33 (50%)	5 (7.6%)	4 (6.1%)
6	The Reproductive Health Protection Act, Section 12 can make woman student who does not want to have abortion, does not have to have illegal abortion. This can alleviate the moral problem.	22 (33.3%)	31 (47%)	6 (9.1%)	7 (10.6%)
7	You think that the MSU is ready for opening chance for students who become pregnant during study and regularly return to school after giving birth (In case when the Draft passes)	19 (28.8%)	32 (48.5%)	8 (12.1%)	7 (10.6%)
8	You think that there are MSU's students who are pregnant during school but does not reveal this and find solution by having illegal abortion.	24 (36.4%)	31 (47%)	7 (10.6%)	4 (6.1%)
9	You think that this Act will be better to pregnant teenagers than not having this Act	14 (21.2%)	31(47%)	11 (16.7%)	10 (15.2%)
10	This Act will be good and favor those who perform duties in providing advice such as teachers, activists, students, and those concerned, to provide advice in the same direction	17 (25.8%)	41 (62.1%)	8 (12.1%)	4 (6.1%)

Table 2 Number and percentage of the opinion levels of staff at MSU (n= 66) (Cont.)

Items	Questions	Strongly	Moderate	Little	Disagree
		agree	agree	agree	
		number	number	number	number
		(%)	(%)	(%)	(%)
11	This Act will make those who provide advices to develop teaching potential and ability to provide advice on sex, with standard	13 (19.7%)	41 (62.1%)	8 (12.1%)	4 (6.1%)
12	If you know student who is pregnant during school, you will suggest her to use right to study as normal until she delivers a child, instead of leaving school or having illegal abortion (In case that the Draft passes)	25 (37.9%)	32 (48.5%)	3 (4.5%)	6 (9.1%)
13	You think that the teenager who have pregnant during study will not use her right to come to school and take a maternal leave because of shyness	16 (24.2%)	23 (34.8%)	19 (28.8%)	8 (12.1%)
14	You think that the classmates of pregnant teenager during study can accept it if she comes to class before and after giving birth	16 (24.2%)	29 (43.9%)	14 (21.2%)	7 (10.6%)
15	You think that the teacher who teaches in the classroom of the pregnant teenager during study can accept it if she comes to class before and after giving birth	14 (21.2%)	36 (54.5%)	12 (18.2%)	4 (6.15%)
16	You can accept it if there is a student in your Faculty or your classroom becomes pregnant and comes to class as usual	20 (30.3%)	31 (47%)	6 (9.1%)	9 (13.6%)

จาก Table 2 ความคิดเห็นของบุคลากรเกี่ยวกับ ร่าง พ.ร.บ.คุ้มครองอนามัยเจริญพันธุ์ (มาตรา 12) พบว่า

- บุคลากรส่วนใหญ่ ประมาณร้อยละ 78.8 เห็นด้วยกับ ร่าง พ.ร.บ.ฉบับนี้

- บุคลากรส่วนใหญ่ ประมาณร้อยละ 62.1 ท่านคิดว่า การมี พ.ร.บ. ฉบับนี้ จะเป็นการส่งเสริมการมีเพศสัมพันธ์ ก่อนวัยอันควร

- บุคลากรส่วนใหญ่ ร้อยละ 60.6 คิดว่า การมี พ.ร.บ. ฉบับนี้จะเป็นการส่งเสริมให้มีการตั้งครรภ์ในวัยเรียนมากขึ้น

- บุคลากรส่วนใหญ่ ร้อยละ 81.8 มีความคิดเห็น ว่า พ.ร.บ. ฉบับนี้ จะทำให้หญิงมีครรภ์ที่อยู่ระหว่างศึกษาไม่ ต้องถูกตัดอนาคตทางการศึกษา

- บุคลากรส่วนใหญ่ ร้อยละ 86.4 มีความคิดเห็น ว่า พ.ร.บ. ฉบับนี้ทำให้หญิงวัยเรียนที่ไม่อยากทำแท้ง สามารถ เลี้ยงดูบุตรได้ หากประสงค์จะเลี้ยงบุตร นับเป็นการบรรเทา ปัญหาการทิ้งเด็ก

- บุคลากรส่วนใหญ่ ร้อยละ 80.3 มีความคิดเห็น ว่า พ.ร.บ. ฉบับนี้ จะทำให้หญิงวัยเรียนที่ไม่อยากทำแท้ง ไม่ ต้องทำแท้งเถื่อน นับเป็นการบรรเทาปัญหาทางจริยธรรม

- บุคลากรส่วนใหญ่ ร้อยละ 68.2 มีความคิดเห็น ว่า พ.ร.บ. ฉบับนี้ส่งผลดีต่อวัยรุ่นตั้งครรรค์มากกว่าส่งผลเสีย

- บุคลากรส่วนใหญ่ ร้อยละ 87.9 มีความคิดเห็น ว่า พ.ร.บ. ฉบับนี้ส่งผลดีและเอื้อต่อผู้ที่ทำหน้าที่ให้คำปรึกษา เช่น อาจารย์ นักกิจกรรมนิสิต และผู้ที่เกี่ยวข้อง ที่จะให้คำ ปรึกษาไปในทิศทางเดียวกัน

- บุคลากรส่วนใหญ่ ร้อยละ 81.8 มีความคิดเห็น ว่า พ.ร.บ. ฉบับนี้จะทำให้ผู้ที่มีหน้าที่ให้คำปรึกษาได้พัฒนา ศักยภาพในการสอนและให้คำปรึกษาเรื่องเพศได้อย่างมี มาตรฐาน

- บุคลากรส่วนใหญ่ ร้อยละ 86.4 จะแนะนำนิสิตที่ ตั้งครรภ์ขณะเรียนให้ใช้สิทธิ์การเรียนตามปกติจนกว่าจะคลอด แทนการลาออกหรือการทำแท้ง

- บุคลากรมากกว่าครึ่งหนึ่ง จำนวนร้อยละ 59 มีความคิดเห็นว่า วิทยาลัยที่ตั้งครรภ์ขณะเรียน จะไม่ใช่สิทธิ์ในการมาเรียนและลาคลอด เพราะอายุ

- บุคลากรส่วนใหญ่ ร้อยละ 68.1 มีความคิดเห็นว่า เพื่อนร่วมชั้นของวิทยาลัยที่ตั้งครรภ์ขณะเรียน ยอมรับได้ ถ้าหากวิทยาลัยที่ตั้งครรภ์มาเรียนตามปกติก่อนและหลังคลอด

- บุคลากรส่วนใหญ่ ร้อยละ 75.7 มีความคิดเห็นว่า อาจารย์ที่สอนในชั้นของวิทยาลัยที่ตั้งครรภ์ขณะเรียน ยอมรับได้ ถ้าหากวิทยาลัยที่ตั้งครรภ์มาเรียนตามปกติก่อนและหลังคลอด

- บุคลากรส่วนใหญ่ ร้อยละ 77.3 ยอมรับได้ถ้ามีนิสิตในคณะหรือชั้นเรียนของตนตั้งครรภ์และมาเรียนตามปกติ

- บุคลากรส่วนใหญ่ ร้อยละ 77.3 มีความคิดเห็นว่า มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มีพร้อมสำหรับ พ.ร.บ. ฉบับนี้

Table 3 Number and percentage of the opinion levels of executive staffs at MSU (n=9)

Items	Questions	Strongly agree	Moderate agree	Little agree	Disagree
		number (%)	number (%)	number (%)	number(%)
1	The students agree with the Reproductive Health Protection Act, Section 12 to allow students who become pregnant during study and regularly return to school after giving birth	2 (22.2%)	6 (66.7%)	0 (0%)	1 (11.1%)
2	If there is the Reproductive Health Protection Act, Section 12, you think that it will encourage teens to have sex premature	4 (44.4%)	3 (33.3%)	1 (11.1%)	1 (11.1%)
3	If there is the Reproductive Health Protection Act, Section 12, you think that it will encourage more teenage pregnancy	5 (55.6%)	1 (11.1%)	2 (22.2%)	1 (11.1%)
4	The Reproductive Health Protection Act, Section 12 will allow the pregnant during school age not to be deprived of educational right	7 (77.8%)	2 (22.2%)	0 (0%)	0 (0%)
5	The Reproductive Health Protection Act, Section 12 can make woman student who does not want to have abortion to be able to raise a child if she intends to do so. This can alleviate the problem of "dumping" a child	5 (55.6%)	4 (44.4%)	0 (0%)	0 (0%)
6	The Reproductive Health Protection Act, Section 12 can make woman student who does not want to have abortion, does not have to have illegal abortion. This can alleviate the moral problem.	5 (55.6%)	4 (44.4%)	0 (0%)	0 (0%)
7	You think that the MSU is ready for opening chance for students who become pregnant during study and regularly return to school after giving birth (In case when the Draft passes)	3 (33.3%)	4 (44.4%)	2 (22.2%)	0 (0%)

Table 3 Number and percentage of the opinion levels of executive staffs at MSU (n=9) (Cont.)

Items	Questions	Strongly agree	Moderate agree	Little agree	Disagree
		number (%)	number (%)	number (%)	Number(%)
9	You think that this Act will be better to pregnant teenagers than not having this Act	2 (22.2%)	4 (44.4%)	3 (33.3%)	0 (0%)
10	This Act will be good and favor those who perform duties in providing advice such as teachers, activists, students, and those concerned, to provide advice in the same direction	4 (44.4%)	4 (44.4%)	1 (11.1%)	0 (0%)
11	This Act will make those who provide advices to develop teaching potential and ability to provide advice on sex, with standard	4 (44.4%)	5 (55.6%)	0 (0%)	0 (0%)
12	If you know student who is pregnant during school, you will suggest her to use right to study as normal until she delivers a child, instead of leaving school or having illegal abortion (In case that the Draft passes)	6 (66.7%)	3 (33.3%)	0 (0%)	0 (0%)
13	You think that the teenager who have pregnant during study will not use her right to come to school and take a maternal leave because of shyness	4 (44.4%)	2 (22.2%)	2 (22.2%)	1 (11.1%)
14	You think that the classmates of pregnant teenager during study can accept it if she comes to class before and after giving birth	1 (11.1%)	7 (77.8%)	1 (11.1%)	0 (0%)
15	You think that the teacher who teaches in the classroom of the pregnant teenager during study can accept it if she comes to class before and after giving birth	3 (33.3%)	6 (66.7%)	0 (0%)	0 (0%)
16	You can accept it if there is a student in your Faculty or your classroom becomes pregnant and comes to class as usual	4 (44.4%)	5 (55.6%)	0 (0%)	0 (0%)

จาก Table 3 ความคิดเห็นของผู้บริหารมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เกี่ยวกับ ร่าง พ.ร.บ.คุ้มครองอนามัยเจริญพันธุ์ (มาตรา 12) พบว่า

- ผู้บริหารส่วนใหญ่ ประมาณร้อยละ 88.9 เห็นด้วยกับ ร่าง พ.ร.บ. มีร้อยละ 11.1 ที่ไม่เห็นด้วย
- ผู้บริหารส่วนใหญ่ ประมาณร้อยละ 77.7 คิดว่าการมี พ.ร.บ. ฉบับนี้ จะเป็นการส่งเสริมการมีเพศสัมพันธ์ก่อน

วัยอันควร โดยในจำนวนนี้ ร้อยละ 44.4 เห็นด้วยในระดับมาก

- ผู้บริหารส่วนใหญ่ ร้อยละ 66.7 คิดว่า การมี พ.ร.บ. ฉบับนี้จะเป็นการส่งเสริมให้มีการตั้งครรภ์ในวัยเรียนมากขึ้น ในจำนวนนี้ ร้อยละ 56.6 เห็นด้วยในระดับมาก
- ผู้บริหารส่วนใหญ่ ร้อยละ 100 มีความคิดเห็นว่า พ.ร.บ. ฉบับนี้ จะทำให้หญิงมีครรภ์ที่อยู่ระหว่างศึกษาไม่ต้องถูกตัดอนาคตทางการศึกษา

- ผู้บริหารส่วนใหญ่ ร้อยละ 100 มีความคิดเห็นว่าเป็นการให้โอกาสกับคนที่ผิดพลาด ให้เขามีอนาคตที่ดีและครอบครัวที่อบอุ่น

- ผู้บริหารส่วนใหญ่ ร้อยละ 100 มีความคิดเห็นว่าเป็นการให้โอกาสกับคนที่ผิดพลาด ให้เขามีอนาคตที่ดีและครอบครัวที่อบอุ่น

- ผู้บริหารส่วนใหญ่ ร้อยละ 66.6 มีความคิดเห็นว่าเป็นการให้โอกาสกับคนที่ผิดพลาด ให้เขามีอนาคตที่ดีและครอบครัวที่อบอุ่น

- ผู้บริหารส่วนใหญ่ ร้อยละ 88.8 มีความคิดเห็นว่าเป็นการให้โอกาสกับคนที่ผิดพลาด ให้เขามีอนาคตที่ดีและครอบครัวที่อบอุ่น

- ผู้บริหารส่วนใหญ่ ร้อยละ 100 มีความคิดเห็นว่าเป็นการให้โอกาสกับคนที่ผิดพลาด ให้เขามีอนาคตที่ดีและครอบครัวที่อบอุ่น

- ผู้บริหารส่วนใหญ่ ร้อยละ 100 จะแนะนำนิสิตที่ตั้งครุฑขณะเรียนให้ใช้สิทธิ์การเรียนตามปกติจนกว่าจะคลอด แทนการลาออกหรือการทำให้แก่ โดยในจำนวนนี้ ร้อยละ 67 เห็นด้วยในระดับมาก

- มากกว่าครึ่งหนึ่งของผู้บริหาร จำนวนร้อยละ 66.6 มีความคิดเห็นว่าเป็นการให้โอกาสกับคนที่ผิดพลาด ให้เขามีอนาคตที่ดีและครอบครัวที่อบอุ่น

- ผู้บริหารส่วนใหญ่ ร้อยละ 88.9 มีความคิดเห็นว่าเป็นการให้โอกาสกับคนที่ผิดพลาด ให้เขามีอนาคตที่ดีและครอบครัวที่อบอุ่น

- ผู้บริหารส่วนใหญ่ ร้อยละ 100 มีความคิดเห็นว่าเป็นการให้โอกาสกับคนที่ผิดพลาด ให้เขามีอนาคตที่ดีและครอบครัวที่อบอุ่น

- ผู้บริหารส่วนใหญ่ ร้อยละ 100 ยอมรับได้ถ้ามีนิสิตในคณะหรือชั้นเรียนของตนตั้งครุฑและมาเรียนตามปกติ

- ผู้บริหารส่วนใหญ่ ร้อยละ 77.7 มีความคิดเห็นว่าเป็นการให้โอกาสกับคนที่ผิดพลาด ให้เขามีอนาคตที่ดีและครอบครัวที่อบอุ่น

- ผู้บริหารส่วนใหญ่ ร้อยละ 100 ยอมรับได้ถ้ามีนิสิตในคณะหรือชั้นเรียนของตนตั้งครุฑและมาเรียนตามปกติ

- ผู้บริหารส่วนใหญ่ ร้อยละ 100 ยอมรับได้ถ้ามีนิสิตในคณะหรือชั้นเรียนของตนตั้งครุฑและมาเรียนตามปกติ

- ผู้บริหารส่วนใหญ่ ร้อยละ 100 ยอมรับได้ถ้ามีนิสิตในคณะหรือชั้นเรียนของตนตั้งครุฑและมาเรียนตามปกติ

- “เป็นการให้โอกาสกับคนที่ผิดพลาด ให้เขามีอนาคตที่ดีและครอบครัวที่อบอุ่น”

- “เป็น พ.ร.บ. ที่ดี เห็นด้วยเป็นอย่างยิ่งเพราะปัจจุบันมีนิสิตที่ท้อขณะเรียนแล้วทำให้หลุดออกจากระบบการศึกษา เสียอนาคตไป ถ้าพ.ร.บ. นี้ผ่านจะเป็นการให้โอกาสแก่นักศึกษา”

- “คิดว่ามีทั้งข้อดีและข้อเสีย แต่จะเป็นผลดีต่อผู้ที่ตั้งครุฑก่อน แต่เมื่อเข้าเรียนก็ควรดูแลและควบคุมตัวเอง เพราะหน้าที่ในช่วงเรียนก็คือการเรียนไม่ใช่การมีเพศสัมพันธ์”

- “อาจารย์ส่วนใหญ่รับเรื่องแบบนี้ไม่ได้อยู่แล้ว”

- “ไม่เห็นด้วยกับ พ.ร.บ. นี้ เพราะจะเป็นการสนับสนุนให้ท้อในขณะเรียน”

- “จะได้ให้โอกาสกับนักศึกษาได้มีโอกาสในการเรียนต่อไป”

- “จะได้เป็นได้ไม่เป็นการตัดโอกาสในการศึกษา แต่นักศึกษาก็ควรที่จะระมัดระวังตัวให้ดี”

- “ไม่ควรที่จะให้ศึกษาต่อเนื่องจากจะได้ดูแลลูกที่เกิดมาได้เต็มที่จะได้ไม่มีปัญหาครอบครัว”

- “ไม่น่าจะให้นักศึกษาที่ท้อเรียนต่อเพราะจะมีผลต่อสุขภาพและจิตใจของนักศึกษาและส่งผลไปถึงลูกในท้อง”

- “เพราะในปัจจุบันก็มีหญิงที่มีบุตรแล้วกลับมาเรียนมากมาย”

- “เพราะการอนุญาตให้หญิงมีครุฑที่กำลังศึกษาอยู่ในสถานศึกษาได้ศึกษาต่อและภายหลังคลอดบุตรแล้วจะสามารถลดปัญหาการทำแท้งได้ อีกทั้งเป็นการลดปัญหาสังคมในอนาคต”

- “เพราะผู้เรียนจะได้มีความรู้ ความเข้าใจ สามารถป้องกันที่ตั้งครุฑระหว่างเรียนได้ อีกทั้งได้รู้วิธีการป้องกันตัวเองได้เป็นอย่างดี”

- “เพราะการให้ความรู้แก่นิสิตสามารถทำให้นิสิตป้องกันตัวเองได้”

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจในเรื่อง ความคิดเห็นของนิสิตและบุคลากรมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ต่อ (ร่าง) พ.ร.บ. คู่ครองอนามัยการเจริญพันธุ์ การอนุญาตให้วัยรุ่นที่ตั้งครุฑขณะเรียนสามารถเรียนและลาได้ แจกแบบสอบถามทั้งสิ้น 1,275 คน ได้รับคืนจำนวน 1,094 คิดเป็นร้อยละ 86 ของแบบสอบถามที่แจกไป ในจำนวนนี้เป็นนิสิต 1,019 คน บุคลากร จำนวน 66 คน และผู้บริหาร จำนวน 9 คน ผลการสำรวจ พบว่า ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่

เป็นนิสิตเพศหญิง ร้อยละ 59.5 เคยรู้เกี่ยวกับร่าง พ.ร.บ. คู่สมรสก่อนนำมาพิจารณาการเจริญพันธุ์ ร้อยละ 34 ไม่เคยรู้ ร้อยละ 50 เป็นบุคลากรเพศหญิง ร้อยละ 73 เคยรู้เกี่ยวกับร่าง พ.ร.บ.ฯ ร้อยละ 30 ไม่เคยรู้ ร้อยละ 59 และเป็นผู้บริหารเพศหญิง ร้อยละ 56 เคยรู้เกี่ยวกับ ร่าง พ.ร.บ.ฯ ร้อยละ 44 ไม่เคยรู้ ร้อยละ 33 ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นต่อ ร่าง พ.ร.บ. มีดังนี้

- 1) นิสิตร้อยละ 93.6 บุคลากรร้อยละ 78.8 และผู้บริหารร้อยละ 88.9 เห็นด้วยกับ ร่าง พ.ร.บ. ฉบับนี้
- 2) นิสิตร้อยละ 32.4 บุคลากรที่ร้อยละ 62.1 และผู้บริหารร้อยละ 77.7 มีความคิดเห็นว่า การมี ร่าง พ.ร.บ. ฉบับนี้ จะเป็นการส่งเสริมการมีเพศสัมพันธ์ก่อนวัยอันควร
- 3) นิสิตร้อยละ 33 บุคลากรร้อยละ 60.6 และผู้บริหารร้อยละ 66.7 มีความคิดเห็นว่า การมี ร่าง พ.ร.บ. ฉบับนี้จะเป็นการส่งเสริมให้มีการตั้งครรภ์ในวัยเรียนมากขึ้น
- 4) นิสิตร้อยละ 91.6 บุคลากรร้อยละ 81.8 และผู้บริหารร้อยละ 100 มีความคิดเห็นว่า ร่าง พ.ร.บ. ฉบับนี้ จะทำให้หญิงมีครรภ์ที่อยู่ระหว่างศึกษาไม่ต้องถูกตัดอนาคตทางการศึกษา
- 5) นิสิตร้อยละ 93.7 บุคลากรร้อยละ 86.4 และผู้บริหารร้อยละ 100 มีความคิดเห็นว่า ร่าง พ.ร.บ. ฉบับนี้ทำให้หญิงวัยเรียนที่ไม่อยากทำแท้ง สามารถเลี้ยงดูบุตรได้ หากประสงค์จะเลี้ยงบุตร นับเป็นการบรรเทาปัญหาการทิ้งเด็ก
- 6) นิสิตร้อยละ 93.3 บุคลากรร้อยละ 80.3 และผู้บริหารร้อยละ 100 มีความคิดเห็นว่า ร่าง พ.ร.บ. ฉบับนี้ จะทำให้หญิงวัยเรียนที่ไม่อยากทำแท้งไม่ต้องทำแท้งเถื่อน นับเป็นการบรรเทาปัญหาทางจริยธรรม
- 7) นิสิตร้อยละ 87.6 บุคลากรร้อยละ 68.2 และผู้บริหารร้อยละ 66.6 มีความคิดเห็นว่า ร่าง พ.ร.บ. ฉบับนี้ส่งผลดีต่อวัยรุ่นตั้งครรภ์มากกว่าส่งผลเสีย
- 8) นิสิตร้อยละ 93 บุคลากรร้อยละ 87.9 และผู้บริหารร้อยละ 88.8 มีความคิดเห็นว่า ร่าง พ.ร.บ. ฉบับนี้ส่งผลดีและเอื้อต่อผู้ที่ทำหน้าที่ให้คำปรึกษา เช่น อาจารย์ นักกิจกรรมนิสิต และผู้ที่เกี่ยวข้อง ที่จะให้คำปรึกษาไปในทิศทางเดียวกัน
- 9) นิสิตร้อยละ 91.7 บุคลากรร้อยละ 81.8 และผู้บริหารร้อยละ 100 มีความคิดเห็นว่า ร่าง พ.ร.บ. ฉบับนี้จะทำให้ผู้ที่ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาได้พัฒนาศักยภาพในการสอนและให้คำปรึกษาเรื่องเพศได้อย่างมีมาตรฐาน
- 10) นิสิตร้อยละ 92.2 บุคลากรร้อยละ 86.4 และผู้บริหารร้อยละ 100 จะแนะนำนิสิตที่ตั้งครรภ์ขณะเรียนให้ใช้สิทธิ์การเรียนตามปกติจนกว่าจะคลอด แทนการลาออกหรือการทำแท้ง
- 11) นิสิตร้อยละ 43.8 บุคลากรร้อยละ 59 และผู้บริหารร้อยละ 66.6 มีความคิดเห็นว่า วัยรุ่นที่ตั้งครรภ์ขณะเรียน จะไม่ใช้สิทธิ์ในการมาเรียนและลาคลอดเพราะอาย
- 12) นิสิตร้อยละ 86.3 บุคลากรร้อยละ 68.1 และผู้บริหารร้อยละ 88.9 มีความคิดเห็นว่า เพื่อนร่วมชั้นของวัยรุ่นที่ตั้งครรภ์ขณะเรียน ยอมรับได้ ถ้าหากวัยรุ่นที่ตั้งครรภ์มาเรียนตามปกติก่อนและหลังคลอด

- 13) นิสิตร้อยละ 85.9 บุคลากรร้อยละ 75.7 และผู้บริหารร้อยละ 100 มีความคิดเห็นว่า อาจารย์ที่สอนในชั้นของวัยรุ่นตั้งครรภ์ขณะเรียน ยอมรับได้ ถ้าหากวัยรุ่นที่ตั้งครรภ์มาเรียนตามปกติก่อนและหลังคลอด
- 14) นิสิตร้อยละ 86.7 บุคลากรร้อยละ 77.3 และผู้บริหารร้อยละ 100 ยอมรับได้ถ้ามีนิสิตในคณะหรือชั้นเรียนของตนตั้งครรภ์และมาเรียนตามปกติ
- 15) นิสิตร้อยละ 89.8 บุคลากรร้อยละ 77.3 และผู้บริหารร้อยละ 77.7 มีความคิดเห็นว่า มหาวิทยาลัยมหาสารคามพร้อมสำหรับการเปิดโอกาสให้วัยรุ่นที่ตั้งครรภ์ในวัยเรียนสามารถมาเรียนตามปกติและกลับมาเรียนหลังคลอดได้ ในกรณีที่ ร่าง พ.ร.บ. ฉบับนี้ ผ่านตามกฎหมาย

สรุปนิสิตส่วนใหญ่เห็นด้วยกับเนื้อหาสาระใน ร่าง พ.ร.บ. ฉบับนี้ เกือบทุกประเด็น ยกเว้น ในประเด็นที่ว่าหากมี พ.ร.บ. คู่สมรสก่อนนำมาพิจารณาการเจริญพันธุ์ในมาตรา 12 จะเป็นการส่งเสริมการมีเพศสัมพันธ์ก่อนวัยอันควร และจะเป็นการส่งเสริมให้มีการตั้งครรภ์ในวัยเรียนมากขึ้น

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการสำรวจจะเห็นว่า นิสิตร้อยละ 50 บุคลากรและผู้บริหารร้อยละ 59 ไม่เคยได้ยินเกี่ยวกับ ร่าง พ.ร.บ. ฉบับนี้ มาก่อน โดยทราบเนื้อหาสาระเกี่ยวกับ ร่าง พ.ร.บ. ฉบับนี้เป็นครั้งแรกเมื่อตอบแบบสอบถามนี้ แสดงให้เห็นว่าการประชาสัมพันธ์และการทำประชาสัมพันธ์ ยังไม่ทั่วถึงในหมู่วัยรุ่นซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายหลักของ พ.ร.บ. ฉบับนี้ และอาจเป็นเพราะกระบวนการอยู่ในชั้นพิจารณาในกลุ่มที่จำกัด เช่น ผู้บริหาร ผู้เชี่ยวชาญ นักวิชาการ และในกลุ่มเคลื่อนไหวทางสังคมต่าง ๆ อีกทั้ง พ.ร.บ. ยังไม่ประกาศใช้จึงไม่ทราบโดยทั่วไป ส่วนผู้บริหารที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เคยรู้มาแล้ว ประเด็นความคิดเห็นที่แตกต่างระหว่าง นิสิต บุคลากร และผู้บริหาร มี 2 ข้อ ได้แก่ ข้อแรก บุคลากร (ร้อยละ 62.1) และผู้บริหาร (ร้อยละ 77.7) เห็นว่า ร่าง พ.ร.บ. ฉบับนี้ จะเป็นการส่งเสริมให้วัยรุ่นมีเพศสัมพันธ์ก่อนวัยอันควร ขณะที่ นิสิตเห็นว่า จะไม่เป็นการส่งเสริมให้วัยรุ่นมีเพศสัมพันธ์ก่อนวัยอันควร (ร้อยละ 67.6) และข้อที่สอง บุคลากร (ร้อยละ 60.6) และผู้บริหาร (ร้อยละ 66.7) เห็นว่า ร่าง พ.ร.บ. ฉบับนี้ จะส่งเสริมให้มีการตั้งครรภ์ในวัยเรียนมากขึ้น ขณะที่ นิสิตส่วนใหญ่ (ร้อยละ 67) ไม่เห็นด้วย จากผลการสำรวจนี้จะเห็นว่า มุมมองของผู้ใหญ่ไม่ว่าจะเป็นในฐานะบุคลากรและผู้บริหาร มีความแตกต่างกับมุมมองของวัยรุ่น ซึ่งสอดคล้องกับศึกษาที่ผ่านมาของผู้วิจัยเกี่ยวกับความต้องการของสตรีตั้งครรภ์วัยรุ่นที่มีต่อสถาบันการศึกษา ในสตรีตั้งครรภ์วัยรุ่นอายุไม่เกิน 20 ปี จำนวน 60 คน⁴ พบว่า วัยรุ่นต้องการให้สถาบันการศึกษามี

หน่วยงานแนะแนวหรือศูนย์ให้คำปรึกษาแก่วัยรุ่นมากที่สุด และต้องการให้สถาบันการศึกษาให้โอกาส และสิทธิในการเรียนเท่าเทียมกับนักศึกษาทั่วไปในขณะตั้งครุฑฯ ไปจนกว่าจะคลออด และอยากให้มี การพูดคุยกันระหว่างวัยรุ่นและผู้บริหารสถาบัน เพื่อหาแนวทางแก้ไขและกำหนดนโยบายร่วมกัน ผลการวิจัยทำให้ทราบว่าวัยรุ่นตั้งครุฑฯ ต้องการความช่วยเหลือจากโรงเรียนหรือสถาบันทางการศึกษา เพื่อช่วยให้ผู้บริหารใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณา นโยบายและเพื่อให้สถาบันการศึกษามีการสอนเกี่ยวกับเพศศึกษาที่ได้มาตรฐาน และสอนการป้องกัน การตั้งครุฑฯ ไม่พึงประสงค์ ตลอดจนมีศูนย์ให้คำปรึกษาในโรงเรียน/สถาบันการศึกษา

การร่างพระราชบัญญัติคุ้มครองอนามัยการเจริญพันธุ์ ที่มีสาระสำคัญที่จะช่วยปกป้องคุ้มครองคนไทยจากปัญหาอนามัยเจริญพันธุ์ เช่น ปัญหาการมีเพศสัมพันธ์ที่ไม่ปลอดภัย การล่วงละเมิดทางเพศ การตั้งครุฑฯ ที่ไม่พร้อม การทำแท้งที่ไม่ปลอดภัย การแพร่ระบาดของโรคเอดส์ การติดเชื้อของระบบสืบพันธุ์ แต่ประเด็นที่กำลังได้รับความสนใจคือประเด็นการตั้งครุฑฯ ในวัยเรียนใน มาตรา 12 ที่จะอนุญาตให้วัยรุ่นตั้งครุฑฯ ได้มีโอกาสเรียนระหว่างตั้งครุฑฯ จนกว่าจะคลออด แทนการให้ออกจากโรงเรียน หรือสถาบันการศึกษาที่ผ่านมา โดยสาระสำคัญใน พ.ร.บ. ฉบับนี้ ยังเป็นที่ถกเถียงกันอยู่ มีทั้งผู้สนับสนุนและไม่เห็นด้วยกับ พ.ร.บ. ฉบับนี้ และฝ่ายปกครองและผู้เกี่ยวข้องกำลังทำประชาพิจารณ์ โดยให้ประชาชนมีส่วนร่วมอยู่ ซึ่งผู้วิจัยได้สำรวจความคิดเห็นในมหาวิทยาลัยมหาสารคาม จากความเห็นของผู้วิจัย และผลของการสำรวจเบื้องต้น ผลงานวิจัยนี้อาจเป็นข้อมูลพื้นฐานจากวัยรุ่นในสถาบันที่เสี่ยงต่อการตั้งครุฑฯ ในวัยเรียน และวัยรุ่นที่อยู่ในวัยเรียนของมหาวิทยาลัยมหาสารคามโดยทั่วไป ที่สะท้อนให้ผู้ใหญ่ทราบถึงความคิดเห็นในเรื่องสิทธิ์ที่เขาเหล่านั้นควรได้รับ อีกทั้งยังมีความเห็นอีกด้านหนึ่งจากบุคลากรและผู้บริหารที่สะท้อนและให้ข้อคิดแก่วัยรุ่นในมุมมองที่มีทั้งสอดคล้องและแตกต่างออกไป แต่ไม่ว่าผลจะเป็นอย่างไร งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าทุกกลุ่มวัย ไม่ว่าจะ เป็นนิสิต บุคลากร รวมถึงผู้บริหาร ต่างมีจุดประสงค์เดียวกัน คือ อยากให้ปัญหาการตั้งครุฑฯ ในวัยเรียนเกิดขึ้นน้อยที่สุด และถ้าเมื่อเกิดขึ้นแล้วตัววัยรุ่นเองมีทางออกที่เป็นไปได้ร่วมกับสถาบันการศึกษา เพื่อช่วยเหลือให้วัยรุ่นไม่ถูกตัดอนาคตทางการศึกษาเพื่อใช้ในการประกอบอาชีพในอนาคตด้วยเช่นกัน

ข้อเสนอแนะ

1. ด้านนโยบาย ผู้เกี่ยวข้องกับการกำหนดนโยบายในการดูแลนิสิต มีโอกาสจัดเวทีเสวนาร่วมกับตัวแทนนิสิต รวมถึงผู้ที่ตั้งครุฑฯ ขณะเรียน เพื่อทราบปัญหาและความต้องการของนิสิตกลุ่มนี้โดยเฉพาะเจาะจง เพื่อกำหนดนโยบายให้เป็นแนวปฏิบัติแก่คณะต่าง ๆ เกี่ยวกับการดูแลนิสิตที่ตั้งครุฑฯ ขณะเรียน

2. ด้านปฏิบัติการพยาบาล ควรมีการจัดตั้งหน่วยงานที่รับผิดชอบ เกี่ยวกับปัญหาด้านเพศในวัยรุ่นแบบ One stop service รับผิดชอบภารกิจด้านการป้องกันการตั้งครุฑฯ ไม่พึงประสงค์ เช่น การให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการคุมกำเนิด การวางตัวที่ถูกต้องกับเพศตรงข้าม ทักษะการปฏิเสธ การดูแลเรื่องสุขภาพเมื่อเกิดการตั้งครุฑฯ ฯลฯ

3. ด้านการวิจัย ควรมีการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับเรื่องเพศในมหาวิทยาลัยมหาสารคาม โดยความร่วมมือจากนักวิจัยในสาขาต่าง ๆ เช่น คณะแพทยศาสตร์ พยาบาลศาสตร์ สาธารณสุขศาสตร์ เภสัชศาสตร์ มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ และฝ่ายพัฒนานิสิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม งบประมาณปี 2554 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ และขอขอบพระคุณผู้ตอบแบบสอบถามทุกท่านที่ให้ข้อมูลที่ เป็นประโยชน์ จนกระทั่งงานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. ประทักษ์ โอประเสริฐ, สุติศาสตร์ งามาริบัติเล่ม1. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โฮลิสติก พับลิชชิ่ง, 2539.
2. เยื่อน ตันนรินทร์. เวชศาสตร์ทารกในครรภ์. กรุงเทพฯ: โอ. เอส. พรีนติ้ง เฮาส์, 2551.
3. (ร่าง) พระราชบัญญัติคุ้มครองอนามัยการเจริญพันธุ์. Available from: <http://rh.anamai.moph.go.th/home.html>. Accessed 7 June, 2011.
4. จารุวรรณ ก้าวหน้าไกล และคณะ. ความต้องการการช่วยเหลือของวัยรุ่นตั้งครุฑฯ ที่มีต่อสถาบันการศึกษา. เอกสารสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการและการนำเสนอผลงานวิจัยแห่งชาติ 2554 (Thailand Research Expo 2011) คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ วันที่ 26-30 สิงหาคม 2554. กรุงเทพฯ; 2554. 278-384.

การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางชีววิทยา และลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีนโปรตีนห่อหุ้มของเชื้อ *Cucumber green mottle mosaic virus (CGMMV)* ที่แยกได้จากเมลอน และน้ำเต้า

Comparison on biological properties and coat protein nucleotide sequence of *Cucumber green mottle mosaic virus (CGMMV)* isolated from melon and bottle gourd

พัศราภรณ์ ยี่สารพัฒน์¹ วรนนต์ นาคบรรพต² อภิเดช แสงดี^{3*}

Putsaraporn Yeesaraput¹, Woranan Nakbanpote², Aphidech Sangdee^{3*}

Received : 19 February 2013; Accepted : 2 May 2013

บทคัดย่อ

Cucumber green mottle mosaic virus (CGMMV) เป็นเชื้อสาเหตุโรคใบด่างเขียวที่มีความสำคัญในพืชวงศ์แตง (Cucurbitaceae) การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบพืชอาศัย ลักษณะของอนุภาค และลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีนโปรตีนห่อหุ้มอนุภาคของเชื้อ CGMMV จำนวน 3 ไอโซเลต ได้แก่ CGMMV ME-9 ที่แยกได้จากเมลอน CGMMV BG-15 และ CGMMV BG-17 ที่แยกได้จากน้ำเต้า พบว่า เชื้อ CGMMV ทั้ง 3 ไอโซเลต มีความสามารถในการเกิดโรคและอาการบนพืชอาศัยวงศ์แตงได้แตกต่างกัน ขณะที่คุณสมบัติอื่นๆ ร่วมกัน คือ อนุภาคไวรัสเป็นแบบท่อนตรงหัวท้ายตัด ขนาดประมาณ 15×300 นาโนเมตร และมีโปรตีนห่อหุ้มอนุภาคมีขนาด 17-18 kDa จากการเพิ่มปริมาณยีนโปรตีนห่อหุ้มของเชื้อ CGMMV ทั้ง 3 ไอโซเลต ด้วยเทคนิค Reverse Transcription-Polymerase Chain Reaction (RT-PCR) พบว่าลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีนโปรตีนห่อหุ้มของเชื้อทั้ง 3 ไอโซเลต มีจำนวน 486 นิวคลีโอไทด์ โดยมีความเหมือนกันอยู่ที่ประมาณ 98.4 - 99.8% และพบว่าลำดับนิวคลีโอไทด์ของเชื้อ CGMMV ME-9, CGMMV BG-15 มีความเหมือนยีนโปรตีนห่อหุ้มของเชื้อ CGMMV สายพันธุ์ LN มากที่สุด 99% และ 100% ตามลำดับ และเชื้อ CGMMV BG-17 มีความเหมือนกับเชื้อ CGMMV สายพันธุ์ Watermelon มากที่สุด 98%

คำสำคัญ: *Cucumber green mottle mosaic virus (CGMMV)*, โรคใบด่างเขียวในพืชวงศ์แตง, ยีนโปรตีนห่อหุ้ม

Abstract

Cucumber green mottle mosaic virus (CGMMV) is the causal agent of cucumber green mottle mosaic disease of Cucurbitaceae. The objective of this study was to compare host plants, particle morphology and coat protein nucleotide sequences of three isolates of CGMMV including CGMMV ME-9 isolated from melon, CGMMV BG-15 and CGMMV BG-17 isolated from bottle gourd. These CGMMV isolates showed various disease symptoms in cucurbit plants. However, they shared other biological properties including rigid rod particle, approximately 15 x 300 nm and coat protein size approximately 17-18 kDa. The coat protein gene (CP gene) of CGMMV isolates were amplified using Reverse Transcription-Polymerase Chain Reaction (RT-PCR). The 486 nucleotides of CP gene of CGMMV isolates were determined and showed 98.4-99.8% homology. The CP gene of CGMMV ME-9 and CGMMV BG-15 showed 99% and 100% homology with CP gene of CGMMV-LN and CGMMV BG-17 showed 98% homology with CP gene of CGMMV watermelon strain.

Keywords: *Cucumber green mottle mosaic virus (CGMMV)*, Cucumber green mottle mosaic disease, Coat protein gene

¹ นิสิตปริญญาโท, ^{2,3}ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม 44150

¹ Master degree student, ^{2,3} Assist. Prof., Department of Biology, Faculty of Science, Mahasarakham University, Mahasarakham 44150

* Corresponding author: Aphidech Sangdee, Faculty of Science, Mahasarakham University, Khamriang, Kantarawichai district, Mahasarakham 44150, Thailand. aphidech_sangdee@yahoo.com

บทนำ

พืชวงศ์แตง (Cucurbitaceae) เป็นพืชที่มีความสำคัญทั่วโลก จัดเป็นสินค้าส่งออกของหลายประเทศอย่างต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบันโดยมีมูลค่าหลายพันล้านดอลลาร์¹ เนื่องจากพืชวงศ์แตงเป็นพืชที่นิยมนำมาประกอบอาหาร รับประทานผลสด ใช้เป็นยา และเครื่องสำอาง² พืชวงศ์นี้จึงมีการปลูกกันอย่างแพร่หลายทั่วโลกและมีแนวโน้มมากขึ้นทุกปี แต่ในกระบวนการเพาะปลูกพืชวงศ์แตงมักประสบปัญหาภัยโรคพืชโดยเฉพาะโรคพืชที่เกิดจากเชื้อไวรัสโดยเชื้อไวรัส *Cucumber green mottle mosaic virus* (CGMMV) เป็นไวรัสโรคพืชที่มีความสำคัญที่เข้าทำลายพืชวงศ์แตง จัดอยู่ในสกุล *Tobamovirus* ที่มีอนุภาคเป็นท่อนตรงหัวท้ายตัด (rigid rod) ไม่มี envelope มีขนาด 18x300 นาโนเมตร มีกรดนิวคลีอิกเป็นสายเดี่ยวชนิด RNA (ssRNA) ขนาดประมาณ 6.4 kb^{3,4}

เชื้อ CGMMV สามารถเข้าทำลายพืชวงศ์แตงได้หลายชนิด เช่น แตงกวาแตงโม แตงเทศ น้ำเต้า และเมลอนโดยมักทำให้พืชแสดงอาการในกลุ่มอาการใบต่างเขียวไม่ชัดเจน (green mottle) ใบต่างเขียวสีส้มเหลืองไม่ชัดเจน (yellow mottle) ใบย่น (wrinkle) ใบมีสีซีดจาง (chlorosis) ใบบิดเบี้ยว (distortion) ใบยอดมีอาการม้วนเป็นคลื่น (curve rolling) จนกระทั่งทำให้ต้นแคระแกร็น (stunning) และในกรณีเชื้อสายพันธุ์ที่รุนแรงจะทำให้เกิดอาการผลเป็นจุดสีซีดเป็นจ้ำๆ (chlorotic spots)⁵⁻⁸ นอกจากนี้เชื้อ CGMMV ยังสามารถทำให้เกิดความผิดปกติภายในเซลล์พืชด้วยการกระตุ้นให้มีการสร้างโปรตีนแปลกปลอม (inclusion bodies) ที่มีลักษณะเป็นผลึกหกเหลี่ยมใสวาวภายในเซลล์ชั้น ลักษณะใสคล้ายเข็มอยู่บริเวณเซลล์ปากใบ และลักษณะรูปร่างภายในเซลล์ท้อลำเลียง⁹

ในด้านการระบาดของเชื้อพบมีการระบาดในหลายพื้นที่ เช่น การเข้าทำลายแตงกวาและแตงโมในมณฑลเหลียวหนิงของประเทศจีน¹⁰ และเข้าทำลายแตงกวาในจังหวัดโคราช ประเทศอิหร่าน¹¹ เป็นต้น ในประเทศไทยมีการรายงานการระบาดเมื่อ พ.ศ. 2547 ในเมลอน ที่จังหวัดมหาสารคาม¹² ต่อมาในช่วงปี 2549-2550 ได้มีการสำรวจพบเชื้อในพืชวงศ์แตงอีกหลายชนิด เช่น เมลอน แตงกวา น้ำเต้า และสควีช จากต่างแหล่งปลูกหลายพื้นที่ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ให้ผลบวกเมื่อตรวจสอบด้วยแอนติซีรัมที่จำเพาะต่อเชื้อ CGMMV¹³ นอกจากนี้ยังพบการแพร่ระบาดใน แตงกวา แตงโม เมลอน และน้ำเต้า ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5 จังหวัด ได้แก่ ขอนแก่น มหาสารคาม เลย สกลนคร และอุดรธานี⁵

เชื้อ CGMMV เป็นเชื้อไวรัสที่มีความคงทนของอนุภาคสูง สามารถคงอยู่เป็นเวลานานบนเครื่องมือที่ใช้ทางการ

เกษตรและเศษซากพืช ปนเปื้อนในดิน นอกจากนี้ยังสามารถถ่ายทอดโรคโดยการสัมผัสและสามารถถ่ายทอดโรคผ่านทางเมล็ดพันธุ์ได้ จึงมีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดความเสียหายเป็นอย่างมากต่อการผลิตแตงทั้งผลสด และการผลิตเมล็ดพันธุ์ นอกจากนี้ยังมีเกษตรกรบางรายที่ใช้เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้รับการมาตรฐานการปลอดเชื้อ จึงเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการติดเชื้อและการแพร่กระจายเชื้ออย่างรวดเร็ว¹⁴

ปัจจุบันมีการนำเทคนิคทางชีวโมเลกุลได้แก่ เทคนิค RT-PCR, RT-PCR-SSCP และ RT-PCR-RFLP^{5, 15} มาใช้ในการจัดจำแนกเชื้อ CGMMV ได้ โดยอาจใช้ข้อมูลจากทั้งจีโนม เช่น Yoon¹⁵ พบว่าเทคนิค RT-PCR-RFLP ที่ทำโดยการเพิ่มปริมาณจีโนมของเชื้อ CGMMV จำนวน 36 ไอโซเลต ที่แยกได้จากพืชวงศ์แตงชนิดต่างๆ แล้วจึงนำมาตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ สามารถใช้ในการจัดจำแนกเชื้อ CGMMV ได้ หรืออาจใช้ข้อมูลจากบางส่วนของจีโนม เช่น จีโนมห่อหุ้ม (coat protein gene) ที่ได้จากการเพิ่มปริมาณด้วยเทคนิค RT-PCR สามารถใช้ในการจัดจำแนกเชื้อ CGMMV#23 WM, CGMMV#26 WM, CGMMV#27 WM, CGMMV#13 CU, CGMMV#17 CU, CGMMV#15 CU, CGMMV#1ML, CGMMV#13 ML, CGMMV#17 ML ได้ และ Yoon¹⁵ ได้ใช้เทคนิค RT-PCR-SSCP ในการวิเคราะห์ยีนโปรตีนห่อหุ้มและบางส่วนของยีนที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ในพืช (movement protein gene) เพื่อจัดจำแนกเชื้อ CGMMV จำนวน 36 ไอโซเลต พบว่าสามารถแบ่งเชื้อ CGMMV ทั้ง 36 ไอโซเลต ออกเป็น 3 กลุ่มย่อย คือ type I, II และ III จากข้อมูลการจัดจำแนกเชื้อ CGMMV ที่กล่าวมาทำให้ทราบว่าเชื้อ CGMMV มีความหลากหลายของสายพันธุ์ และสามารถเข้าทำลายพืชวงศ์แตงได้หลายชนิด ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางชีววิทยา และลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีนโปรตีนห่อหุ้มของเชื้อ CGMMV สาเหตุโรคใบต่างเขียวที่แยกได้เมลอน และน้ำเต้า เพื่อให้ได้ข้อมูลลักษณะประจำตัวของเชื้อแต่ละไอโซเลต และได้ข้อมูลเบื้องต้นในการหาแนวทางการควบคุม และกำจัดเชื้อ CGMMV ต่อไป

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

การปลูกเชื้อไวรัสบนพืชทดสอบ และการยืนยันการติดเชื้อด้วย Indirect ELISA

ปลูกพืชจำนวน 37 ชนิด สำหรับใช้ทดสอบเชื้อ CGMMV จำนวน 3 ไอโซเลต ได้แก่ CGMMV ME-9 (แยกได้จากเมลอน), CGMMV BG-15 และ CGMMV BG-17 (แยกได้จากน้ำเต้า) (ได้รับการอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์

ดร.เพชรรัตน์ ธรรมเบญจผล สาขาโรคพืชวิทยา ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น) ด้วยการเพาะต้นกล้าพืชชนิดต่างๆ แล้วร่อนกระทั้งใบเลี้ยงเจริญเต็มที่ซึ่งนำมาปลูกเชื้อด้วยวิธีกล (mechanical inoculation) โดยนำใบแดงกวาดที่ติดเชื้อมาบดให้ละเอียดใน 0.1 M phosphate buffer (pH 7.2) (1:10 w/v) ที่ผสม celite แล้วจึงนำน้ำคั้นไปพืชเป็นโรคมาทาลงบนใบเลี้ยงต้นกล้า ล้างด้วยน้ำสะอาดให้ทั่วใบ สังเกตอาการที่ปรากฏบนใบพืช 7-30 วัน ทำการตรวจสอบยืนยันการติดเชื้อด้วยเทคนิค indirect-ELISA กับแอนติซีรัมที่จำเพาะต่อเชื้อ CGMMV โดยพืชที่ให้ผลบวกต้องมีค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 405 นาโนเมตร เป็นสองเท่าของพืชปกติ หลังจากนั้นนำพืชที่ให้ผลบวกมาตรวจสอบการสร้างโปรตีนแปลกปลอม (inclusion body) ที่บริเวณท้องใบ เส้นกลางใบ หรือเซลล์ขน ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิดใช้แสง

การศึกษาอนุภาคของเชื้อไวรัส CGMMV

นำใบแดงกวาดที่ผ่านการตรวจสอบยืนยันการติดเชื้อ CGMMV ทั้ง 3 ไอโซเลต มาเพิ่มปริมาณและ แยกสกัดไวรัสบริสุทธิ์ โดยปรับปรุงวิธีการแยก ไวรัสบริสุทธิ์ของยูทซ์⁹ เมื่อได้ไวรัสบริสุทธิ์แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค SDS-PAGE ตามวิธีการ ของ Sambrook¹⁶ และตรวจสอบความบริสุทธิ์ของอนุภาคไวรัสด้วยเครื่อง Micro-Volume UV-Vis spectrophotometer (Nano-Drop) โดยใช้อัตราส่วนค่าการดูดซับแสงที่ความยาวคลื่น 260/280 นาโนเมตร (เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน คือ 1.38) คำนวณหาความเข้มข้นของอนุภาคไวรัสโดยใช้ค่า extinction coefficient ที่ $E_{260}^{1\%} = 3.18^{17}$ และนำตัวอย่างจากไวรัสบริสุทธิ์ที่แยกสกัดได้มาตรวจสอบลักษณะอนุภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (transmission electron microscope) ด้วยวิธี Dip preparation¹⁸

การเพิ่มปริมาณยีนโปรตีนห่อหุ้มด้วยเทคนิค RT-PCR

นำเชื้อไวรัส CGMMV บริสุทธิ์ทั้ง 3 ไอโซเลตที่มีความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ปริมาตร 100 ไมโครลิตร มาสกัดอาร์เอ็นเอด้วยวิธี Phenol: Chloroform Extraction และตรวจสอบขนาดจีโนมไวรัสบน agarose gel ความเข้มข้น 1% จากนั้นนำอาร์เอ็นเอที่สกัดได้มาใช้เป็นต้นแบบในการสังเคราะห์ first stand cDNA (Reverse transcription; RT) ของยีนโปรตีนห่อหุ้มด้วยไพรเมอร์ prCG6 (-) (5'-CTC GAA ACT AAG CTT TCG-3')¹⁹ ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนผสมและขั้นตอนดังนี้ คือ RNA template ปริมาตร 2 ไมโครลิตร reverse primer ความเข้มข้น 10 μ M ปริมาตร 1 ไมโครลิตร

น้ำกลั่นปราศจากอาร์เอ็นเอส (water, RNase-Free) ปริมาตร 7 ไมโครลิตร นำส่วนผสมไปต้มที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที และแช่ในน้ำแข็งทันที นาน 10 นาที แล้วเติม complete RT reaction ประกอบด้วย น้ำกลั่นปราศจากอาร์เอ็นเอส ปริมาตร 6.75 ไมโครลิตร 10x RT buffer ปริมาตร 2.5 ไมโครลิตร dNTP mixed (10 mM dNTP) ปริมาตร 1.25 ไมโครลิตร $MgCl_2$ (25 mM) ปริมาตร 1.0 ไมโครลิตร และ M-MLV RT (25x) ปริมาตร 1.0 ไมโครลิตร แล้วแช่ในน้ำแข็ง นาน 10 นาที แล้วจึงนำเข้าเครื่อง Thermal cycler โดยตั้งโปรแกรมควบคุมอุณหภูมิดังนี้ 42 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที 4 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที เมื่อครบเวลาจึงนำมาเพิ่มปริมาณด้วยเทคนิค Polymerase Chain Reaction (PCR) ด้วยไพรเมอร์ prCG6 (-) (5'-CTC GAA ACT AAG CTT TCG-3') และ prCG6(+) (5'-TTT CTG GTG TAT GGA ACG TA-3')¹⁹ ที่ประกอบด้วยส่วนผสมดังนี้ cDNA reaction ปริมาตร 3.0 ไมโครลิตร 10x PCR buffer ปริมาตร 5.0 ไมโครลิตร dDTP mixed (25 mM) ปริมาตร 4.0 ไมโครลิตร reverse primer ปริมาตร 2.0 ไมโครลิตร forward primer ปริมาตร 2.0 ไมโครลิตร $MgCl_2$ (25 mM) ปริมาตร 2.0 ไมโครลิตร Taq DNA polymerase ปริมาตร 0.5 ไมโครลิตร และน้ำปราศจากไอออนหนึ่งฆ่าเชื้อ ปริมาตร 31.5 ไมโครลิตร โดยใช้โปรแกรมควบคุมอุณหภูมิ ดังนี้ อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที จำนวน 1 รอบ 95 องศาเซลเซียส นาน 30 วินาที 55 องศาเซลเซียส นาน 45 วินาที 72 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที จำนวน 39 รอบ และ 72 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที จำนวน 1 รอบ จากนั้นตรวจวิเคราะห์ RT-PCR product โดยนำไปแยกขนาดบน 1% agarose gel electrophoresis ภายใต้กระแสไฟฟ้าคงที่ 100 โวลต์

การโคลนยีนเพื่อหาลำดับนิวคลีโอไทด์

นำผลิตภัณฑ์ RT-PCR ที่เพิ่มปริมาณได้และผ่านการทำให้บริสุทธิ์ด้วยชุดสกัด (Geneaid, USA) มาเชื่อมกับพลาสมิด pGEM[®]-T easy (Promega, USA) แล้วส่งถ่ายเข้าสู่เซลล์ผู้รับคือ *E. coli* สายพันธุ์ JM109 ที่เตรียมด้วยวิธี TSS Method²⁰ ด้วยวิธีการ heat shock จากนั้นตรวจวิเคราะห์พลาสมิดลูกผสม (recombinant plasmid) ด้วยวิธี alkaline lysis¹⁶ และ Restriction enzyme analysis แล้วจึงคัดเลือกโคลนที่มีชิ้นดีเอ็นเอที่ต้องการเพื่อนำไปหาลำดับนิวคลีโอไทด์ โดยบริษัท Macrogen ประเทศสาธารณรัฐเกาหลี และหน่วยบริการ Biomolecular Analysis คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น แล้วจึงนำลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม BioEdit version 7.0²¹ แล้วนำลำดับนิวคลีโอไทด์

ของยีนโปรตีนห่อหุ้มของเชื้อ CGMMV ทั้ง 3 ไอโซเลต มาสร้างสายวิวัฒนาการร่วมกับเชื้อ CGMMV ที่มีรายงานมาก่อน 10 สายพันธุ์ และเชื้อในกลุ่ม *Tobamovirus* จำนวน 5 สายพันธุ์ ด้วยโปรแกรม MEGA 4²² โดยใช้วิธี Neighbor - Joining ใช้โมเดล Kimura 2-parameter (1,000 bootstrap replications) ในการวิเคราะห์

ผลการศึกษา

การปลูกเชื้อไวรัสบนพืชทดสอบ และการยืนยันการติดเชื้อด้วยเทคนิค Indirect-ELISA

หลังจากปลูกเชื้อ CGMMV ME-9, CGMMV BG-15 และ CGMMV BG-17 บนพืชทดสอบจำนวน 37 ชนิดได้ 7-9 วัน พบว่าพืชทดสอบส่วนใหญ่แสดงอาการใบด่างสีเขียวมีขอบชัดเจน อาการใบด่างเขียวมีขอบเลือน อาการใบด่างสีเขียวร่วมกับอาการใบย่นและหนา และในพืชทดสอบวงศ์พริก-มะเขือ (*Solanaceae*) คือยาสูบใบเล็ก (*Nicotiana benthamiana*) แสดงอาการใบด่างร่วมกับอาการใบหงิกงอเสีรูปร่าง (Figure 1) เมื่อนำพืชทดสอบทั้งหมดมาตรวจยืนยันการติดเชื้อด้วยเทคนิค indirect-ELISA ด้วยแอนติซีรัมที่จำเพาะต่อเชื้อ CGMMV ที่ผ่านการ cross absorption ด้วยน้ำคั้นพืชปกติ พบว่าพืชทดสอบที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อ CGMMV ME-9 ในพืชวงศ์แตงมีจำนวน 19 ชนิด ได้แก่ แตงกวา 9 ชนิด แตงโม 3 ชนิด แตงไทย 4 ชนิด บวบ 1 ชนิด แผลง 2 ชนิด พืชอาศัยของเชื้อ CGMMV BG-15 ในพืชวงศ์แตงมีจำนวน 18 ชนิด ได้แก่ แตงกวา 9 ชนิด แตงโม 1 ชนิด แตงไทย 4 ชนิด บวบ 1 ชนิด แผลง 3 ชนิด และพืชอาศัยของเชื้อ CGMMV BG-17 ในพืชวงศ์แตงมีจำนวน 13 ชนิด ได้แก่ แตงกวา 7 ชนิด แตงโม 2 ชนิด แตงไทย 1 ชนิด บวบ 2 ชนิด ชูกินี 1 ชนิด และเชื้อ CGMMV ทั้ง 3 ไอโซเลต มีพืชอาศัยในวงศ์พริก-มะเขือ 1 ชนิด คือ ยาสูบใบเล็ก โดยพืชทั้งหมดเกิดปฏิกิริยาบวกกับแอนติซีรัมที่จำเพาะต่อเชื้อ CGMMV และมีค่าการดูดซับแสงมากกว่าสองเท่าของพืชปกติ (Table 1) และเมื่อนำพืชอาศัยที่ให้ผลบวกไปตรวจหาความผิดปกติในเซลล์พืชภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าสามารถตรวจพบการสร้างโปรตีนแปลกลอมที่มีลักษณะผลึกใสรูปหกเหลี่ยม และรูปข้าวหลามตัดภายในเซลล์ขนของแตงกวา ลักษณะเป็นท่อนภายในเซลล์ท่อลำเลียง และลักษณะเป็นท่อนภายในเซลล์ผิวใบใกล้ๆ กับเซลล์ปากใบ จากพืชอาศัยของเชื้อ CGMMV ทั้ง 3 ไอโซเลต (Figure 2)

การศึกษาอนุภาคของเชื้อไวรัส CGMMV

จากการแยกสกัดไวรัสบริสุทธิ์จากใบแตงกวาที่ได้รับการปลูกเชื้อ CGMMV ทั้ง 3 ไอโซเลต พบว่าสามารถสกัดไวรัสบริสุทธิ์ได้จำนวน 3.490, 2.635, 9.645 มิลลิกรัมต่อใบ

พืช 100 กรัม สำหรับเชื้อ CGMMV ME-9, CGMMV BG-15 และ CGMMV BG-17 ตามลำดับ โดยมีค่าอัตราส่วนการดูดซับแสงที่ความยาวคลื่นระหว่าง 260/280 นาโนเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 1.3-1.48 และเมื่อนำไปตรวจสอบลักษณะของอนุภาคไวรัสภายใต้กล้อง TEM พบลักษณะอนุภาคไวรัสเป็นแบบท่อนตรงหัวท้ายตัด (rigid rod) มีความยาวเท่ากับ 300 นาโนเมตร และความกว้าง 15 นาโนเมตร (Figure 3) และสามารถตรวจพบแถบโปรตีนห่อหุ้มอนุภาคของเชื้อ CGMMV ทั้ง 3 ไอโซเลต ขนาดประมาณ 17-18 kDa ด้วยเทคนิค SDS-PAGE (Figure 4)

การโคลนยีนเพื่อหาลำดับนิวคลีโอไทด์

จากการนำตัวอย่างไวรัสบริสุทธิ์ที่สกัดได้ มาสกัดอาร์เอ็นเอพบว่าสามารถตรวจพบอาร์เอ็นเอของเชื้อไวรัสขนาดเท่ากับ 6.4 kb และเมื่อนำอาร์เอ็นเอของเชื้อ CGMMV ทั้ง 3 ไอโซเลตมาเป็นต้นแบบในการเพิ่มปริมาณยีนโปรตีนห่อหุ้มด้วยเทคนิค RT-PCR พบว่าสามารถเพิ่มปริมาณยีนโปรตีนห่อหุ้มของเชื้อ CGMMV ME-9, CGMMV BG-15 และ CGMMV BG-17 ได้โดยมีขนาดของ RT-PCR product ที่เพิ่มปริมาณได้อยู่ในช่วงประมาณ 1100-1200 คู่เบส และเมื่อนำ RT-PCR product ของเชื้อ CGMMV ทั้ง 3 ไอโซเลตไปหาลำดับ นิวคลีโอไทด์ พบว่า RT-PCR product มีลำดับนิวคลีโอไทด์ตรงกับเชื้อ CGMMV โดยมีลำดับนิวคลีโอไทด์ในส่วนของยีนโปรตีนห่อหุ้มเท่ากับ 486 นิวคลีโอไทด์ทุก ไอโซเลต โดยยีนโปรตีนห่อหุ้มของเชื้อของเชื้อ CGMMV ME-9 กับ CGMMV BG-15, CGMMV ME-9 กับ CGMMV BG-17 และ CGMMV BG-15 กับ CGMMV BG-17 มีความเหมือนกัน 99.8%, 98.4% และ 98.6% ตามลำดับและเมื่อนำลำดับนิวคลีโอไทด์ไปเปรียบเทียบกับเชื้อ CGMMV ที่มีรายงานมาก่อนในฐานข้อมูล GenBank (Table 2) และสร้างสายสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ พบว่าลำดับนิวคลีโอไทด์ในส่วนยีนโปรตีนห่อหุ้มของเชื้อ CGMMV ME-9, CGMMV BG-15 และ CGMMV BG-17 ที่ได้มีความเหมือนกับเชื้อ CGMMV สายพันธุ์ LN (EU352259) 99%, CGMMV สายพันธุ์ LN (EU352259) 100% และ CGMMV สายพันธุ์ Watermelon 98 % (AB369274) ตามลำดับ (Figure 5)

สรุปและวิจารณ์

จากการศึกษาคุณสมบัติทางชีววิทยาของเชื้อ CGMMV ทั้ง 3 ไอโซเลต โดยการปลูกเชื้อลงบนพืชอาศัยชนิดต่างๆ แล้วยืนยันผลการเป็นพืชอาศัยด้วยเทคนิค indirect-ELISA แสดงให้เห็นว่าเชื้อ CGMMV ME-9, CGMMV BG-15 และ CGMMV BG-17 มีความสามารถในการทำให้เกิดอาการบนพืชอาศัย

ได้แตกต่างกัน เช่นในแตงร้าน (OP) จัดเป็นพืชอาศัยของเชื้อทั้ง 3 ไอโซเลต โดยเชื้อสามารถทำให้พืชแสดงอาการใบด่างสีเขียวอ่อนทั้งที่มีขอบเขตชัดเจนและไม่ชัดเจนได้เหมือนกัน แต่เชื้อ CGMMV ME-9 ทำให้พืชแสดงอาการสีเขียวเข้มบริเวณเส้นใบที่แตกต่างจากเชื้อไอโซเลตอื่นขณะที่หากปลูกเชื้อ CGMMV BG-15 พืชแสดงอาการใบหงิกงอเสียรูปที่ไม่พบเมื่อปลูกเชื้อไอโซเลตอื่นและยังสามารถพบความแตกต่างของอาการบนพืชอาศัยเมื่อปลูกเชื้อ CGMMV ต่างไอโซเลตกันในพืชอื่นๆ อีกหลายชนิดได้แก่ แตงท่อนลูกผสม มัมมี

331 แตงกวามาลย์แตงร้านลูกผสมอมตะแตงไทย แตงไทยยาว แตงไทยกลม แตงไทยผสม แตงโม แพงและบวบเหลี่ยม เป็นต้น นอกจากอาการบนพืชอาศัยที่แตกต่างกันแล้วยังพบว่าเชื้อ CGMMV ที่ต่างไอโซเลตกันมีความสามารถในการทำให้เกิดโรคในพืชได้แตกต่างกัน เช่นเชื้อ CGMMV BG-17 สามารถเข้าทำลายชุกินีได้ ในขณะที่ CGMMV ME-9 และ CGMMV BG-15 ไม่สามารถเข้าทำลายได้ เช่นเดียวกับบวบหอมที่มีเฉพาะเชื้อ CGMMV BG-17 เพียงไอโซเลตเดียวที่เข้าทำลายได้ หรือในแพงเขียวที่เชื้อ CGMMV

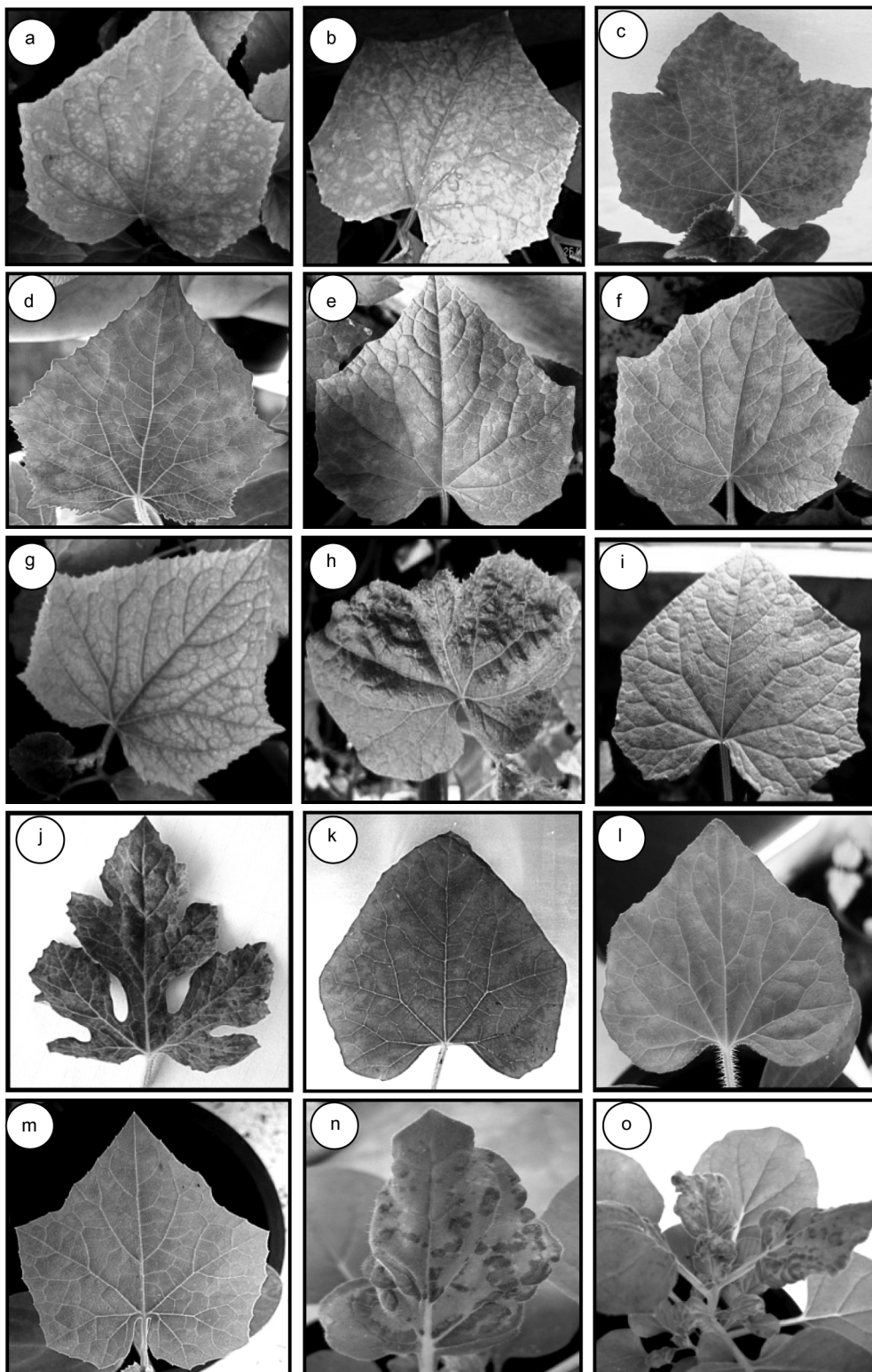


Figure 1 Symptoms on tested plants at 9 to 30 days after inoculation with CGMMV ME-9, CGMMV BG-15 and CGMMV BG-17; green mosaic symptom by ME-9(a), BG-15(b), BG-17(c), green mottle symptom by ME-9(d), BG-15(e), BG-17(f), green mottle and Vein banding symptom by ME-9(g), green mottle and thick leaves symptoms by BG-15(h), green mottle and lugose by BG-17(i) on *Cucumis sativus* L., green mosaic symptoms on *Citrullus lanatus* L. by ME-9 (j), green mottle and Vein banding symptom on *Cucumis melo* L. by ME-9 (k), green mosaic symptoms on *Benincasahispida* by BG-17(l), green mosaic symptoms on *Luffa acutangula* L. by BG-17 (m), green mosaic symptoms and distortion on leaves (n) and upper leaves(o) of *Nicotiana benthamiana* by ME-9

Table 1 Symptoms of 37 tested plants inoculated with CGMMV ME-9, CGMMV BG-15 and CGMMV BG-17 and detected using indirect-ELISA with CGMMV-specific antiserum

Tested Plants	CGMMV ME-9			CGMMV BG-15			CGMMV BG-17		
	Inoculated leaf	Indirect-ELISA	Inoculated leaf	Indirect-ELISA	Inoculated leaf	Indirect-ELISA	Inoculated leaf	Indirect-ELISA	
Cucurbitaceae									
<i>Cucumis sativus</i> L.									
แดงท่อนลูกผสม มีมี 331	M, M+CuL	+	M, M+CuL	+	M, M+CuL	+	M, M+CuL	+	
	M, M+CuL	+	Mo, Mo+CuL	+	M, M+CuL	+	M, M+CuL	+	
แดงกวางลูกผสมหินจา 179	M+CuL+CrK+PK+LR	+	Mo+CrK	+	M, Mo	+	M, Mo	+	
	M+CvL, Mo+CvL	+	M, Mo, CuL	+	Mo, Mo+CuL	+	Mo, Mo+CuL	+	
แดงกวางหยกขาว	M, Mo+CuL+ LR	+	Mo+CuL	+	Mo, Mo+CuL	+	Mo, Mo+CuL	+	
	Mo	+	Mo, Mo+CuL	+	Mo, Mo+CuL	+	Mo, Mo+CuL	+	
แดงร้าน (OP)	Mo	+	Mo, Mo+CuL	+	Mo, Mo+CuL	+	Mo, Mo+CuL	+/ -	
แดงท่อน (เจียใต้)	M, Mo	+	Mo, Mo+CuL+CrK+PK	+	Mo, Mo+CuL	+	Mo, Mo+CuL	+/ -	
	Mo, Mo+CuL	+	Mo, Mo+CuL	+	Mo, Mo+CuL	+	Mo, Mo+CuL	+/ -	
แดงกวางไปร้ว	Mo+CuL+CrK+PK	+	MT+CuL+CrK+PK	+	Mo+CuL+CrK+PK	+	Mo+CuL+CrK+PK	+	
	Mo+CuL+CrK+PK	+	MT+CuL+CrK+PK	+	Mo+CuL+CrK+PK	+	Mo+CuL+CrK+PK	+	
แดงกวางสุริยา	Mo+CuL+CrK+PK	+	MT+CuL+CrK+PK	+	Mo+CuL+CrK+PK	+/ -	Mo+CuL+CrK+PK	+/ -	
แดงกวางมัลลีย์	Mo+CuL+CrK+PK	+	MT+CuL+CrK+PK	+	Mo+CuL+CrK+PK	+/ -	Mo+CuL+CrK+PK	+/ -	
แดงร้านลูกผสมอมตะ	M, M+CuL	+	M, M+CuL+N	+	M	+	M	+	
<i>Citrullus lanatus</i> L.	Mo, Mo+CuL+PK	+	Mo, Mo+CuL+PK	+	M, M+CuL+PK	+/ -	M, M+CuL+PK	+/ -	
แดงไม้เต่า	Mo, Mo+CuL	+	Mo, Mo+CuL+PK +N	+	Mo, Mo+CuL+PK	+/ -	Mo, Mo+CuL+PK	+/ -	
แดงไม้พืดหลวย	Mo	+	Mo+CuL	+	Mo+CuL	+/ -	Mo+CuL	+/ -	
แดงโม่เบือกลาย	Mo	+	Mo, Mo+CuL+YS	+	Mo	+	Mo	+	
<i>Cucumis melo</i> L.	PK+N	+/ -	CuL+PK	+/ -	Mo	+	Mo	+	
	CuL+PK	+/ -	CuL+PK+N	+/ -	C	+/ -	C	+/ -	
แดงไทย	CuL+PK	+/ -	CuL+PK+N	+/ -	CuL+PK	+/ -	CuL+PK	+/ -	
	C+PK	-	M+C	-	Mo+C	+/ -	Mo+C	+/ -	
แดงไทยยาว									
แดงไทยกลม									
แดงไทยผสม									
<i>Luffa acutangula</i> L.									
บวบเหลี่ยม									
บวบหอม									
บวบหอมขาวพิเศษ									
บวบลีลา									
บวบเกล้า									

* Viral signal was recorded by ELISA reader at 405 nm; += ELISA value higher than 2 fold of control. +/-=ELISA value is between positive and negative. -= ELISA value equal or lower than control. M = Green Mosaic, Mo = Green Mottle, CrK = Crinkling, CuL = Curling, LR= Leaf rolling, PK = Puckering, C= Chlorosis, CvL = Curve leaf, N = Necrosis

Table 1 Symptoms of 37 tested plants inoculated with CGMMV ME-9, CGMMV BG-15 and CGMMV BG-17 and detected using indirect-ELISA with CGMMV-specific antiserum (Cont.)

Tested Plants	CGMMV ME-9		CGMMV BG-15		CGMMV BG-17	
	Inoculated leaf	Indirect-ELISA	Inoculated leaf	Indirect-ELISA	Inoculated leaf	Indirect-ELISA
<i>Benincasa hispida</i> Cogn.						
แฟง	Mo+PK	+	Mo+PK	+	Mo+CuL	+/-
แฟงเขียว	M+PK	+/-	M+PK	+	M+PK	+/-
ฟักแฟง	Mo+PK	+	Mo+PK/Mo+PK+LR	+	Mo+PK	+/-
<i>Cucurbita moschata</i> Decne.						
ฟักทองต่างดอก	Mo+PK+C	-	Mo+PK+C+N	-	Mo+PK+C+N	-
ฟักทองศรีเมือง	Mo+PK+C	-	Mo+PK+C	-	Mo+PK	-
ฟักทองมิ่งกาพ	Mo+PK	-	Mo+PK+C	-	Mo+PK+C	-
ฟักทองลุงทอง	Mo+PK+C	-	Mo+PK+C	-	Mo+PK+C	-
	Mo+PK	-	Mo+PK	-	Mo+PK	-
	Mo+CuL	-	Mo+CuL	-	Mo+CuL	-
	Mo+CuL	-	Mo+CuL	-	Mo+CuL	+
<i>Momordica charantia</i> Linn.						
มะระขี้นก	CrK +CuL + PK	-	CrK +CuL + PK	-	CrK +CuL + PK	-
มะระจีน	Mo+ PK + CuL	-	CuL	-	PK + CuL	-
	Mo+ PK + CuL	-	CuL	-	CuL	-
<i>Cucurbita pepo</i> L. var. <i>cylindica</i> Pans.						
ซูกีนี่	Mo+ PK + CuL	-	Mo+ PK + CuL	-	Mo+ PK + CuL	-
Solanaceae						
<i>Capsicum frutescens</i> Linn.						
พริกมันดำ	Mo+ PK + CuL	+	Mo+ PK + CuL+ CrK	+	Mo+ PK + CuL+ CrK	+
พริกกระเทียม	Mo+ PK + CuL	-	Mo	-	Mo+PK+CuL	-
พริกขี้หนูขาว						
<i>Physalis minima</i> Linn.						
โหงง						
<i>Nicotiana benthamiana</i>						
ยาสูบเบเล็ก						
<i>N. tabacum</i>						
ยาสูบใบใหญ่						

* Viral signal was recorded by ELISA reader at 405 nm; += ELISA value higher than 2 fold of control. +/-=ELISA value is between positive and negative. -= ELISA value equal or lower than control. M = Green Mosaic, Mo = Green Mottle, CrK = Crinkling, CuL = Curling, LR= Leaf rolling, PK = Puckering, C= Chlorosis, CvL = Curve leaf, N = Necrosis

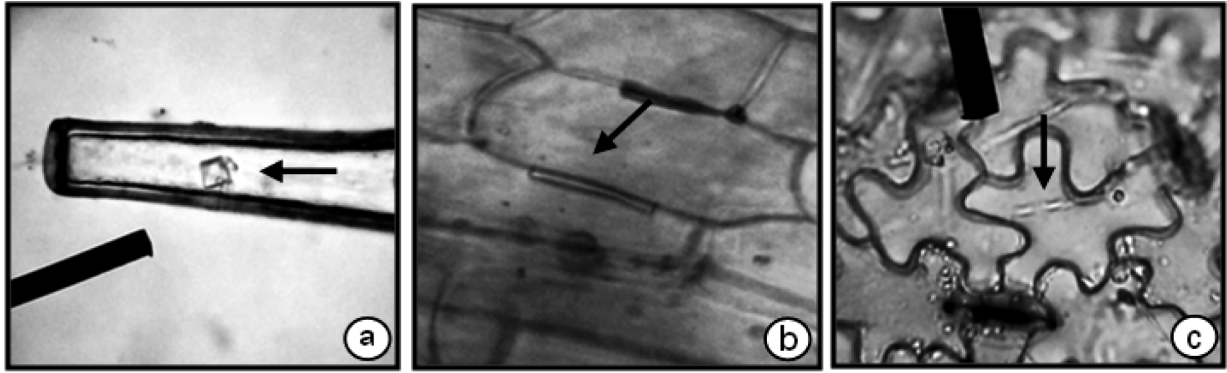


Figure 2 Inclusion bodies on cucurbit plant after 14 days inoculation with CGMMV BG-17; crystal clear hexagon diamonds inclusions body on hair cell (a), needle crystalline inclusions body on vascular cells and epidermal cells (b and c)

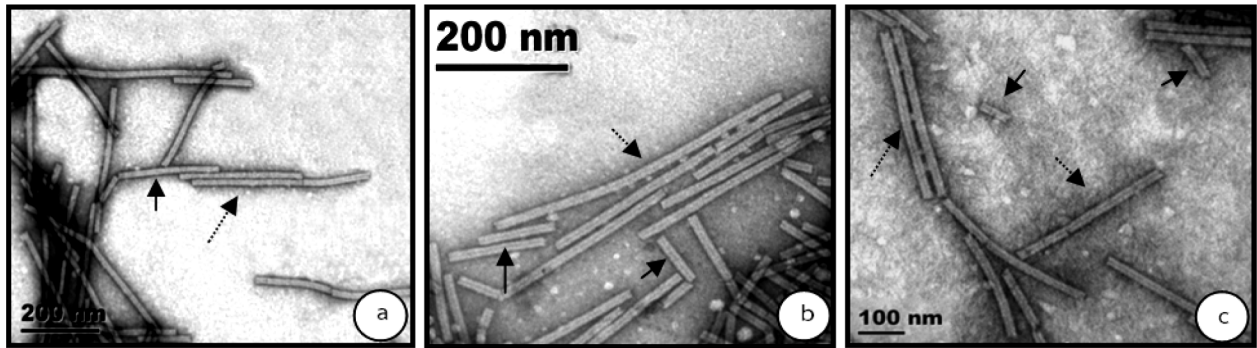


Figure 3 Rigid rod-shaped particles of CGMMV ME-9(a), CGMMV BG-15(b) and CGMMV BG-17(c) approximately sized at 15x 300 nm were examined under TEM

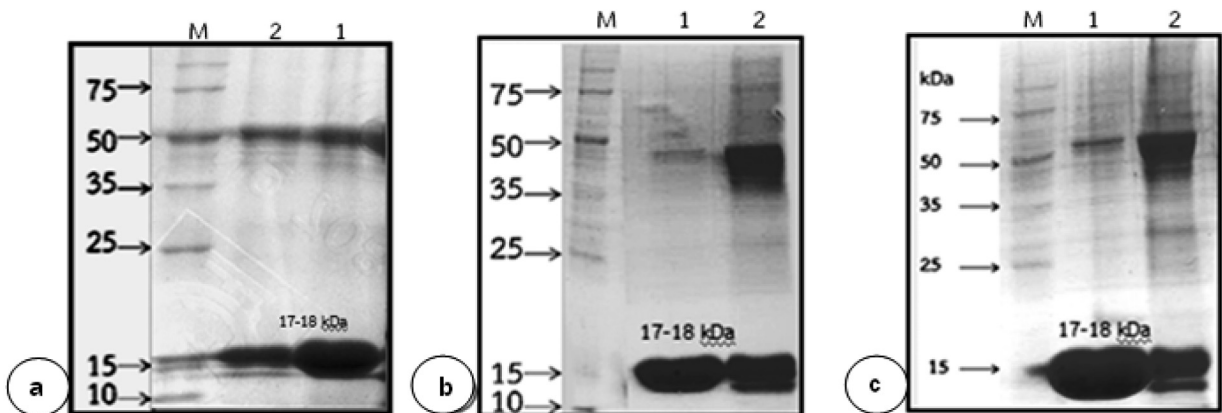


Figure 4 Coat protein of CGMMV ME-9 (a), CGMMV BG-15 (b), CGMMV BG-17(c) approximately sized at 17-18 kDa were determined using 12% SDS-PAGE

Table 2 Accession number and referenced CGMMV strain were used to compare with CGMMV ME-9, BG-15 and BG-17 in this study

Virus Name	Accession number	Isolate/Strain
Cucumber Green Mottle Mosaic Virus	AB369274	Watermelon
Cucumber Green Mottle Mosaic Virus	EF611826	Liaoning
Cucumber Green Mottle Mosaic Virus	FJ654657	BG-SB
Cucumber Green Mottle Mosaic Virus	GQ277655	GX
Cucumber Green Mottle Mosaic Virus	FJ654659	BG
Cucumber Green Mottle Mosaic Virus	HQ692886	CGMMV11
Cucumber Green Mottle Mosaic Virus	HM008919	CCMV_TANG
Cucumber Green Mottle Mosaic Virus	AF417243	KOM
Cucumber Green Mottle Mosaic Virus	FJ654658	C
Cucumber Green Mottle Mosaic Virus	AF417242	KW
Tobacco Mosaic Virus	HE818437	Mangshi-2
Wasabi Mottle Virus	AB017504	Tochigi
Yocai Mosaic Virus	DQ223770	Impatien
Kyuri Green Mottle Mosaic Virus	AJ295948	-
Zucchini Green Mottle Mosaic Virus	AJ295949	-

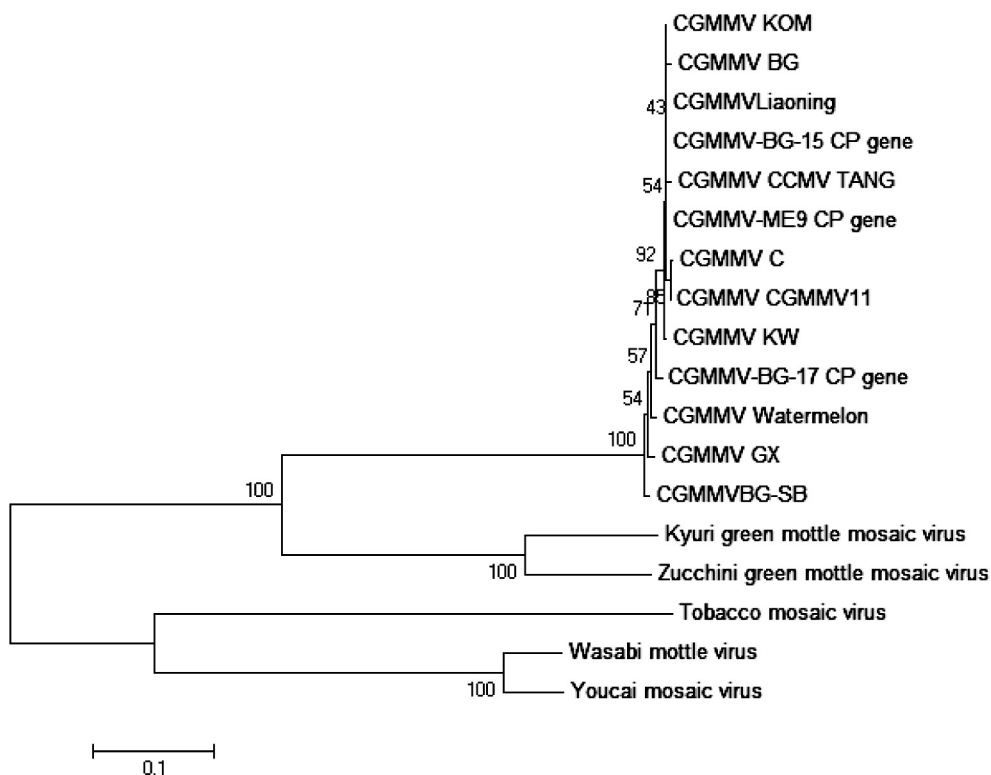


Figure 5 Phylogenetic analyses of CGMMV ME-9, BG-15 and BG-17 compared with reference CGMMV strains and other *Tobamoviruses* based on complete coat protein nucleotides sequences

BG-15 สามารถเข้าทำลายได้ แต่เชื้อ CGMMV ME-9 และ CGMMV BG-17 ไม่สามารถเข้าทำลายได้เมื่อพิจารณาจากค่า ELISA ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Yoon¹⁵ ที่พบว่าเชื้อ CGMMV ซึ่งแยกได้จากแตงโมและแตงกวา มีชนิดของพีชอาศัยและอาการบนพีชอาศัยบางชนิดที่แตกต่างกัน

อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าเชื้อ CGMMV ทั้ง 3 ไอโซเลต จะมีความผันแปรของอาการบนพีชอาศัย แต่สิ่งที่เชื้อ CGMMV ทั้ง 3 ไอโซเลต มีคุณสมบัติร่วมกันคือ สามารถสร้างโปรตีนแปลกลมลักษณะเป็นผลึกหกเหลี่ยมภายในเซลล์ชั้นลักษณะเป็นท่อนภายในเซลล์ท่อลำเลียง และลักษณะคล้ายเข็มใสใน epidermal cell ของใบภายในพีชอาศัยได้เหมือนกันนอกจากนี้เชื้อ CGMMV ทั้ง 3 ไอโซเลต ยังมีโปรตีนห่อหุ้มอนุภาคมีขนาดประมาณ 17-18 kDa และมีลักษณะอนุภาคไวรัสเป็นแบบท่อนตรงหัว-ท้ายตัดยาว 300 นาโนเมตร และกว้างประมาณ 15 นาโนเมตร เหมือนกันและสอดคล้องกับงานวิจัยของยูทวิ⁹ และ Shim²³ ที่ได้ศึกษามาก่อน ดังนั้นจากการศึกษาคุณสมบัติทางชีววิทยาของเชื้อ CGMMV ในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าเชื้อ CGMMV ทั้ง 3 ไอโซเลตมีคุณสมบัติทางชีววิทยาบางประการที่แตกต่างกัน

เมื่อวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของเชื้อ CGMMV ME-9, CGMMV BG-15 และ CGMMV BG-17 ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่ามีลำดับนิวคลีโอไทด์ตรงกับเชื้อ CGMMV และเป็นส่วนของยีนโปรตีนห่อหุ้มที่มีจำนวน 486 นิวคลีโอไทด์ ซึ่งมีความใกล้เคียงกับการศึกษากับการศึกษาของ Ugaki³ ที่พบว่ายีนโปรตีนห่อหุ้มของเชื้อ CGMMV-SH มีขนาด 485 นิวคลีโอไทด์ และใกล้เคียงกับการศึกษาของฉัตรนันทรี⁵ ที่พบว่ายีนโปรตีนห่อหุ้มของเชื้อ CGMMV จำนวน 9 ไอโซเลต ที่แยกได้จาก แตงกวา แตงโม เมลอน และน้ำเต้า ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีขนาด 485 นิวคลีโอไทด์ และจากการนำลำดับนิวคลีโอไทด์ของเชื้อ CGMMV ทั้ง 3 ไอโซเลตมาเปรียบเทียบกัน ทำให้ทราบว่าลำดับนิวคลีโอไทด์ของเชื้อ CGMMV ทั้ง 3 ไอโซเลต มีความเหมือนกันอยู่ที่ประมาณ 98.4-99.8 % ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเชื้อ CGMMV ทั้ง 3 ไอโซเลต มีความผันแปรของลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีนโปรตีนห่อหุ้มอนุภาค และอาจเป็นอีกข้อมูลหนึ่งที่สนับสนุนว่าเชื้อ CGMMV ที่ศึกษาในครั้งนี้นี้มีความหลากหลายทางพันธุกรรม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Yoon¹⁵ ที่พบว่าเชื้อ CGMMV ซึ่งแยกได้จากแตงโมและแตงกวา มีความแตกต่างกันของลำดับนิวคลีโอไทด์ในส่วนที่ยีนโปรตีนห่อหุ้มบ้างเล็กน้อย โดยมีความเหมือนของลำดับนิวคลีโอไทด์เท่ากับ 98.3-99.4% และลำดับกรดอะมิโนเท่ากับ 99.4-100%

นอกจากนี้เมื่อนำลำดับนิวคลีโอไทด์ยีนโปรตีนห่อหุ้มของเชื้อ CGMMV ทั้ง 3 ไอโซเลต ไปเปรียบเทียบกับเชื้อ CGMMV ที่มีรายงานมาก่อนในฐานข้อมูล GenBank พบว่าลำดับนิวคลีโอไทด์ของเชื้อ CGMMV ME-9, CGMMV BG-15 มีความเหมือนกับเชื้อ CGMMV สายพันธุ์ LN มากที่สุด 99% และ 100% ตามลำดับและเชื้อ CGMMV BG-17 มีความเหมือนกับเชื้อ CGMMV สายพันธุ์ Watermelon มากที่สุด 98% เช่นเดียวกับการศึกษาของฉัตรนันทรี⁵ ที่พบว่าเชื้อ CGMMV-13ML, CGMMV-1ML มีความเหมือนกับเชื้อ CGMMV สายพันธุ์ LM (จีน) มากที่สุด 99.95% และ 99.38% ตามลำดับ และเชื้อ CGMMV#23 WM, CGMMV#26 WM, CGMMV#27WM, CGMMV#13 CU, CGMMV#17 CU, CGMMV#15 CU, มีความเหมือนกับเชื้อ CGMMV-Watermelon (เกาหลี) มากที่สุด 99.18%, 99.18%, 99.18%, 99.18%, 99.18%, 98.76% และ 98.56% ตามลำดับ

ดังนั้นจากข้อมูลความแตกต่างของชนิดและอาการบนพีชทดสอบบางชนิด ความผันแปรของลำดับ นิวคลีโอไทด์ในส่วนยีนโปรตีนห่อหุ้ม และการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของเชื้อ CGMMV ทั้ง 3 ไอโซเลต กับเชื้อ CGMMV อื่นๆ ที่มีรายงานมาก่อน แสดงให้เห็นว่าเชื้อ CGMMV ที่แยกได้จากเมลอน และน้ำเต้า มีความแตกต่างกันทางพันธุกรรม

คำขอขอบคุณ

ขอขอบพระคุณทุนสนับสนุนฝ่ายบริหารจัดการ คลัสเตอร์ และโปรแกรมวิจัยสำนักบริหารจัดการคลัสเตอร์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และโครงการทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อพัฒนานิสิตระดับบัณฑิตศึกษา (ปริญญาโท) เลขที่สัญญา 5504026/2555 งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่มีส่วนร่วมในการสนับสนุนทุนวิจัยครั้งนี้ และขอขอบพระคุณ รศ.ดร.เพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล สาขาโรคพืชวิทยา ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ความอนุเคราะห์เชื้อ CGMMV ในการศึกษาวิจัย ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Kirkbride JH Jr, Dallwitz MJ. *Cucumis* and *Cucumella* (Cucurbitaceae): cucumbers and melons:1. <http://nt.ars-grin.gov/seedsfruits/keys/cucumis/index.cfm>.2010
- Joy PP, Thomas J, Mathew S, Skaria BP. Medicinal plants. Aromatic and medicinal plants research station, Kerala Agricultural University, India; 1998. p. 132.
- Ugaki M, Tomiyama M, Kakutani T, Hidaka S, Kiguchi T, Nagata R, et al. The complete nucleotide sequence of *Cucumber green mottle mosaic virus* (SH strain) genomic RNA. *J Gen Virol* 1991; 72: 1487-1495.
- Tan SH, Nishiguchi M, Murata M, Motoyoshi F. The genome structure of *kyuri green mottle mosaic tobamovirus* and its comparison with that of cucumber green mottle mosaic tobamovirus. *Arch Virol* 2000; 145:1067–1079.
- ฉัตรนันทรี กัณฑ์ลา. ความหลากหลายทางพันธุกรรมของเชื้อ *Cucumber green mottle mosaic virus* ในแตงกวาแตงโมและเมลอนและปฏิสัมพันธ์กับสายพันธุ์แตงกวา. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาโรคพืชวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น; 2554.
- Ainsworth GC. Mosaic disease of cucumber. *Ann Appl Biol* 1935; 22:55-67.
- Komuro Y, Tochiwara H, Fukatsu R, Nagai Y, Yoneyama S. *Cucumber green mottle mosaic virus* on watermelon in Chiba and Ibaraki Prefectures (in Japanese). *Ann Phytopathol Soc Jpn* 1968; 34:377.
- Wang SM, Chen MJ. A new strain of *Cucumber mottle mosaic virus* causing mosaic symptoms on bottle gourd in Taiwan. *Plant Protect Bull* 1985; 27:105-110.
- ยุทธ ทนโม๊ะ. การพัฒนาชุดตรวจเชื้อ *Cucumber green mottle mosaic virus* ในพืชวงศ์แตง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาโรคพืชวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น; 2550.
- Chen HY, Zhao WJ, Cheng Y, Li MF, Zhu SF. Molecular identification of the virus causing watermelon mosaic disease in Mid-Liaoning. *Acta Phytopathol Sin* 2006; 4: 306–309.
- Moradi Z, Jafarpour B. First report of coat protein sequence of *Cucumber green mottle virus* in cucumber isolated from Khorasan in Iran. *Int J Virol* 2011; 7(1): 1-12.
- ยุทธ ทนโม๊ะ เพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล และพิศาล ศิริธร. การอุบัติของเชื้อไวรัสที่มีความสัมพันธ์ทางเซรุ่มวิทยากับเชื้อ *Cucumber green mottle mosaic virus* ในแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์แตงและวิธีการผลิตแอนติซีรัมที่จำเพาะต่อเชื้อ. หน้า 227-236 ใน: การประชุมทางวิชาการประจำปี พ.ศ. 2547 ของสมาคมเทคโนโลยีชีวภาพแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 16 “นวัตกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ: หนึ่งทางเลือกเพื่อยกระดับสู่ครัวของโลก”: โรงแรมทอปแลนด์ พิษณุโลก; 2547.
- ยุทธ ทนโม๊ะ และเพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล. โรคไวรัสในแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์พืชวงศ์แตงภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ใน: การประชุมทางวิชาการ KAU Agricultural Sciences Seminar 2008. มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2551.
- รัชณี ศิริยาน กมล เลิศรัตน์ และเพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล. การคัดเลือกพันธุ์แตงกวาด้านทนต่อไวรัสใบด่างเขียวแตงกวา (*Cucumber green mottle mosaic virus*). ใน: การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติครั้งที่ 8. โรงแรมอมรินทร์ลากูน, พิษณุโลก; 2550.
- Yoon JY, Choi GS, Choi SK, Hong JS, Choi JK, Kim W, Lee GP, Ryu KH. Molecular and biological diversities of *Cucumber green mottle mosaic virus* from *Cucurbitaceous* crop in Korea. *J Phytopathol* 2008; 156: 408-412.
- Sambrook J, Fritsch EF, Maniatis T. *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*, 2nd ed. Cold Spring Harbor, New York; 1989. p. 18.47-18.59.
- Antignus Y, Wang Y, Pearlsman M, Lachman O, Lavi N, Gal-On A. Biological and molecular characterization of a new cucurbit-infecting Tobamovirus. *Phytopathol* 2001; 91: 565-571.
- Dijkstra J, de Jager CP. *Practical Plant Virology: Protocols and Exercises*. (Springer Lab Manuals) Springer: Berlin; 1998. p. 459.
- Kim SM, Lee JM, Yim KO, Oh MH, Park JW, Kim KH. Nucleotide sequences of two Korean isolates of *Cucumber green mottle mosaic virus*. *Mol Cells* 2003; 16(3): 407-12.

20. Chung CT, Niemela SL, Miller RH. One-step preparation of competent *Escherichia coli*: Transformation and storage of bacterial cells in the same solution. Proc Natl Acad Sci USA 1989; 86(7): 2172-2175.
21. Hall TA. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. Nucleic Acids Symp Ser 1999; 41: 95-98.
22. Tamura K, Dudley J, Nei M, Kumar S. MEGA 4: Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) software version 4.0. Mol Biol Evol 2007; 24(8): 1596-1599.
23. Shim CK, Han KS, Lee JH, Bae DW, Kim DK, Kim HK. Isolation and characterization of watermelon isolate of cucumber green mottle mosaic virus (CGMMV-HY1) from watermelon plant with severe mottle mosaic symptoms. Plant Pathol J 2005; 21(2): 167-171.

ความชุกของปรสิตในลำไส้คนบ้านปางสา อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย

Prevalence of intestinal parasites in people of Ban Pang Sa, Satchanalai District, Sukhothai Province

ชไมพร ฟักรักษา¹ อภินันท์ ลิ้มมงคล² ธนากร วัชรสุภัทร³ ระพี ธรรมมีภักดี¹ วรานันท์ ยศปัญญา¹ ทัชชา ยิ้มถิ่น¹ วีระญา เอี่ยมสะอาด³ อภิชาติ วิทย์ตะ⁴

Chamaiporn Fukruksa,¹ Apinun Limmongkon,² Thanakorn Watcharasupat,³ Rapee Tummeepuk,¹ Waranan Yotpanya¹, Thatcha Yimthin¹, Wiraya Eamsaard³, Apichat Vitta⁴

Received : 10 January 2013; Accepted : 25 March 2013

บทคัดย่อ

การศึกษครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความชุกของการติดเชื้อพยาธิของคนในบ้านปางสา อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย ในช่วงเดือนมีนาคม ปีพุทธศักราช 2554 เก็บตัวอย่างอุจจาระจาก 80 คน อายุของประชากรที่ได้รับการตรวจตั้งแต่ 4-80 ปีตรวจหาพยาธิด้วยวิธีการตรวจแบบง่าย แล้วยืนยันผลด้วยวิธีเข้มข้น formalin-ethyl acetate concentration technique ผลการศึกษาพบว่ามีความชุกของโรคพยาธิในลำไส้ 8.75 เปอร์เซ็นต์ พยาธิที่พบได้แก่ พยาธิเส้นด้าย (*Strongyloides stercoralis*) และพยาธิใบไม้ลำไส้ขนาดเล็ก พบได้ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ความชุกของพยาธิที่ติดพบเพียง 1.25 เปอร์เซ็นต์ พบอัตราการติดพยาธิในเพศชาย (13.88 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าการติดพยาธิในเพศหญิง (4.55 เปอร์เซ็นต์) ผู้ที่ติดพยาธิทุกรายได้รับการรักษาด้วยยาฆ่าพยาธิและให้สุขศึกษา นอกจากนี้ยังมีการตรวจหาไข่พยาธิเข็มหมุดในเด็กด้วยเทคนิคเทปใส พบว่า 27 จาก 58 คน (46.55 เปอร์เซ็นต์) ติดพยาธิเข็มหมุด พบอัตราการติดพยาธิเข็มหมุดสูงสุดในช่วงอายุ 1-4 ขวบ (83.33 เปอร์เซ็นต์) การศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าโรคพยาธิเข็มหมุดมีความชุกสูง ควรมีการรักษาแบบให้ยาทุกคน

คำสำคัญ: พยาธิเข็มหมุด พยาธิเส้นด้าย พยาธิใบไม้ลำไส้ขนาดเล็ก พยาธิที่ติด จังหวัดสุโขทัย

Abstract

The objective of this study was to determine the prevalence of parasitic infections in people of Ban Pang Sa, Si Satchanalai District, Sukhothai Province during March 2011. Eighty fecal samples were collected, examined by simple smear technique and confirmed by formalin-ethyl acetate concentration technique. The age of the population examined ranged from 4 to 80 years. It was found that the overall prevalence of intestinal parasitosis was 8.75%. Different species of intestinal parasites were found; *Strongyloides stercoralis* and minute intestinal fluke (MIF) was the most common parasite (5.00%), whereas *Taenia* spp. had a prevalence of 1.25%. Regarding the gender of the infected individuals, infection rate in males (13.88%) was higher than females (4.55%). The highest infection rate was 25.00% in the 21-30 age group. All infected cases were treated with anti-helminthic drug and health educated. In addition, the cellophane tape technique was used for isolating pinworm eggs in schoolchildren. It was found that

¹ นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สาขาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000

² อาจารย์ประจำภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000

³ นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สาขาจุลชีววิทยาทางการแพทย์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราช มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร 10700

⁴ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาจุลชีววิทยาและปรสิตวิทยา คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000

¹ Graduate Student in Microbiology, Faculty of Medical Science, Naresuan University, Phitsanulok 65000

² Lecturer, Department of Biochemistry, Faculty of Medical Science, Naresuan University, Phitsanulok 65000

³ Graduate Student in Medical Microbiology, Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University, Bangkok 10700

⁴ Assist.Prof., Department of Microbiology and Parasitology, Faculty of Medical Science, Naresuan University, Phitsanulok 65000

* Corresponding author; Apichat Vitta, Faculty of Medical Science, Naresuan University, Phitsanulok 65000 apichatv@nu.ac.th

27 out of 58 children (46.55%) were positive. The highest infection rate (83.33%) was found in 1-4 age group. In the present study, high prevalence of enterobiasis was demonstrated. This suggests that the mass treatment to control this infection is needed in the study area.

Keywords: *Enterobius vermicularis*, *Strongyloides stercoralis*, Minute intestinal fluke (MIF), *Taenia*, Sukhothai Province

Introduction

Parasitic infections are among the most common infectious diseases worldwide and remain an important public health problem. The effects of intestinal parasite infections vary according to species and burden of infection. Several studies indicate that parasitic infections cause malabsorption, diarrhea, and other states of poor health.¹⁻³ The high prevalence of intestinal parasites in any population is related to parasitic contamination of the soil, water sources and food by feces in addition to deficient sanitary and sociocultural conditions.⁴

Enterobius vermicularis or pinworm is an important helminthic infection among children in the rural areas of developing countries.⁵ Female worms crawl to the rectal area at night to lay eggs, causing the infected person to itch and to sleep restlessly.⁶ The eggs are recovered by using the 'Scotch' tape technique and can be observed under a microscope.⁷ Research further indicated that the prevalence of enterobiasis did not correlate with the sex of the infected children⁸, but was related more to environmental conditions and the children's hygiene practices.⁹ Individual hygiene and health practices were the most important factors influencing research results. Children who have poor hygiene and health practices, such as not washing their hands before meals, poorly groomed fingernails, sucking their fingers, and not wearing clean clothes, have a higher risk of enterobiasis.

Ban Pang Sa of Si Satchanalai is the northernmost district of Sukhothai Province, northern Thailand and is located 427 kilometers north of Bangkok. The number of population of Si Satchanalai district was 95,198 in 2005. The provincial economy is based on agriculture.

The objectives of this study are to determine the prevalence of intestinal parasitic infections in peoples and to determine the egg positive rate of pinworm infection in children in Si Satchanalai district, Sukhothai Province.

Materials and Methods

A survey of intestinal parasites was carried out in Ban Pang Sa, Si Satchanalai District, Sukhothai Province. A total of 80 fecal sample, 36 men and 44 women; age 4 - 80 year old were collected. All samples underwent preliminary diagnosis by direct smear microscopy or simple smear technique at Pang Sa school. In brief, a drop of 0.85% NaCl was placed on a clean slide. The appropriate amount of fecal specimens was transferred by using an applicator stick on the slide. The mixture between fecal material and normal saline solution was covered by coverslip and examined under light microscope. For confirmation test, the fecal samples were then processed by formalin-ethyl acetate sedimentation technique in the Department of Microbiology and Parasitology, Faculty of Medical Science, Naresuan University. In brief, stool approximately 4 gram was mixed with 10 ml of 10% formalin. The mixture was filtered through a multi-layer or wet gauze into a conical 15 ml centrifugation tube and was centrifuged at 3000 rpm for 2 minute. After discard the supernatant, the sediment was resuspended with 7 ml of 10% formalin. Then 3 ml of ethyl acetate was added, and shake vigorously. After the tube was centrifuged at 3000 rpm for 2 minute, four layers were indicated as a small amount of sediment in the bottom of the tube, a layer of formalin, a plug of fecal debris on top of the formalin layer and a layer of ethyl acetate at the top. The plugs of debris were ringing by using applicator stick and discarded. All supernatant fluid was also decanted. The sediment containing parasites was ready examined under light microscope.

A survey of *Enterobius vermicularis* was conducted in Pang Sa school of Si Satchanalai district, Sukhothai Province. Fifty-eight children were included in this study. The diagnosis was made by the cellophane tape technique. The adhesive side of the cellophane tape

swab is placed on the perianal skin, pulled off and placed, adhesive side down, on a labeled glass microscope slide. The slides are then observed under the light microscope for the presence of *E. vermicularis* eggs. All infected children were then treated with albendazole.

Results

A total of 7 of 80 people (8.75%) were found to be positive for intestinal parasites (Table 1 and Figure 1). Different species of intestinal parasites were detected during this survey. 5% for *Strongyloides stercoralis* and Minute Intestinal Fluke (MIF) and 1.25% for *Taenia* spp. A total of 27 (46.5%) of the 58 children were found to be positive for pinworm eggs (Table 2).

Discussion and Conclusion

In the present survey, the overall prevalence of intestinal parasitic infection was 8.75% (7/80). Infection rate in males (13.88%) was higher than females (4.55%). High infection rate (25.00%) was found in 21-30 years old age group. Different species of intestinal parasites were detected during this survey: *Strongyloides stercoralis* and Minute Intestinal Fluke seemed to be the most common parasite (5.00%), whereas *Taenia* spp. had a prevalence of 1.25%.

Prevalence of strongyloidiasis was low in the present study. It was consistent with several studies.¹¹⁻¹⁵ In contrast with previous research carried out in Noen Maprang district, Phitsanulok, they showed higher infection rate of strongyloidiasis (9.59%).¹⁶ This may be due to formalin ethyl-acetate concentration technique has been found to be less effective and sensitive than agar plate culture.^{17,18} In addition, low prevalence of taeniasis was demonstrated in this study. It was consistent with other studies.^{11,13,15}

Parasitic infections occur worldwide, mainly affecting the poorer sectors of society.¹⁰ Differences between locations may be due to a variety of factors associated with the prevalence of these infections, such as soil composition, climate, and method of transmission, among others. Similarly, socioeconomic and health conditions, education and beliefs related to traditional health practices, as well as the presence of domestic

animals in the home and contamination of water and food, have all been reported as factors associated with the presence of diseases.^{19,22} Intestinal parasite infections are associated with poor physical growth and development, as well as with retardation of intellectual and cognitive development in children.^{21,24} The findings of our study suggest that there is a prevalence of intestinal parasitic infections in this area; health education program, personal hygiene, communal sanitation, and eventual treatment of infected people would contribute to the control of this health problem.

In this study *Enterobius vermicularis* infection was found in children of Ban Pang Sa. The overall infection rate was 46.5% (27/58). The results of this study agreed with other findings in Thailand. Using the same method, other studies found that the infection rates were 16.0% in children living in four orphanages at Bangkok and Pathum Thani province²⁵, 18.7% in students of a rural area in Phichit Province²⁶, 38.8% in Bang Plee district, Samut Prakarn Province²⁷ and a high prevalence of 45.4% was found in hill tribe children in Mae Chaem District of Chiang Mai Province.²⁸

In terms of children's ages, this study found that the ages of the children affected the rates of infection. The highest rate of infection occurred in children one to four years of age (83.0%); younger children tended to have a higher rate of infection than older children. Considering these results, it is probable that the younger children do not have the ability to follow good hygiene and health practices as well as the older children, who are able to care for themselves.²

Our study demonstrated high prevalence of this infection. For this reason, enterobiasis can be found among the children of families of low socioeconomic status²⁰ and can be found in communities of high population density such as slums^{29,32} and institutional settings such as orphanages and schools.^{9,33} Population density and personal hygiene were significant factors in the distribution and prevalence of infection. This infection affects both the general health and the intellectual development of children.²⁰ The results of the present study indicated that pinworm infection continues to be

highly prevalent. Therefore, education of both children and parents about personal hygiene is needed to halt continued infections.

In conclusion, low prevalence of strongyloidiasis, taeniasis and minute intestinal fluke infection and high infection rate of enterobiasis were demonstrated in this study. However, control and prevention of parasites are still needed to reduce the transmission. Multidisciplinary approaches including a proper financial resources and public health structures, reduction of parasite burden, action on the animal reservoirs and vectors, improved diagnostic tools and broader use of diagnostic test, environmental and ecological changes, human behaviors and education and international cooperation were suggested to obtain the successful control and prevention parasites.

Acknowledgements

This work was supported by Department of Microbiology and Parasitology, Faculty of Medical Science, Naresuan University, Phitsanulok. We would like to thank the teachers of Ban Pang Sa School in Si Satchanalai district, Sukhothai Province, whose assistance and kindness helped in this study. We would also like to thank Professor Gavin Reynolds for proving English language editing support for this manuscript.

References

1. Beaver PC, Jung RC, Cupp EW. Clinical parasitology. 9thed. Philadelphia, PA: Lea and Febiger, 1984.
2. Cooper ES, Bundy DA, Hendry FJ. Chronic dysentery, stunting and whipworm infestation. *Lancet*. 1986;2 (8501): 280-281.
3. World Health Organization. Prevention and control of intestinal parasitic infections. Report of WHO Expert Committee in Geneva, 3-7 March 1986.
4. Gamboa MI, Basualdo JA, Cordoba MA, Pezzani BC, Minvielle MC, Lahitte HB. Distribution of intestinal parasites in relation to environmental and sociocultural parameters in LaPlata, Argentina. *J Helminthol*. 2003;77:15-20.
5. Devera R, Perez C, Ramos Y. Enterobiasis in students from Ciudad Bolivar, Venezuela. *Bol Chil Parasitol*. 1998;53:14-18.
6. Greer MM, ed. The Health Care of Homeless Persons - Part I: Pinworm. Boston Health Care, 2004.
7. Beaver PC. Method of pinworm diagnosis. *Am J Trop Med Hyg*. 1949;29:577-578.
8. Vajrasthira A, Harinasuta C. The incidence of enterobiasis among children of five schools and two hospitals in Bangkok. *Ann Trop Med Parasitol*. 1960;54:129-131.
9. Mameechai P, Tasanaswang C, Panyaruggij P. Survey of enterobiasis in school children in Bangkok and Nonthaburi Provinces. *J Trop Med Parasitol*. 1992;15:39-49.
10. Ochoa-Diaz H, Sanchez-Perez HJ, Ruiz-Flores M, Fuller M. Social inequalities and health in rural Chiapas, Mexico: Agricultural economy, nutrition, and child health in La Fraylesca Region. *Cad Saude Publica, Riode Janeiro*. 1999;15:261-270.
11. Kitwatanachai S, Boonsilp S, Watanasatitarpa S. Intestinal parasitic infections in Srimum suburban area of Nakhon Ratchasima Province, Thailand. *Trop Biomed*. 2008;25: 237-242.
12. Daryani A, Sharif M, Nasrolahei M, Khalilian A, Mohammadi A, Barzegar G. Epidemiological survey of the prevalence of intestinal parasites among schoolchildren in Sari, Northern Iran. *Iran J Trop Med Hyg*. 2012;106:455-459.
13. Vitta A, Polseela R, Bunchu N, et al. Intestinal helminthiases in two communities of Phitsanulok Province, Northern Thailand. *J Trop Med Parasitol*. 2012;35:1-5.
14. Kaewpitoon SJ, Rutirakul R, Ueng-Arporn N, et al. Community-based cross-sectional study of carcinogenic human liver fluke in elderly from Surin province, Thailand. *Asian Pac J Cancer Prev*. 2012;13:4285-4288.
15. Wegayehu T, Tsalla T, Seifu B, Teklu T. Prevalence of intestinal parasitic infections among highland and lowland dwellers in Gamo area, South Ethiopia. *BMC Public Health*. 2013;18:151.
16. Waree P, Polseela P, Pannarunothai S, Pipitgool V. The present situation of paragonimiasis in endemic area in Phitsanulok province. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*. 2001;32(Suppl2):51-4.

17. Arakaki T, Iwanaga M, Kinjo F, Saito A, Asato R, Ikeshiro T. Efficacy of agar plate culture in detection of *Strongyloides stercoralis* infection. *J Parasitol.* 1990;76:425-428.
18. Salazar S, Gutierrez AC, Berk SL. Value of agar plate method for the diagnosis of intestinal strongyloidiasis. *Diagn Microbiol Infect Dis.* 1995;23:141-145.
19. Jemaneh L. Comparative prevalences of some common intestinal helminth infections in different altitudinal regions in Ethiopia. *Ethiop Med J.* 1998;36:1-8.
20. Long QX, Sen HY, Ze XJ, Jia LY, Chang QL, Xiang JZ. Soil transmitted helminthiasis: Nationwide survey in China. *Bull World Health Organ.* 1995;73:507-513.
21. Callender J, Grantham-McGregor SM, Walker S, Cooper E. *Trichuris* infection and mental development in children. *Lancet.* 1992;339:181.
22. Nokes C, Grantham-McGregor SM, Sawyer A, Cooper E, Bundy DAP. Parasitic helminth infection and cognitive function in schoolchildren. *Proc R Soc Lond. B Biological Sci.* 1992;247:77-81.
23. Kitvatanachai S, Marujivat K, Petabut N, Thawornpol K. *Enterobius vermicularis* Infection among Children Living in Orphanages in Bangkok and Pathum Thani Province, Thailand. *J Trop Med Parasites.* 2000;23:28-31.
24. Nateeworanart S, Vitta A, Pimolsri U. Egg positive rate of *Enterobius vermicularis* in children in a rural area of Phichit province, Thailand. *Southeast Asian J Trop Med Public Health.* 2007;38(suppl1):40-42.
25. Nithikathkul C, Changchup B, Wannapinyoship S, Poister C, Boontan P. The prevalence of *Enterobius vermicularis* among primary school students in Bangplee District, Samutprakarn Province, Thailand. *Southeast Asian J Trop Med Public Health.* 2001;32(suppl2):133-137.
26. Tukaew A, Chaisalee T, Nithiuthai S, Thiamtip S, Suyaphun A, Wiwanitkit V, Suwansaksri J. *Enterobius vermicularis* infection among pre-school children in Karen hill tribe villages in Chiang Mai, Thailand. *Southeast Asian J Trop Med Public Health.* 2002;33(suppl3):70-71.
27. Changsap B, Nithikathkul C, Boontan P, Wannapinyosheep, Vongvanich N, Positer C. Enterobiasis in primary schools in Bang Khun thian district, Bangkok, Thailand. *Southeast Asian J Trop Med Public Health.* 2002 ;33(suppl3):72-75.
28. Bahader SM, Ali GS, Shaalan AH, Khalil HM, Khalil NM. Effects of *Enterobius vermicularis* infection on intelligence quotient (I.Q) and anthropometric measurements of Egyptian rural children. *J Egypt Soc Parasitol.* 1995;25:183-194.
29. Teopipiporn P, Sornsamai S, Bunnag T, Masnagmmueng R. Studies on the prevalence of enterobiasis in slum areas of Bangkok. *J Trop Med Parasitol.* 1981;4:11-23.
30. Tepmongkol M, Suntadwoot C, Lamonand C, Chul-labuspa C, Nakapanchai D, Suvajerun T. *Enterobius* infection in young school children at slum Klongtoey. *Siriraj Hosp Gaz.* 1980;32:597-600.
31. Wahah T, Ratanaponglakh D. Prevalence of enterobiasis in pre-school children in municipality area of Nakorn pathom Province. *J Trop Med Parasitol.* 1992;15:96-101.

Table 1: Intestinal parasitic infections among age groups and gender of people in Ban Pang Sa, Si Satchanalai District, Sukhothai province.

Age (year)	Infection rate (%)		
	Male (No. positive/No. examined)	Female (No. positive/No. examined)	Total (No. positive/No. examined)
1-10	0/1 (0.00)	0/1 (0.00)	0/2 (0.00)
11-20	0/3 (0.00)	0/1 (0.00)	0/4 (0.00)
21-30	1/1 (100.00) ***	1/7 (14.29) **	2/8 (25.00)
31-40	1/9 (11.11) ***	0/12 (0.00)	1/21 (4.76)
41-50	1/12 (8.33) **	0/9 (0.00)	1/21 (4.76)
51-60	1/6 (16.66) *	1/8 (12.50) *	2/14 (14.29)
61-70	1/3 (33.33) ***	0/4 (0.00)	1/7 (14.29)
71-80	0/1 (0.00)	0/2 (0.00)	0/3 (0.00)
Total	5/36 (13.88)	2/44 (4.55)	7/80 (8.75)

Note: * *Strongyloides stercoralis* ** Minute Intestinal Fluke (MIF) *** *Taenia* spp.

Table 2: The *E. vermicularis* infection rate among age groups of children in Pang Sa school, Si Satchanalai District, Sukhothai Province.

Age (year)	Infection rate (%)		
	Boy (No. positive/No. examined)	Girl (No. positive/No. examined)	Total (No. positive/No. examined)
1-4	2/3 (67)	3/3 (100)	5/6 (83)
5-8	10/14 (71.43)	2/7 (28.57)	12/21 (57.14)
9-12	4/14 (28.57)	6/16 (37.50)	10/30 (33.33)
>12	0/1 (0)	0/0 (0)	0/1 (0)
Total	16/32 (50.00)	11/26 (42.31)	27/58 (46.55)

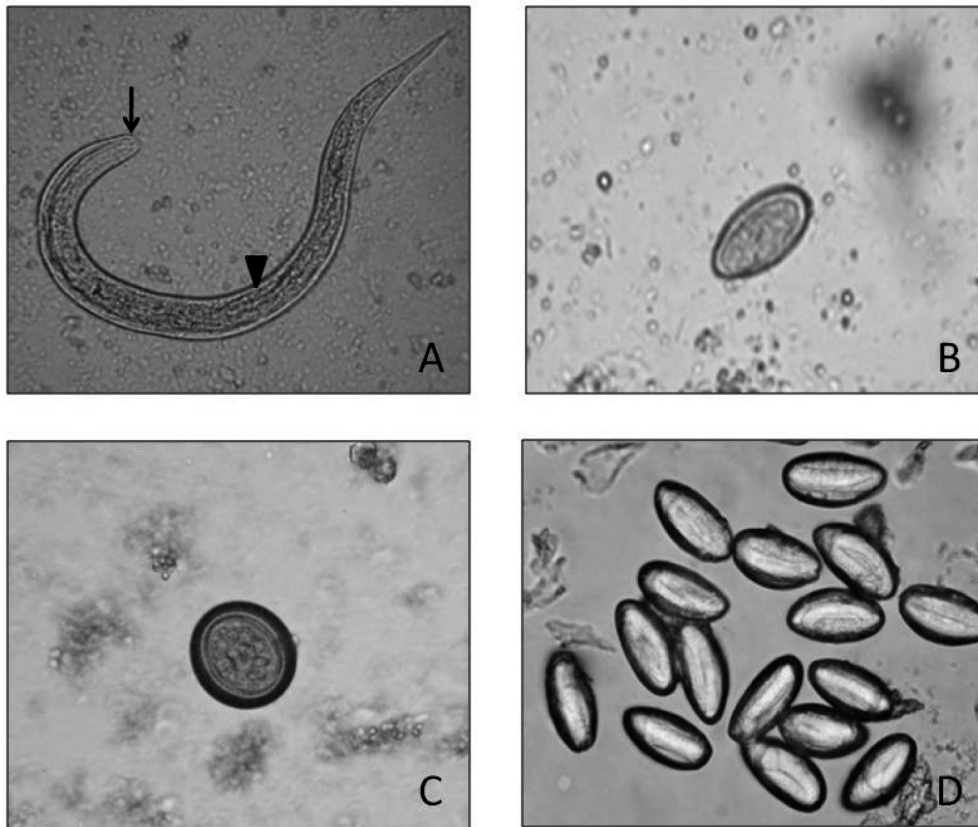


Figure 1 Parasites collected from intestinal human: Rhabditiform larva of *Strongyloides stercoralis* (A) showing short buccal cavity (arrow) and prominent genital primordium (arrowed head), Minute intestinal fluke egg (B), *Taenia* spp. egg (C) and pinworm eggs (D).

ปริมาณแอนโทไซยานินในเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะ รับประทานฝักสด

Anthocyanin Content in Purple Waxy Corn Germplasm Harvested at Edible Stage

อรุณทิพย์ เหมะชุลิน^{1*}, สกุกานต์ สิมลา², สุรศักดิ์ บุญแต่ง³, สุดาทิพย์ อินทร์ชื่น⁴

Arunthip Hamathulin^{1*}, Sakunkan Simla², Surasak Boontang³, Sudathip Inchuen⁴

Received : 22 February 2013; Accepted : 27 May 2013

บทคัดย่อ

จากปัญหาด้านสุขภาพในปัจจุบัน ทำให้ผู้บริโภคหันมาบริโภคผักและผลไม้หลากสีที่อุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะกลุ่มที่มีสีม่วง ที่มีสารแอนโทไซยานินสูง ข้าวโพดข้าวเหนียวก็เป็นอีกชนิดหนึ่งที่มีสีม่วง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดข้าวเหนียว 35 พันธุ์ ใน 4 ชั้นส่วนของฝัก คือ เมล็ด แกนฝัก ไหม และเปลือกหุ้มฝัก ในระยะรับประทานฝักสด (อายุ 18-22 วันหลังผสมเกสร) พบว่า ในข้าวโพดกลุ่มที่เมล็ดมีสีม่วงเข้ม คือ ข้าวโพดพันธุ์ข้าวเหนียวดำนาน (พิษณุโลก) (Khow Niaw Dam Nan (Pissanulok)) ข้าวโพดพันธุ์ข้าวเหนียวข้าวกำ (Khow Niaw Khow Kam) และพันธุ์ทดสอบพันธุ์แฟนซีม่วง 111 (Fancy Muang 111) เป็นกลุ่มพันธุ์ที่มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดสูงสุด โดยเมล็ด แกนฝัก ไหม และเปลือกหุ้มฝักมีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดอยู่ในช่วง 30.73-106.21, 138.93-266.51, 64.12-572.10 และ 2.38-97.94 มิลลิกรัมของ cyanidine-3-glucoside ต่อตัวอย่างสด 100 กรัม ตามลำดับ

คำสำคัญ: *Zea mays* L., รังควัตถุสีม่วง, พันธุ์พื้นเมือง

Abstract

Current health problem encourage changing consumption habits. Eating colorful fruits and vegetables are one of the best sources of antioxidants, especially those with purple pigments that contain high anthocyanin. Waxy corn is one of the vegetables that contain purple pigment. Hence, the present study was undertaken to examine the anthocyanin contents in four parts of corn ear (kernel, cob, silk and husk) during the edible stage (twenty-two day after pollination) in thirty-five waxy corn germplasm. The result found that the dark color groups composed of Khow Niaw Dam Nan (Pissanulok), Khow Niaw Khow Kam and Fancy Maung 111 had a high value of anthocyanin contents. The anthocyanin contents in the kernel, cob, silk, and husk ranged from 30.73-106.21, 138.93-266.51, 64.12-572.10 and 2.38-97.94 mg of cyanidine-3-glucoside equivalent per 100 g of fresh sample, respectively.

Keyword: Maize, corn, purple pigment, wild type variety

¹ นิสิตระดับปริญญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

^{2,4} อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

³ อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

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

^{2,4} Lecturer in Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Kantharawichai District, MahaSarakhm, Thailand 44150

³ Lecturer in Department of Food Technology and Nutrition, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Kantharawichai District, MahaSarakhm, Thailand 44150

* Corresponding author: Arunthip Hamathulin, Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Kantharawichai District, MahaSarakhm 44150 E-mail : a.hamathulin@gmail.com

บทนำ

เชื้อพันธุกรรมข้าวโพดข้าวเหนียวหรือข้าวโพดเทียนมีอยู่จำนวนมาก สามารถรวบรวมได้จากแหล่งต่างๆ ทั้งจากในประเทศและต่างประเทศ โดยมีทั้งพันธุ์พื้นเมือง และพันธุ์การค้า ซึ่งแต่ละพันธุ์มีลักษณะที่ต่างกัน เช่น จำนวนแถว รูปทรงฝัก ขนาดฝัก และสีของเมล็ด ข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดเทียนมีหลายสี ตั้งแต่สีขาว ขาวนวล เหลืองนวล เหลือง เหลืองทอง ส้ม ชมพู แดง ม่วงแดง ม่วง ม่วงดำ น้ำเงินเทา จนถึงสีดำ^{1,2,3,4} จากรายงานของศูนย์วิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ภายใต้การสนับสนุนของสำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ทำการรวบรวมเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดเทียน พบว่า มีเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดเทียนที่มีสีม่วงจนถึงสีดำอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งข้าวโพดในกลุ่มนี้มีแอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุที่สำคัญ⁵

แอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุธรรมชาติในกลุ่ม ฟลาโวนอยด์ ซึ่งพบในส่วนที่มีสีน้ำเงิน สีม่วง สีแดง และสีส้มของผลไม้และผักจำนวนมาก⁶ แอนโทไซยานินมีความสามารถในการต้านทานสารอนุมูลอิสระได้สูงกว่าวิตามินซี ช่วยลดโอกาสการเกิดมะเร็ง ช่วยเสริมสร้างให้ร่างกายต่อต้านเชื้อโรค สมานแผล เสริมภูมิคุ้มกันได้ดี อีกทั้งส่งเสริมการทำงานของเม็ดเลือดแดงอีกด้วย⁷ จากการศึกษาของ de Pascual-Teresa and Sanchez-Ballesta พบว่า ข้าวโพดสีม่วงเป็นแหล่งของแอนโทไซยานินที่สำคัญโดยในเมล็ด แกนฝัก และเปลือกหุ้มฝักมีปริมาณเท่ากับ 1,642 3,400 และ 18,900 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ⁸ นอกจากนี้ยังพบว่ายังมีแอนโทไซยานินในแกนฝักของข้าวโพดสีม่วงในปริมาณมากเช่นเดียวกัน⁹ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าข้าวโพดสีม่วงเป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยแอนโทไซยานิน

จะเห็นว่าข้าวโพดสีม่วงเป็นกลุ่มที่มีสารแอนโทไซยานินสูง ดังนั้นการบริโภคข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดเทียนสีม่วงจึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ เพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดโรคต่างๆ ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ทำการประเมินปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดที่เชื้อพันธุกรรมข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดเทียนพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์การค้าที่มีเมล็ดสีม่วงจากแหล่งต่างๆ ใน 4 ชั้นส่วน คือเมล็ด แกนฝัก ไหม และเปลือกหุ้มฝัก เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการนำสารแอนโทไซยานินไปใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะทางด้านการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดเทียนให้ที่มีสารดังกล่าวสูง เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับผู้บริโภคและเกษตรกร อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มทางเลือกสำหรับภาคอุตสาหกรรมในการใช้ประโยชน์จากสิ่งเหลือใช้ได้อีกด้วย

วิธีการศึกษา

การปลูกและดูแลรักษา ดำเนินการปลูกเชื้อพันธุกรรมข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดเทียนที่เมล็ดมีสีม่วง จำนวน 31 พันธุ์ ที่ได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์วิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และพันธุ์ทดสอบ 4 พันธุ์ รวมเป็น 35 พันธุ์ โดยปลูกในสภาพแปลงทดลอง ณ แปลงทดลอง หมวดพืชผัก คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมืองจังหวัดขอนแก่น (ละติจูดที่ 16.27° 6.19' องศาเหนือ ลองจิจูดที่ 102.48° 46.45' องศาตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเล 166 เมตร) ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2554 ถึงเดือนมีนาคม 2555 ทำการปลูกและดูแลรักษาด้วยวิธีการมาตรฐานตามคำแนะนำ มีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงตามความเหมาะสม และให้น้ำโดยใช้ระบบสปริงเกอร์ตลอดฤดูปลูก

การผสมเกสร เมื่อข้าวโพดเจริญเติบโตถึงระยะออกดอกเลือกต้นที่สมบูรณ์แข็งแรง มีความสม่ำเสมอและมีลักษณะตรงตามสายพันธุ์ การคลุมเกสรตัวเมียใช้ถุงคลุมเกสรตัวเมียขนาดเล็กคลุม เมื่อฝักเริ่มแทงจากข้อลำต้น โดยที่โหมยังไม่โผล่ เตรียมดอกตัวผู้เมื่อดอกตัวเมียที่คลุมไว้มีโหมโผล่และดอกตัวผู้ของพันธุ์ที่จะใช้ผสมเริ่มปล่อยละองเกสร เตรียมดอกตัวผู้ในตอนเย็น โดยใช้ถุงคลุมเกสรตัวผู้ การผสมเกสรทำในตอนเช้าของวันรุ่งขึ้นเวลาประมาณ 8.00-11.00 น. โดยเขย่าดอกตัวผู้ที่คลุมไว้ นำเอาละอองที่ได้มาเทรวมกันแล้วเทเกสรตัวผู้ใส่ดอกตัวเมียที่เตรียมไว้ ใช้ถุงคลุมดอกตัวเมียที่ผสมแล้วเอาไว้เพื่อป้องกันการผสมข้ามจากสายพันธุ์อื่นที่ไม่ต้องการ จนถึงระยะเก็บเกี่ยว ซึ่งสามารถเก็บเกี่ยวระยะฝักสดได้หลังจากการผสมเกสรแล้วประมาณ 20 วัน

การเก็บตัวอย่าง การเก็บฝักข้าวโพดที่ระยะรับประทานฝักสด (ระยะน้ำนม หรืออายุ 18-22 วันหลังผสมเกสร) โดยการเก็บฝักข้าวโพดใส่ถุงตาข่าย ในช่วง 6.00-7.00 น. นำฝักข้าวโพดบรรจุลงในถังน้ำผสมน้ำแข็ง จากนั้นนำฝักข้าวโพดมาแยกเมล็ด แกนฝัก เปลือกหุ้มฝัก และไหมออกจากกัน จากนั้นหั่นแกนฝัก และเปลือกหุ้มฝักให้เป็นชิ้นเล็ก แล้วนำแต่ละชิ้นส่วนมาบรรจุแยกกันลงในถุงพลาสติกชนิดหนา ซิลปิดปากถุงด้วยเครื่องซีลความร้อน จากนั้นนำไปจุ่มไนโตรเจนเหลวที่อุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส และเก็บในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จนกว่าจะดำเนินการสกัดเพื่อวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด

การสกัดสารละลาย เพื่อใช้วิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดทั้งหมด ดัดแปลงจากวิธีของ Yang และคณะ¹¹ ซึ่งใช้สาร 1% 1M citric acid/MeOH เป็นตัวทำละลาย เก็บสารสกัดไว้ในขวดสีชา ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำมาวิเคราะห์

การวิเคราะห์แอนโทไซยานินทั้งหมด ด้วยวิธีการ pH differential method¹² ซึ่งใช้สารโพแทสเซียมคลอไรด์บัฟเฟอร์ pH 1.0 และโซเดียมอะซิเตตบัฟเฟอร์ pH 4.5 นำสารสกัดเจือจางไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ A_{510} และ A_{700} นาโนเมตร โดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวเปรียบเทียบกับ (blank) พร้อมจดบันทึกไว้ คำนวณค่าการดูดกลืนแสงที่แท้จริงของตัวอย่างจากสมการ

$$A = (A_{510} - A_{700})_{pH\ 1.0} - (A_{510} - A_{700})_{pH\ 4.5}$$

จากนั้นคำนวณหาปริมาณสารแอนโทไซยานินที่มีอยู่ในตัวอย่างจากสมการ

$$\text{Monomeric anthocyanin pigment (mg/liter)} = (A \times MW \times DF \times 1000) / (\epsilon \times 1)$$

เมื่อ MW คือ มวลโมเลกุลของ cyaniding-3-glucoside (= 449.2), DF คือ Dilution factor ของตัวอย่าง และ ϵ คือ ค่า molar absorptivity (= 26900)

คำนวณหน่วยเป็น มิลลิกรัมของ cyaniding 3-glucoside equivalents ต่อตัวอย่างสด 100 กรัม

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด ตามแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ และ 4 ชั้นส่วน คือ เมล็ดแกนฝัก ไหม และเปลือกหุ้มฝัก และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ผลการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้ ทำการศึกษาในเชื้อพันธุ์กรรมข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดเทียนที่เมล็ดมีสีม่วงจำนวน 31 พันธุ์ ร่วมกับพันธุ์ทดสอบ 4 พันธุ์ คือ พันธุ์ที่เมล็ดมีสีเหลือง สีขาว สีขาวสลับม่วง และสีม่วงดำ ภายใต้สภาพแวดล้อมของแปลงทดลอง หมวดพืชผัก คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2555 – มีนาคม 2556 ได้ผลการศึกษาดังนี้

เมล็ด (Kernel) คือ ชั้นส่วนที่มีการใช้ประโยชน์มากที่สุด ทั้งการบริโภค และการแปรรูป ซึ่งผลจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย พบว่า ในเชื้อพันธุ์กรรมข้าวโพดที่ต่างพันธุ์กัน จะมีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยพันธุ์ข้าวเหนียวข้าวก่ำ (Khow Niaw Khow Kam) มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดสูงที่สุดที่ 106.21 มิลลิกรัมต่อตัวอย่างสด 100 กรัม รองลงมา คือข้าวโพดข้าวเหนียวดำน่าน (พิษณุโลก) (Khow Niaw Dam Nan (Pissanulok)) มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดที่ 31.69 มิลลิกรัมต่อตัวอย่างสด 100 กรัม และข้าวโพดพันธุ์ GC.Kaoneotobo.Nongkai มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดที่ 21.67 มิลลิกรัมต่อตัวอย่างสด 100 กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ทดสอบพบว่า ข้าวโพดพันธุ์

ข้าวเหนียวข้าวก่ำมีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดมากกว่าพันธุ์ทดสอบทุกพันธุ์ทั้งพันธุ์ทดสอบที่มีเมล็ด สีเหลือง (เทียนเหลืองขอนแก่น) เมล็ดสีขาว (บิ๊กไวท์ 854 (Big White 854)) เมล็ดสีขาวสลับม่วง (ไวโอเล็ตไวท์ (Violet White)) และเมล็ดสีม่วง (แฟนซีม่วง111 (Fancy Muang 111)) ส่วนข้าวโพดพันธุ์ข้าวเหนียวดำน่าน (พิษณุโลก) มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเมล็ดไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ทดสอบที่มีสีม่วงแต่มีปริมาณมากกว่าพันธุ์ทดสอบที่มีสีเหลือง สีขาว และสีขาวสลับม่วงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1)

แกนฝัก (Cob) คือ ชั้นส่วนที่ใช้ในการยึดเมล็ด ซึ่งเป็นชั้นส่วนที่มีการใช้ประโยชน์น้อยมาก ส่วนใหญ่ใช้เพื่อทำเชื้อเพลิง ยังไม่มีข้อมูลการนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการบริโภค แต่เนื่องจากในเชื้อพันธุ์กรรมข้าวโพดข้าวเหนียวที่มีสีม่วง จะมีแกนฝักที่มีสีม่วงด้วย ดังนั้นจึงได้ทำการตรวจสอบปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในแกนฝัก โดยพบว่า ในเชื้อพันธุ์กรรมข้าวโพดที่ต่างพันธุ์กันจะมีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในแกนฝักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดพันธุ์ข้าวเหนียวดำน่าน (พิษณุโลก) มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในแกนฝักสูงที่สุดที่ 266.51 มิลลิกรัมต่อตัวอย่างสด 100 กรัม รองลงมา คือ แกนฝักข้าวโพดพันธุ์ข้าวเหนียวข้าวก่ำมีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดที่ 155.05 มิลลิกรัมต่อตัวอย่างสด 100 กรัม และแกนฝักของข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์ Tianta (Linuoyihao) มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดที่ 22.04 มิลลิกรัมต่อตัวอย่างสด 100 กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ทดสอบพบว่าแกนฝักของข้าวโพดพันธุ์ข้าวเหนียวดำน่าน (พิษณุโลก) และพันธุ์ข้าวเหนียวข้าวก่ำมีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดมากกว่าพันธุ์ทดสอบที่มีสีเหลือง สีขาว สีขาวสลับม่วง และสีม่วงอย่างมีนัยสำคัญ (Table 1)

ไหม (Silk) คือ ส่วนของยอดเกสรตัวเมีย ซึ่งเป็นส่วนที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ทางยา เช่น นำไหมข้าวโพดมาต้มรับประทานช่วยขับปัสสาวะ ขับน้ำดี รักษาไตอักเสบ รักษาโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินปัสสาวะ และช่วยลดกรดยูริกในร่างกาย (เจนจิรา, 2553) ในเชื้อพันธุ์กรรมข้าวโพดที่ต่างพันธุ์กันจะมีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้าวโพดพันธุ์ข้าวเหนียวข้าวก่ำมีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดสูงที่สุดที่ 572.1 มิลลิกรัมต่อตัวอย่างสด 100 กรัม รองลงมาพบว่าพันธุ์ข้าวเหนียวดำน่าน (พิษณุโลก) มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดที่ 64.12 มิลลิกรัมต่อตัวอย่างสด 100 กรัม โดยเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ทดสอบพบว่าข้าวโพดพันธุ์ข้าวเหนียวข้าวก่ำมีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดมากกว่าพันธุ์ทดสอบอย่างมีนัยสำคัญ แต่ข้าวโพดพันธุ์ข้าวเหนียวดำน่าน (พิษณุโลก) มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดน้อยกว่า

พันธุ์ทดสอบที่มีสีม่วงแต่มีปริมาณแอนโทไซยานินมากกว่าพันธุ์ทดสอบที่มีสีเหลือง ขาว และขาวสลับม่วง (Table 1)

เปลือกหุ้มฝัก (Husk) คือส่วนที่อยู่ด้านนอกสุดของฝัก เป็นชั้นส่วนที่ยังไม่มีรายงานการใช้ประโยชน์ในการบริโภค นิยมใช้เป็นอาหารสัตว์มากกว่า แต่พบว่าในเชื้อพันธุ์กรรมของข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง เปลือกหุ้มฝักมักจะมีสีม่วงเช่นเดียวกับในเมล็ด ผลจากการตรวจสอบปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเปลือกหุ้มฝัก พบว่า เปลือกหุ้มฝักในเชื้อพันธุ์กรรมข้าวโพดที่ต่างพันธุ์กันจะมีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยเปลือกหุ้มฝักของข้าวโพดพันธุ์ข้าวเหนียวขาวก่ามีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดสูงที่สุดที่ 97.94 มิลลิกรัมต่อตัวอย่างสด 100 กรัม รองลงมาคือ เปลือกหุ้มฝักพันธุ์ SLV-1 และพันธุ์ข้าวเหนียวดำน่าน (พิษณุโลก) ที่มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดที่ 9.39 และ 2.38 มิลลิกรัมต่อตัวอย่างสด 100 กรัม ตามลำดับ โดยเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ทดสอบพบว่าเปลือกหุ้มฝักของข้าวโพดข้าวเหนียวขาวก่ามีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดมากกว่าพันธุ์ทดสอบอย่างมีนัยสำคัญ โดยเปลือกหุ้มฝักของข้าวโพดพันธุ์ข้าวเหนียวดำน่าน (พิษณุโลก) มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดน้อยกว่าพันธุ์ทดสอบที่มีสีม่วงอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดไม่แตกต่างจากพันธุ์ทดสอบที่มีสีเหลือง สีขาว และสีขาวสลับสี (Table 1)

จะเห็นได้ว่า ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในชั้นส่วนจากฝักข้าวโพด 4 ชั้นส่วน คือ เมล็ด แกนฝัก ไหม และเปลือกหุ้มฝัก มีปริมาณแตกต่างกันมาก โดยเฉพาะในพันธุ์ที่มีสีม่วงเข้มจนถึงดำ คือพันธุ์ข้าวเหนียวดำน่าน (พิษณุโลก) ข้าวเหนียวขาวก่า และแฟนซีม่วง 111 ซึ่งพบว่า ส่วนใหญ่หมักจะเป็นชั้นส่วนที่มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดสูงกว่าชั้นส่วนอื่นๆ ยกเว้นในพันธุ์ข้าวเหนียวดำน่าน (พิษณุโลก) ที่ในแกนฝักมีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดมากที่สุด

วิจารณ์ผล

ผลจากการประเมินปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเชื้อพันธุ์กรรมข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง จะเห็นได้ว่า ในเชื้อพันธุ์กรรมข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงที่มีสีม่วงเข้ม คือ พันธุ์ข้าวเหนียวดำน่าน (พิษณุโลก) พันธุ์ข้าวเหนียวขาวก่า และพันธุ์ทดสอบพันธุ์แฟนซีม่วง 111 เป็นกลุ่มพันธุ์ที่มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดสูง ทั้งในเมล็ด แกนฝัก ไหม และเปลือกหุ้มฝัก ซึ่งผลที่ได้ในลักษณะนี้พบได้เช่นเดียวกับในงานของ Zhao และคณะ^{2,14} ที่พบว่าในเมล็ดข้าวโพดที่มีสีเข้ม (สีดำ และสีม่วงเข้ม) เป็นพันธุ์ที่มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดสูงมากที่สุด คือ 304.5 มิลลิกรัมของปริมาณ cyanidin 3-glucoside ต่อ

เมล็ดแห้ง 100 กรัม โดยมีปริมาณลดลงในพันธุ์ที่มีสีอ่อนลงมา คือสีม่วงเข้ม จนถึงสีชมพู มีปริมาณตั้งแต่ 12.74-256.5 มิลลิกรัมของปริมาณ cyanidin 3-glucoside ต่อเมล็ดแห้ง 100 กรัม นอกจากนี้ยังพบได้ในรายงานของ Lopez-Martinez และคณะ³ ที่รายงานเช่นเดียวกันว่าในสายพันธุ์แท้ที่มีสีเข้ม คือกลุ่มสีม่วง เป็นกลุ่มที่มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดสูง ส่วนสายพันธุ์ที่มีสีอ่อนลงมา ก็พบเช่นเดียวกันว่ามีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดน้อยลง ซึ่งลักษณะเช่นนี้พบได้เช่นเดียวกันในงานของ Hu และ Xu⁴ และ Zilic และคณะ¹⁵ สำหรับอีก 3 ชั้นส่วน คือ ชิง ไหม และเปลือกหุ้มฝัก พบว่า มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในชั้นส่วนของชิง และเปลือกหุ้มฝักของข้าวโพดสีม่วงในปริมาณมาก คือที่ 3,400 และ 18,900 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ โดยพบว่าในชั้นส่วนของชิงและเปลือกเป็รณส่วนที่มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดมีแนวโน้มสูงกว่าในเมล็ด ดังนั้นในการศึกษานี้จึงได้ทำการประเมินใน 3 ชั้นส่วนเพิ่มเติม ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการประเมินในชั้นส่วนเมล็ด คือ ชั้นส่วนของชิง ไหม และเปลือกหุ้มฝักที่มีสีเข้มมาก จะมีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดสูงตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากแอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุที่ให้สีแดง ม่วง จนถึงดำ ดังนั้นเมื่อชั้นส่วนของข้าวโพดมีสีเข้มมากขึ้น แสดงว่าชั้นส่วนนั้นมียังมีรงควัตถุกลุ่มของแอนโทไซยานินมากขึ้นตามไปด้วย จึงเป็นสาเหตุให้ในพืชฝัก และผลไม้ที่มีสีเข้ม จึงมีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดสูง

สรุปผล

ผลจากการศึกษาปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในเชื้อพันธุ์กรรมข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง พบว่า ในกลุ่มที่เมล็ดมีสีม่วงเข้ม คือ พันธุ์ข้าวเหนียวดำน่าน (พิษณุโลก) พันธุ์ข้าวเหนียวขาวก่า และพันธุ์ทดสอบพันธุ์แฟนซีม่วง 111 เป็นกลุ่มพันธุ์ที่มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดสูงมาก โดยในเมล็ดมีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดตั้งแต่ 30.73-106.21 มิลลิกรัมต่อตัวอย่างสด 100 กรัม แกนฝักมีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดตั้งแต่ 138.93-266.51 มิลลิกรัมต่อตัวอย่างสด 100 กรัม ไหมมีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดตั้งแต่ 64.12-572.10 มิลลิกรัมต่อตัวอย่างสด 100 กรัม และเปลือกหุ้มฝักมีปริมาณตั้งแต่ 2.38-97.94 มิลลิกรัมต่อตัวอย่างสด 100 กรัม

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดรับประทานฝักสด ศูนย์วิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ภายใต้การดูแลของ รองศาสตราจารย์ ดร. กมล เลิศรัตน์

เอกสารอ้างอิง

1. Abdel-Aal ESM, Young CY, Rabalski I (2006) Anthocyanin composition in black, ping, purple and red cereal grains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 4696-4704.
2. Zhao X, Corrales M, Zhang C, Hu X, Ma Y, Tauscher B. (2008) Composition and thermal stability of anthocyanins from Chinese purple corn (*Zea mays* L.). *Agricultural and Food Chemistry*, 56: 10761-10766.
3. Lopez-Martinez LX, Oliart-Ros RM, Valerio-Alfaro G, Lee CH, Parkin KI, Garcia HS (2009) Antioxidant activity, phenolic compounds and anthocyanins content of eighteen strains of Mexican maize. *LWT-Food Science and Technology*, 42: 1187-1192.
4. Hu QP, Xu Jg (2011) Profiles of carotenoids, anthocyanins, phenolics, and antioxidant activity of selected color waxy corn grains during maturation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*; 59: 2026-2033.
5. กมล เลิศรัตน์, พลัง สุริหาร, จิรวัดน์ สนิทชน, เพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล (2552) รายงานฉบับสมบูรณ์ การจัดการเชื้อพันธุกรรมและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดหวานพิเศษ. กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
6. Jing P, Noriega V, Scharz SJ, Giusti MM (2007) Effects of growing conditions on purple corn (Zea mays L.) anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55: 8625-8629.
7. ศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553) ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้ แอนโทไซยานิน (Anthocyanin). <http://siweb.dss.go.th/repack/fulltext/IR21.pdf>. ค้นเมื่อ 21 ตุลาคม 2554
8. de Pascual-Teresa S Sanchez-Ballesta MT. (2008) Anthocyanins: from plant to health. *Photochemistry Reviews*, 7: 281-299.
9. WHO (2011) Obesity and overweight. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/index.html>. Accessed 12 Nov. 2011.
10. วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี (2554) โรคอ้วน. <http://th.wikipedia.org/wiki/โรคอ้วน> ค้นเมื่อ 3 พฤศจิกายน 2554.
11. Yang Z, Chen Z, Yuan S, Zhai W, Piao X, Piao X. (2009) Extraction and identification anthocyanin from purple corn (*Zea mays* L.). *International of Food Science and technology*, 4: 2485-2492.
12. Giusti, M.M. and R.E. Wrolstad (2001) Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. In: *Current Protocol in Food Analytical Chemistry* (R.E. Wrolstad., ed.) Jone Willy & Sons Inc., New York, pp. F1.2.1-F1.2.13.
13. เจนจิรา บุญธิมา (2553) ผลการยับยั้งของสารสกัดจากสีไหมข้าวโพดหวานต่อฤทธิ์ต้านออกซิเดส. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
14. Zhao X, Zhang C, Guigas C, Ma Y, Corrales M, Tauscher B, Hu X. (2009) Composition, antimicrobial activity and antiproliferative capacity of anthocyanin extracts of purple corn (*Zea mays* L.) from China. *European Food Research and Technology*. 228:759-765
15. Zilic, S., A. Serpen, G. Akillioglu, V. Gokmen and J. Vancetovic (2012) Phenolic Compounds, Anthocyanins, and Antioxidant Capacity of Colored Maize (*Zea may* L.) Kernels. *Journal of Agricultural and food chemistry*. 60: 1224-1231.

Table 1 Total anthocyanin content (milligram of cyanidine-3-glucoside equivalent per 100 gram of fresh sample) in four parts (kernel, cob, silk, and husk) of 31 purple waxy corn germplasm and four check varieties at edible stage

No.	Pedigree	Seed Color	Kernel	Cob	Silk	Husk
1	Tak-Ngai Nong Mak Thoa	purple	3.01 ghi ¹	2.17 e	1.34 d	1.42 d
2	Phuen Muang Suratthani	purple	3.34 ghi	1.38 e	0.75 d	2.42 d
3	Muang Leuang Pissanulok	purple-yellow	4.51 fgh	0.50 e	1.50 d	0.50 d
4	Saroy-Champasak	purple	0.42 i	0.67 e	0.83 d	0.42 d
5	Saroy Muang Luang Pra Bang	purple	2.13 ghi	2.25 e	2.17 d	0.75 d
6	Korea Dam	purple	0.42 i	1.25 e	2.59 d	1.00 d
7	Xiangnouyihaoyumi	purple	1.00 i	0.92 e	3.17 d	0.75 d
8	Saroy Lai Luang Pra Bang	purple-white	3.26 ghi	0.75 e	0.75 d	0.50 d
9	Korea Lai	purple-white	1.00 i	0.33 e	1.42 d	0.42 d
10	GC.Tien.No14. Chiang Mai	purple	0.84 i	1.17 e	1.25 d	1.09 d
11	GC.Tien.No7. Chiang Mai	yellow-purple-white	0.63 i	1.00 e	0.25 d	1.09 d
12	Khow Niaw Dam Nan (Pissanulok)	purple	31.69 b	266.51 a	64.12 c	2.38 d
13	Khow Niaw Dam Chiang Rai	purple	6.89 ef	1.09 e	0.83 d	0.42 d
14	Khow Niaw Krung Thep	white purple yellow	0.67 i	0.83 e	2.42 d	0.50 d
15	Phuen Muang Sukhothai	purple	7.39 e	1.00 e	2.42 d	0.84 d
16	Mun Poo Nakhon Sawan	purple	1.50 ghi	1.88 e	0.42 d	0.69 d
17	GC.Kaoneo.NO.39 Changrai	purple	0.92 i	1.92 e	1.42 d	0.84 d
18	GC.Kaoneotabo.Nongkai	purple	21.67 c	0.58 e	2.42 d	1.67 d
19	GC.Krabngoo.Nakornsawan	purple	2.51 ghi	1.75 e	0.46 d	0.50 d
20	CP.Fancy.1	purple white	1.67 ghi	3.01 e	0.50 d	0.88 d
21	GC.Kaoneo.No.36.Chiangrai	purple white yellow	1.42 hi	0.50 e	1.25 d	1.02 d
22	GC.Kaoneo.No.38.Chiangrai	purple	1.25 i	0.75 e	2.59 d	1.09 d
23	GC.Kaoneo.No.41.Lampang	yellow white purple	0.42 i	1.25 e	2.00 d	1.09 d
24	GC.Kaoneo.No.52.Tak	purple white	1.09 i	0.42 e	1.50 d	0.67 d
25	SVK-12	purple	0.50 i	0.67 e	1.13 d	1.92 d
26	SLV-1	purple	1.00 i	0.75 e	0.50 d	9.39 c
27	Tianta (Linuoyihao)	purple	15.95 d	22.04 d	2.76 d	1.84 d
28	KNVN2002	purple	2.00 ghi	2.59 e	3.51 d	0.92 d
29	Taiwan Black	purple	2.51 ghi	1.75 e	1.38 d	1.34 d
30	Black Pearl F2	purple	4.59 fg	1.34 e	0.75 d	0.63 d
31	Khow Niaw Khow Kam	purple	106.21 a	155.05 b	572.10 a	97.94 a
32	Tein Leuang Khon Kean	yellow	1.00 i	1.13 e	0.25 d	0.75 d
33	Big White 854	white	0.84 i	1.17 e	2.59 d	1.09 d
34	Violet White	white purple	1.59 ghi	0.75 e	1.42 d	0.42 d
35	Fancy Muang 111	purple	30.73 b	138.93 c	316.94 b	24.38 b
%CV			21.00	42.51	37.25	39.23

¹ Values followed by the same letter in the same column are not significantly different ($P \leq 0.05$).

การประยุกต์ใช้เมนูวงกลมบนคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต

Application of Pie Menu through Tablet

รัสรินทร์ พัฒนรัตนกษศิริ¹, วสุ เชาว์พานนท์²

Rasarin Pattanakitsiri¹, Wasu Chaopanon²

Received :29 October 2012; Accepted : 25 January 2013

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและความพึงพอใจต่อการใช้งานเมนูบนแท็บเล็ต ที่มีรูปแบบเมนู สภาวะการใช้งาน และกลุ่มอายุที่แตกต่างกัน ศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างเป็นเด็ก จำนวน 41 คน และผู้ใหญ่ 40 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ ANOVA Repeated Measures ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพด้านเวลาตอบสนองในกลุ่มผู้ใช้ทั้งหมดพบว่า เวลาตอบสนองของรูปแบบเมนู ทั้ง 4 แตกต่างกัน ($p < 0.05$) แต่เมื่อพิจารณาในกลุ่มผู้ใช้ที่เป็นผู้ใหญ่พบว่าเวลาตอบสนอง ของรูปแบบเมนู Corner Open Pie Menu และ Pop-up Linear Menu มากกว่า Pop-up Open Pie Menu และ Pop-up Close Pie Menu ($p < 0.05$) เวลาตอบสนองของเด็ก มากกว่า เวลาตอบสนองของผู้ใหญ่ ($p < 0.05$) และเวลาตอบสนองในสภาวะที่แท็บเล็ตวางอยู่บนที่วางแท็บเล็ต กับ สภาวะที่ถือแท็บเล็ตอยู่ ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ประสิทธิภาพด้านความถูกต้อง พบว่า เด็กตอบผิดมากกว่าผู้ใหญ่ ผลของความพึงพอใจของผู้ใช้ พบว่า ผู้ใช้ชอบรูปแบบเมนู Corner Open Pie Menu มากที่สุด และมีระดับความพึงพอใจในเรื่องเมนูมีการใช้งานที่สะดวก วิธีการใช้งานเมนูสามารถเรียนรู้ได้ง่าย และความเหมาะสมที่จะนำเมนูมาใช้งานบนแท็บเล็ต โดยรวมทุกเมนูอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด

คำสำคัญ : รูปแบบเมนูวงกลม เมนูบนคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต

Abstract

This research aimed to study the efficiency and user satisfaction with different menu types, conditions of usability and age group. The sample consisted of 41 children and 40 adults. The data were analyzed by mean, standard deviation, ANOVA Repeated Measures. The results showed that different response times of overall users were classified by four menu types ($p < 0.05$), while the result of adult age showed that response time of the Corner Open Pie Menu and Pop-up Linear Menu more than Pop-up Open Pie Menu and Pop-up Close Pie Menu differently. ($p < 0.05$) Response time of children differed more than adults ($p < 0.05$) and response time of the laying condition and the holding condition were not different. ($p > 0.05$) The efficiency of accuracies showed that the children had more errors than the adults. The result of user satisfaction showed that users liked the Corner Open Pie Menu the most, and satisfaction about its easy use, and ease of learning as well as being suitable for a tablet were found at the high level.

Keywords : Pie Menu, Tablet Menu

¹ นักศึกษาปริญญาโท, สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002 มือถือ 083-1443539, อีเมล st.laurenz.dorn@gmail.com

² อาจารย์, สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002 โทร 043-362143 อีเมล wasu@kku.ac.th

¹ Master degree student, Division of Computer Science Khon Kaen University.

² Lecturer, Division of Computer Science, Khon Kaen University.

บทนำ

คอมพิวเตอร์แท็บเล็ต (Tablet computer) หรือ แท็บเล็ต (Tablet) เป็นอุปกรณ์ที่กำลังได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างดี ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานโปรแกรมเกี่ยวกับสังคมออนไลน์ (Social network) โปรแกรมให้ความบันเทิงจำพวกโปรแกรมมัลติมีเดีย (Multimedia) และโปรแกรมช่วยเหลือในการใช้ชีวิตประจำวันต่างๆ

เนื่องจากแท็บเล็ตยังคงเป็นรูปแบบเทคโนโลยีใหม่ และมีการใช้งานต่างจากคอมพิวเตอร์ชนิดอื่นๆ โดยการรับข้อมูลแบบสัมผัสและใช้นิ้วมือเป็นตัวเลือก การใช้งานที่ต่างออกไปนี้จึงเป็นเรื่องน่าสนใจในการออกแบบหน้าจอที่เหมาะสมสำหรับแท็บเล็ต ส่วนหน้าจอที่ใช้อยู่คือ เมนูรูปแบบเส้นตรง (Linear menu) ดังแสดงใน Figure 1 ซึ่งแต่ก่อนเราเคยใช้เมาส์ในการเลือกเมนูในรูปแบบนี้บนจอคอมพิวเตอร์ซึ่งก็ถือว่ามีประสิทธิภาพที่ดี แต่บนเทคโนโลยีแท็บเล็ตเราต้องเปลี่ยนมาใช้นิ้วกดในสถานะที่ต่างออกไปจากจอคอมพิวเตอร์จากที่เคยวางมือบนเมาส์ หมุนข้อมือเพียงเล็กน้อยแล้วคลิก แต่บนแท็บเล็ตเราต้องเปลี่ยนมาใช้นิ้วมือ ลากผ่านหน้าจอ

ระบบสัมผัสที่มีขนาดเล็กกว่าจอคอมพิวเตอร์ ด้วยขนาดของเคอร์เซอร์ (Cursor) ที่เปลี่ยนไป และสถานะที่เปลี่ยนไป ดังแสดงดัง Figure 2 จึงเกิดคำถามขึ้นว่ารูปแบบเมนูเส้นตรงเป็นรูปแบบเมนูที่ดีที่สุดแล้วหรือยังสำหรับแท็บเล็ต มีรูปแบบเมนูอื่นที่มีประสิทธิภาพมากกว่านี้หรือไม่

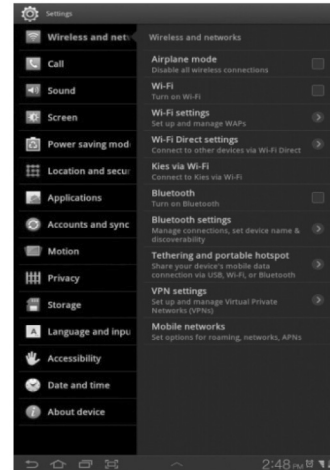


Figure 1 Example of linear menu



Figure 2 Difference of condition of usability between personal computer and tablet.

ตามกฎของฟิตส์ (Fitts's law)¹ ได้กล่าวไว้ว่าระยะทางระหว่างเมาส์ (Cursor) กับเมนู (Menu item) เป็นตัวกำหนดความง่ายต่อการใช้งานของเมนูนั้น ค่าระยะทางระหว่างจุดเริ่มต้นไปถึงจุดกึ่งกลางของเป้าหมาย (D) ที่น้อยลง กับค่าขนาดของรายการเมนู (W) ที่มากขึ้น จะส่งผลทำให้เวลาเฉลี่ยในการเลือกเมนู (T) น้อยลง แสดงในสมการที่ (1)¹ ค่าเวลาในการเลือกเมนู (T) ที่น้อย แสดงถึงการใช้งานที่ง่ายและสะดวกรวดเร็วของเมนูนั้น จากกฎดังกล่าวเมื่อพิจารณา รูปแบบของเมฆวงกลม (Pie menu) นั้น พบว่า ค่าระยะทางระหว่างจุดเริ่มต้นไปถึงจุดกึ่งกลางของเป้าหมาย (D) กับค่าขนาดของรายการเมนู (W) จะมีค่าเท่ากันตลอด เพราะรายการเมนูกระจายไปคนละทิศทางเท่าๆกัน ดังแสดงใน Figure 3 จึงทำให้ ค่า D และ W ไม่มีผลต่อสมการนี้เลย กลายเป็นว่า

ความเร็วของการใช้งานเมนู (T) ขึ้นอยู่กับค่า a คือความเร็วของอุปกรณ์เพียงอย่างเดียว จึงทำให้เมฆวงกลมกลายเป็นเมนูที่มีประสิทธิภาพสูงมากเมื่อคิดตามกฎของฟิตส์²

$$T = a + b \log_2 \left(1 + \frac{D}{W} \right) \quad (1)$$

- T คือ เวลาเฉลี่ยในการเลือกเมนูโดยสมบูรณ์
- a คือ แสดงเวลาเริ่มต้น/สิ้นสุด ของอุปกรณ์
- b คือ ค่าคงที่แสดงความเร็วปกติของอุปกรณ์
- D คือ ระยะทางระหว่างจุดเริ่มต้นไปถึงจุดกึ่งกลางของเป้าหมาย
- W คือ ความกว้างของเป้าหมาย

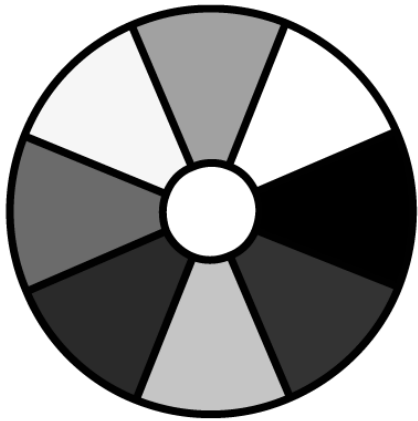


Figure 3 Pie menu

มีการศึกษาเมนูแบบวงกลมในบริบทของเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ แบบจอสัมผัส tabletops และแบบผนัง โดยให้ผลที่ดีกว่าเมนูแบบเชิงเส้น เช่น ตอน ฮอปกินส์¹ ได้กล่าวไว้ว่า เมฆวงกลมเป็นเมนูที่เรียนรู้ได้ง่าย ใช้งานได้เร็ว ตอบสนองกับผู้ใช้งานที่เป็นมือใหม่และผู้เชี่ยวชาญได้เป็นอย่างดี แจค คาลลาฮาน และคณะ² ได้ทำการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพการใช้งานเมฆวงกลม เพิ่มขึ้น 15-20% เมื่อเทียบกับเมนูแบบเส้นตรง และจากบทความของ จัสติน เกอร์มาซซ์³ ได้กล่าวไว้ว่า เมฆวงกลมนั้นเหมาะสมที่นำมาพัฒนาใช้บนอุปกรณ์หน้าจอร์บบสัมผัสในปัจจุบัน เพราะสามารถลดปัญหา “Gorilla arm” คือ ปัญหาที่เกิดขึ้นบนการใช้งานจอสัมผัสขนาดใหญ่ในแนวดิ่ง เวลาจะเลือกเมนูต้องมีการยกมือขึ้นและเลื่อนแขนเพื่อเลือกเมนูที่อยู่ห่างจากจุดวางมือและนั่นก็ทำให้ผู้ใช้เกิดความเมื่อยล้าที่ข้อมือและแขน แต่ด้วยคุณสมบัติของเมฆวงกลมที่จุดเริ่มต้นกับเป้าหมายอยู่ติดกัน เพียงแค่ขยับนิ้วเล็กน้อยก็สามารถเข้าถึงเมนูได้อย่างรวดเร็ว เพราะเมนูย่อยของเมฆวงกลมได้กระจายอยู่รอบ ๆ จุดศูนย์กลางทำให้เมฆวงกลมหน้าจะสามารถลดการเกิดปัญหา “Gorilla arm” อีกทั้งรูปแบบเมฆวงกลมเมื่อใช้งานไปได้สักพักจะทำให้เกิดการเรียนรู้ของกล้ามเนื้อ (Muscle memory) ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานเมนูได้อย่างลื่นไหลโดยที่ไม่ต้องคิดอะไรเลย⁴

ที่ผ่านมาได้มีผู้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการนำเอาเมฆวงกลมมาใช้งานบนอุปกรณ์หน้าจอร์บบสัมผัสอยู่หลายงานวิจัย ทั้งการนำไปใช้ในโปรแกรมประยุกต์โดยเฉพาะ หรือการแก้ไขข้อเสียของเมฆวงกลม งานวิจัยของ ปีเตอร์ บรานด์ล และคณะ⁵ ได้สร้างเมฆวงกลมแบบเปิดขึ้นมาเพื่อขจัดปัญหาการที่มีขอบบังเมนู บนคอมพิวเตอร์แบบโต๊ะ (Tabletops) โดยการใช้ปากกา (Stylus) ดังแสดงใน Figure 4

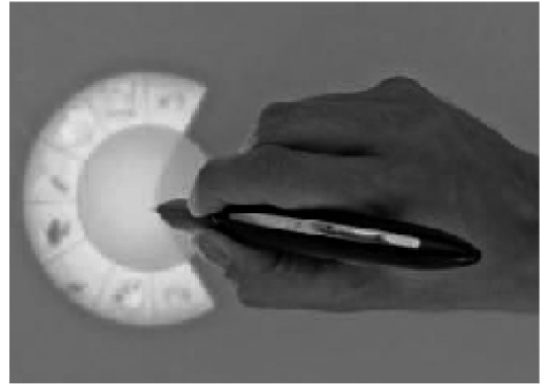


Figure 4 Open pie menu on tabletop computer use by stylus⁵

ปัญหาอีกอย่างหนึ่งที่มีผู้ทำวิจัยหลายกลุ่มได้พยายามแก้ไข คือระดับชั้นของเมฆวงกลม (Menu hierarchy) เนื่องจาก แต่ละเมฆวงกลม สามารถเลือกเมนู (Menu item) ได้น้อยและมีระดับชั้น (Menu level) ไม่ได้มากเหมือนดังเมนูแบบเส้นตรง จาก Figure 3 จะเห็นได้ว่าผู้ใช้สามารถเลือกเมนูสูงสุดได้แค่ 8 เมนูเท่านั้น และเมื่อมีเมนูย่อยและระดับชั้นเพิ่มมากขึ้นย่อมทำให้เกิดความยุ่งยากซับซ้อนตามมา งานวิจัยของโทมัส เฮซเซลแมน และคณะ⁶ ได้ทำการแก้ปัญหา ระดับชั้นของเมฆวงกลม โดยการออกแบบเมนู เป็น เมฆวงกลมแบบครึ่ง (Half-pie menu) โดยแต่ละระดับสามารถหมุนได้ไม่จำกัด ทำให้สามารถมีเมนูย่อยได้มากมาย ไม่จำกัดจำนวน ดังแสดงใน Figure 5 ผลที่ได้คือผู้ใช้สามารถเข้าถึงเมนูได้เร็วขึ้นและลดความเมื่อยล้าเวลาใช้งาน

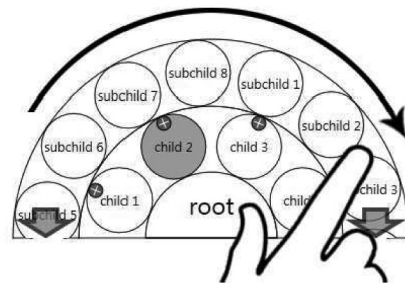


Figure 5 Stacked half-pie menu⁶

จากบทความและงานวิจัยทั้งหลาย พบว่า ปัจจุบันมีผู้คนสนใจที่จะพัฒนาเมฆวงกลมบนจอสัมผัสกันมากมาย ด้วยการเข้าถึงข้อมูลได้เร็วและสามารถใช้งานได้ง่ายและดูมีแนวโน้มที่ดีที่จะนำมาใช้กับนิ้วมือของเราบนระบบจอสัมผัส งานวิจัยที่ผ่านมาสามารถแยกเป็นประเด็นหลัก ๆ ได้แก่ การนำเมฆวงกลมไปประยุกต์ใช้บนอุปกรณ์เฉพาะ^{5,7,8} การแก้

ปัญหาเรื่องระดับชั้นและความซับซ้อนของเมนูวงกลม (Menu hierarchy)^{6,9,10,11} การใช้งานเมนูวงกลมแบบระบบสัมผัสแบบหลายจุด (Multi-touch)^{12,13,14} อย่างไรก็ตามงานวิจัยส่วนใหญ่ได้ถูกพัฒนาขึ้นบนคอมพิวเตอร์แบบโต๊ะ (Tabletops) ซึ่งการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้กับคอมพิวเตอร์แบบโต๊ะย่อมมีความแตกต่างจากการใช้งานบนแท็บเล็ต เพราะมีสถานะที่ต่างกันดังแสดงใน Figure 6

กรณีที่เป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างเมนูวงกลมกับเมนูเส้นตรงก็ถูกวิจัยบนคอมพิวเตอร์ (Personal computer) โดยการใช้เมาส์และปากกา ไม่ได้เป็นการเปรียบเทียบโดยการใช้นิ้วบนหน้าจอสัมผัสแต่อย่างใด อีกทั้งยังไม่มีงานวิจัยที่นำเอา เมนูวงกลมมาหาประสิทธิภาพบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แท็บเล็ตที่กำลังเป็นที่นิยมและใช้กันอย่างแพร่หลายในตอนนี้อยู่ ผู้วิจัยจึงมีความต้องการที่จะนำเอาเมนูวงกลม มาใช้งานบนแท็บเล็ตทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเมนูวงกลมกับเมนูเส้นตรง เพื่อดูว่าเมนูวงกลมสมควรที่จะนำมาใช้บนแท็บเล็ตหรือไม่

จากการศึกษางานวิจัยและบทความที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบเมนูวงกลม ผู้วิจัยได้แนวคิดที่ในการออกแบบรูปแบบเมนูวงกลมอยู่ 3 แบบ คือ เมนูวงกลมแบบปิดโดยปรากฏได้ทุกที่ (Pop-up close pie menu) ซึ่งเป็นรูปแบบเมนูวงกลมแบบดั้งเดิมที่พบจากบทความและงานวิจัยต่างๆ แสดงได้ดัง Figure 7a รูปแบบที่สองคือเมนูวงกลมแบบเปิดโดยปรากฏขึ้นได้ทุกที่ (Pop-up open pie menu) รูปแบบเมนูนี้ได้แนวคิดมาจากบทความของจัสทีน เกอร์มาสซ์⁵ และงานวิจัยของปีเตอร์ บรานดส์ และคณะ⁵ กับงานวิจัยของ นิโคล่า บาโนวิก และคณะ¹³ แสดงได้ดัง Figure 7b และรูปแบบที่สามคือเมนูวงกลมแบบเปิดโดยปรากฏขึ้นที่มุม (Corner open pie menu) ซึ่งได้แนวคิดมาจาก Asus R2H¹⁵ แสดงได้ดัง Figure 7c เนื่องจากแท็บเล็ตในปัจจุบันมีอยู่หลายแบบ มีการใช้งานทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ และมีลักษณะการใช้งานแตกต่างกันไปตามความถนัดของผู้ใช้ งานวิจัยนี้จึงมีการกำหนดขอบเขตในเรื่องของกลุ่มอายุของผู้ใช้และสถานะการใช้งานที่ส่งผลต่อลักษณะทางกายศาสตร์ของผู้ใช้แท็บเล็ตด้วย

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นผู้ศึกษาจึงคิดที่จะนำเอารูปแบบเมนูวงกลม (Pie menu) มาทดสอบประสิทธิภาพบนแท็บเล็ตเพื่อให้ผู้ใช้มีเมนูที่ดีที่สุดในการใช้งาน

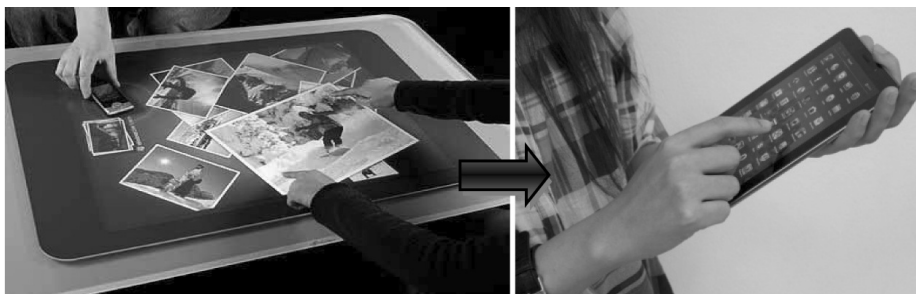


Figure 6 Difference of condition of usability tabletops and tablet.

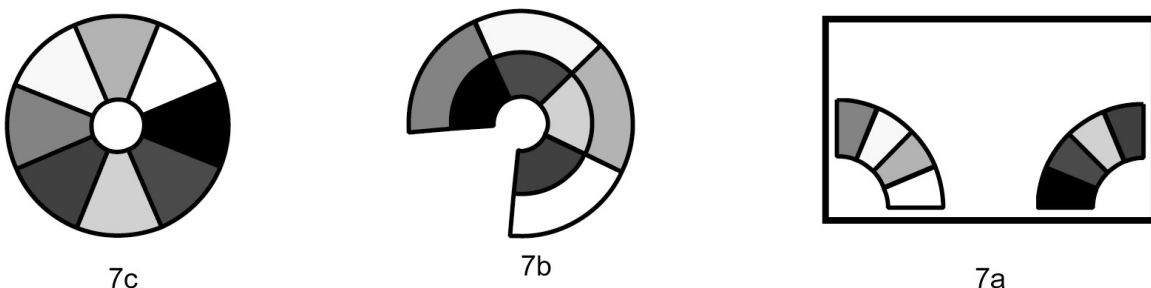


Figure 7 3 pie menu types for testing.

(Pop-up close pie menu, Pop-up open pie menu and Corner open pie menu)

วิธีดำเนินงานวิจัย

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1 วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองจากกลุ่มตัวอย่าง โดยให้กลุ่มตัวอย่างได้ทดสอบใช้งานโปรแกรมบนเครื่อง Samsung galaxy tab 7.7 ตามลำดับที่เตรียมไว้ไปจนครบตามที่ต้องการ โดยการทดสอบจะเป็นการให้ผู้ใช้เลือกสี (เมนูย่อย)ตามสีโจทย์ที่ปรากฏขึ้นมา ในแต่ละรูปแบบเมนูจะทดสอบ 16 ครั้ง (สุ่มสีโจทย์สีละ 2 ครั้ง) ได้มีการสลับลำดับการทดสอบในแต่ละคนเพื่อแก้ปัญหา Learning effect ตัวอย่างโปรแกรมแสดงดัง Figure 8 หลังจากทดสอบบนโปรแกรมเสร็จก็ทำการแจกแบบสอบถามความพึงพอใจในตอนท้าย ผลที่ได้จากการเก็บข้อมูลคือ ค่าเวลาตอบสนอง (Respond time) ความถูกต้อง (Accuracy) และ ผลความพึงพอใจของผู้ใช้ตามแบบสอบถาม

1.2 ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล ดำเนินการจัดเก็บข้อมูลในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือผู้ใช้แท็บเล็ตทั่วไปไม่ทราบจำนวน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จำนวน 40 คน และ เด็กนักเรียนระดับประถมศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 41 คน โดยแบ่งเป็น โรงเรียนบ้านหนองบัว ตำบลทะเลเม่นชัย อำเภอลำปลายมาศ จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 19 คน โรงเรียนบ้านหนองม่วง ตำบลทะเลเม่นชัย อำเภอลำปลายมาศ จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 22 คน

3. ระยะเวลาในการดำเนินงาน ระหว่าง เดือน มกราคม 2556 - กุมภาพันธ์ 2556

4. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

4.1 ตัวแปรอิสระ (Independent variables) ได้แก่ รูปแบบเมนู สภาวะการใช้งาน และกลุ่มอายุของผู้ใช้

4.2 ตัวแปรตาม (Dependent variables) ได้แก่ เวลาตอบสนอง ความถูกต้อง และความพึงพอใจของผู้ใช้

5. การวิเคราะห์ข้อมูล โดยการหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ ANOVA Repeated Measures

6. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ

1. อุปกรณ์คอมพิวเตอร์แท็บเล็ต Samsung galaxy tab 7.7

2. โปรแกรมเปรียบเทียบประสิทธิภาพเมนูบนแท็บเล็ต เป็นโปรแกรมที่พัฒนาโดยใช้ Adobe Flash Professional CS6 ซึ่งพัฒนาบน Samsung galaxy tab 7.7 ลักษณะการใช้งานโปรแกรมจะเป็นการให้ผู้ใช้เลือกรายการเมนูที่มีสีตรงกับสีที่กำหนด โดยแยกทดสอบในแต่ละรูปแบบเมนู 4 แบบ คือ Pop-up Linear Menu, Pop-up Close Pie Menu, Pop-up Open Pie Menu และ Corner Open Pie Menu

3. แบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้ใช้ บนพื้นฐานของงานวิจัยทางปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ (Human computer interaction) โดยอ้างอิงถึงมาตรฐานของ ISO 9241-11 Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 11: Guidance on usability¹⁶ โดยวิเคราะห์ผลในส่วนของความสะดวกในการใช้งานรูปแบบเมนูต่างๆ (Ease of use) ความสามารถในการเรียนรู้รูปแบบเมนูต่างๆ (Learnability) และความเหมาะสมที่จะนำเมนูต่างๆมาใช้งานบนแท็บเล็ต (Suitability)

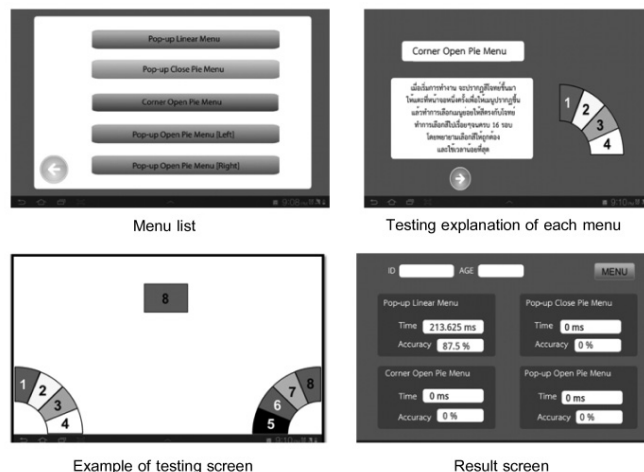


Figure 8 Example of testing program in tablet

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการทำการทดลองใช้งานรูปแบบเมนูทั้ง 4 แบบบนแท็บเล็ต โดยนักศึกษาระดับปริญญาตรีจำนวน 40 คน และระดับประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 41 คน โดยนักศึกษทำการทดสอบทั้ง 2 สภาวะ คือ สภาวะที่ถือแท็บเล็ตอยู่ และสภาวะที่แท็บเล็ตวางอยู่บนที่วางแท็บเล็ต ส่วนนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 1 ทำการทดสอบเพียงสภาวะเดียวคือ สภาวะที่แท็บเล็ตวางอยู่บนที่วางแท็บเล็ต เนื่องจากการทดสอบในสภาวะที่ถือแท็บเล็ตอยู่ไปได้สักพักพบว่านักเรียนประถมจะวางแท็บเล็ตลงบนพื้นเหมือนเดิม ผู้วิจัยจึงตัดให้เหลือเพียงสภาวะเดียวเพราะไม่พบข้อแตกต่างของสภาวะการถือแท็บเล็ตในนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 1

จากการทดลองในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 81 คน ใน 2 สภาวะ 4 รูปแบบเมนู เมนูละ 16 ครั้ง ได้ค่าเวลาและความถูกต้องมา 7,744 ชุด ผลที่ได้จากการทดลองพบว่ามี Extreme value ทั้งที่ต่ำกว่ามาก และ สูงกว่ามาก อย่างผิด

ปกติ โดยที่มีค่าเวลาดำสุดอยู่ที่ 6 มิลลิวินาที ค่าสูงสุดอยู่ที่ 4,390 มิลลิวินาที มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 272.04 มิลลิวินาที มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 191.68 และมีค่าความเบี่ยงอยู่ที่ 5.58 จึงได้ทำการปรับข้อมูล โดยใช้วิธี 5% Trimmed mean หลังจากการปรับข้อมูลใหม่พบว่า ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 264.15 มิลลิวินาที มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 142.08 และมีค่าความเบี่ยงอยู่ที่ 1.73 และผู้วิจัยได้นำเอาข้อมูลหลังปรับมาใช้ในการวิเคราะห์ผลทางสถิติต่อไป

3.1 เวลาตอบสนอง (Respond times)

1. รูปแบบเมนู

จาก Figure 9 พบว่า จากผลการทดลองพบว่า Corner Open Pie Menu ให้ค่าเวลาตอบสนอง (Respond time) สูงที่สุด รองขึ้นมา คือ Pop-up Linear Menu, Pop-up Open Pie Menu และ Pop-up Close Pie Menu ตามลำดับรูปแบบเมนูต่างๆ แสดงได้ดัง Figure 10

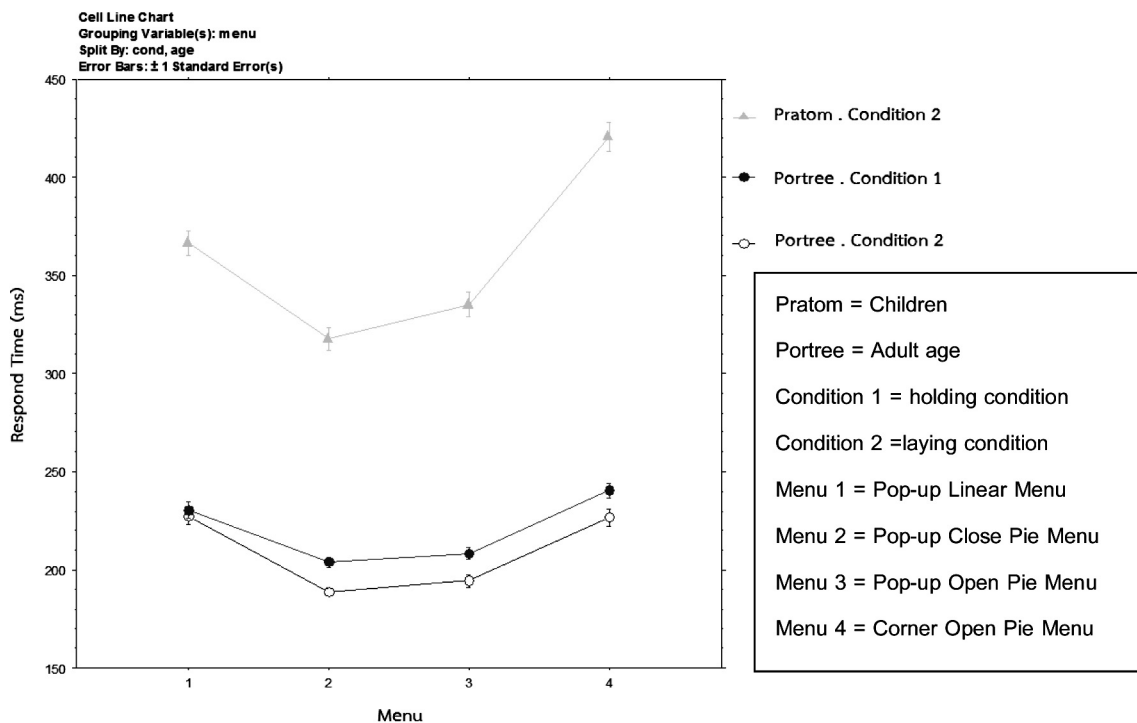


Figure 9 Mean of respond times, Grouping by menus, Split by age group and condition of usability

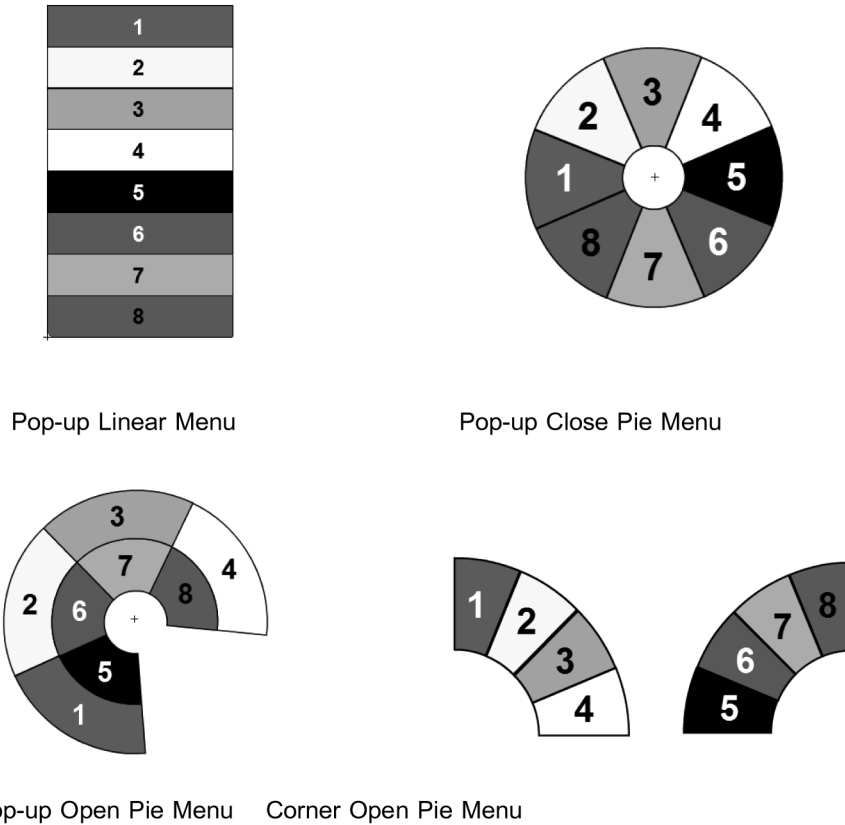


Figure 10 Design of four menu types for compare efficiency and user satisfaction

เมื่อพิจารณาถึงความแตกต่างของ Respond time ในกลุ่มผู้ใช้ทั้งหมดพบว่า รูปแบบเมนู ทั้ง 4 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดย Respond time ของรูปแบบเมนูแบบ Corner Open Pie Menu (\bar{X} = 330.49) มากกว่ารูปแบบเมนู Pop-up Linear Menu (\bar{X} = 298.54) Pop-up Open Pie Menu (\bar{X} = 271.77) และ Pop-up Close Pie Menu (\bar{X} = 260.84) ตามลำดับ

แต่เมื่อพิจารณาในกลุ่มผู้ใช้ที่เป็นผู้ใหญ่พบว่า respond time ของรูปแบบเมนู Pop-up Open Pie Menu กับ Pop-up Close Pie Menu และ respond time ของรูปแบบเมนู Corner Open Pie Menu กับ Pop-up Linear Menu ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ Respond time ของรูปแบบเมนู Corner Open Pie Menu (\bar{X} = 233.34) มากกว่า Pop-up Open Pie Menu (\bar{X} =201.39) และ Pop-up Close Pie Menu (\bar{X} = 196.25) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ respond time ของรูปแบบเมนู Pop-up Linear Menu (\bar{X} = 228.99) มากกว่า Pop-up Open Pie Menu (\bar{X} =201.39) และ Pop-up Close Pie Menu (\bar{X} = 196.25) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อาจเป็นเพราะว่ารูปแบบเมนู Corner Open Pie Menu ได้อยู่แยกกันสองด้าน ทำให้เวลาใช้งานเมนู ผู้ใช้ต้องใช้

เวลาในการค้นหาและตัดสินใจเลือกเมนูย่อย นานกว่ารูปแบบเมนูแบบอื่นที่ตัวเมนูอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน จึงทำให้มี respond time ที่สูงกว่ารูปแบบเมนูวงกลมทั้งสอง Respond time ของรูปแบบเมนู Pop-up Linear Menu มากกว่า Pop-up Open Pie Menu และ Pop-up Close Pie Menu เมื่อพิจารณาตามกฎของฟิสิกส์และงานวิจัยต่างๆที่เคยมีผู้วิจัยมาแล้ว Respond time ของเมนูแบบเส้นตรงนั้นควรจะมากกว่ารูปแบบเมนูวงกลม ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ ผลที่ได้ก็เป็นไปตามกฎต่างๆเหล่านั้น

1.2 กลุ่มอายุ

ได้พิจารณา Respond time ตามกลุ่มอายุพบว่า Respond time ของเด็ก (\bar{X} = 360.05) มากกว่า Respond time ของผู้ใหญ่ (\bar{X} = 220.77) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า เด็ก (7-8 ปี) ต้องใช้เวลาในการทำความเข้าใจ ค้นหา และตัดสินใจ มากกว่า ผู้ใหญ่ (19-25 ปี) จึงทำให้มี Respond time ที่สูงกว่าของผู้ใหญ่อยู่มาก

1.3 สภาวะการใช้งานแท็บเล็ต

พิจารณา Respond time ตามสภาวะการใช้งาน พบว่า Respond time ในสภาวะที่แท็บเล็ตวางอยู่บนที่วางแท็บเล็ตมากกว่าสภาวะที่ถือแท็บเล็ตอยู่ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า ไม่ว่าผู้ใช้

จะถือแท็บเล็ตหรือวางแท็บเล็ตไว้บนโต๊ะ ก็ได้เลือกทำทางที่ถนัดและเหมาะกับสรีระในแต่ละสภาวะการใช้งานนั้นๆ เพราะในการทดลองไม่ได้ทำการกำหนดท่าทางของมือเวลาในงานอย่างตายตัว ทำให้ผู้ใช้เกิดความถนัดและใช้งานแท็บเล็ตในสภาวะทั้งสองได้ไม่แตกต่างกัน

3.2 ความถูกต้อง (Accuracy)

จากการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดในการเลือกคำตอบของเมนู พบว่า โดยรวมมีความถูกต้อง (98.95%) โดย

เรียนรู้ได้ง่ายโดยรวมทุกเมนูอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด (\bar{X} = 4.32 - 4.76) โดยรูปแบบ Pop-up Linear Menu มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด (\bar{X} = 4.76) และในเรื่องความเหมาะสมที่จะนำมาใช้งานบนแท็บเล็ตโดยรวมทุกเมนูอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด (\bar{X} = 4.21 - 4.58) โดยรูปแบบ Pop-up Linear Menu มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด (\bar{X} = 4.58) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า รูปแบบเมนู Pop-up Linear Menu เป็นรูปแบบเมนูมาตรฐานที่มีการใช้งานอยู่เป็นประจำอยู่แล้ว ทำให้ผู้ใช้เกิดความคุ้นเคย

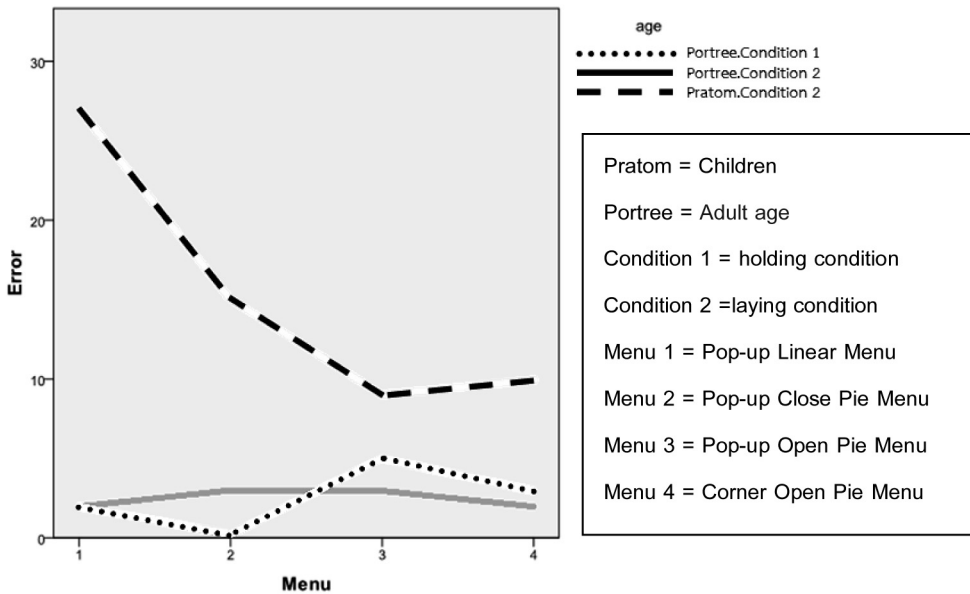


Figure 11 Accuracy, Grouping by menus, Split by age group and condition of usability

ผู้ใหญ่มีความถูกต้อง (99.61%) มากกว่า เด็ก (97.68%) อาจเป็นเพราะว่า เด็กมีการตัดสินใจในการเลือกคำตอบไม่ดีเท่าผู้ใหญ่ และผู้ใหญ่อาจจะเคยมีประสบการณ์ในการใช้งานรูปแบบ Linear Menu มาแล้วในคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะทำให้มีความคุ้นเคยมากกว่าเด็กที่ไม่เคยมีประสบการณ์ในการใช้งานมาก่อน ส่วนข้อผิดพลาดในผู้ใหญ่มีน้อยมาก จึงไม่สามารถบอกความแตกต่างระหว่าง 2 สภาวะการใช้งานได้อย่างชัดเจน โดยข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นแสดงได้ดัง Figure 11

3.3 ความพึงพอใจของผู้ใช้ (User satisfaction)

1) ผู้ใช้ชอบรูปแบบเมนู Corner Open Pie Menu มากที่สุด

2) ความพึงพอใจของผู้ใช้ในเรื่องเมนูมีการใช้งานที่สะดวกโดยรวมทุกเมนูอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด (\bar{X} = 4.21 - 4.52) โดยรูปแบบ Pop-up Linear Menu มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด (\bar{X} = 4.52) ในเรื่องวิธีการใช้งานเมนูสามารถ

และเข้าใจได้ง่ายในการใช้งานมากกว่าเมนูแบบวงกลมที่มีการใช้งานไม่แพร่หลาย ความคุ้นเคยนี้เลยส่งผลให้ผู้ใช้คิดว่าเมนูเหมาะสมที่นำมาใช้งานบนแท็บเล็ตมากกว่าเมนูแบบวงกลมทั้งสามแบบ อย่างไรก็ตามจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้ใช้ในขณะทำการตอบแบบสอบถาม พบว่า ผู้ใช้หลายคนไม่ได้ใส่ใจกับการตอบแบบสอบถามเท่าที่ควร ไม่พิจารณาถึงความแตกต่างของแต่ละรูปแบบเมนูอย่างละเอียดถี่ถ้วน และให้คะแนนอยู่ที่ระดับ 4 และ 5 โดยส่วนใหญ่ ผลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามในส่วนนี้ผู้วิจัยจึงคิดว่ายังไม่เหมาะที่จะนำมาสรุปผลอย่างแน่ชัด

สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของรูปแบบเมนู 4 แบบ คือ Pop-up Linear Menu, Pop-up Close Pie Menu, Pop-up Open Pie Menu และ Corner Open

Pie Menu เพื่อวิเคราะห์ว่ารูปแบบเมนูวงกลมนั้นเหมาะสมที่จะนำมาใช้งานบนแท็บเล็ตหรือไม่ และรูปแบบเมนูวงกลมใดที่เหมาะสมจะนำมาใช้งานบนแท็บเล็ตมากที่สุด โดยการทดสอบการใช้งานรูปแบบเมนูทั้ง 4 กับกลุ่มตัวอย่าง เป็นเด็กจำนวน 41 คน และ ผู้ใหญ่จำนวน 40 คน วิธีการทดสอบคือให้ผู้ใช้เลือกสี (เมนูย่อย) ให้ตรงกับสีโจทย์ และทำการเก็บข้อมูล เวลาตอบสนอง และความถูกต้อง เพื่อนำมาวิเคราะห์ พร้อมทั้งแจกแบบสอบถามเพื่อวิเคราะห์ในส่วนของความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า Corner Open Pie Menu ให้ค่าเวลาตอบสนอง สูงที่สุด รองขึ้นมา คือ Pop-up Linear Menu, Pop-up Open Pie Menu และ Pop-up Close Pie Menu ตามลำดับ และพบว่า เวลาตอบสนองของเด็กนั้นมากกว่าผู้ใหญ่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ค่าเวลาตอบสนองของสภาวะการใช้งานทั้งสอง คือ สภาวะที่ถือแท็บเล็ตอยู่ และสภาวะที่แท็บเล็ตวางอยู่บนที่วางแท็บเล็ต ไม่แตกต่างกัน ในส่วนของการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านความถูกต้องพบว่า เด็กเกิดข้อผิดพลาดมากกว่าผู้ใหญ่ และในส่วนของความพึงพอใจพบว่า ผู้ใช้ชอบรูปแบบเมนู Corner Open Pie Menu มากที่สุด ในส่วนของคุณสมบัติในการใช้งานรูปแบบเมนูต่างๆ (Ease of Use) ความสามารถในการเรียนรู้รูปแบบเมนูต่างๆ (Learnability) และความเหมาะสมที่จะนำเมนูต่างๆ มาใช้งานบนแท็บเล็ต (Suitability) ผู้ใช้ให้คะแนน Pop-up Linear Menu นั้นมากที่สุดในทุกๆ ด้าน

ข้อเสนอแนะ

1) รูปแบบเมนูวงกลมที่ใช้ในการทดลอง เป็นรูปแบบเมนูวงกลมพื้นฐานที่บรรจุเมนูย่อยได้เพียง 8 เมนู แต่ในการใช้งานจริง ๆ เมนูย่อยนั้นมีจำนวนมาก งานวิจัยจึงควรที่จะมีการออกแบบเมนูวงกลมที่แก้ปัญหาในประเด็นนี้ คือเพิ่มระดับชั้นของเมนูวงกลม (Menu Hierarchy) ซึ่งในปัจจุบันก็มีหลายงานวิจัยที่กำลังแก้ปัญหาในประเด็นดังกล่าวแต่ยังไม่ใช้การพัฒนาบนแท็บเล็ต

2) จากผลที่ได้จากการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพในการใช้งานแท็บเล็ตนั้นอาจจะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการใช้งาน แต่ในงานวิจัยนี้ไม่ได้มีการวิเคราะห์ในส่วนนี้ จึงควรเพิ่มประเด็นในเรื่องของประสิทธิภาพในการใช้งานแท็บเล็ตด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.วสุ เชาว์พานนท์ และ อาจารย์ ดร.วิชา เพ็ญจันทร์ ที่ได้ให้คำปรึกษาทั้งปัญหาเรื่องเรียนและปัญหาชีวิต รวมถึงแนวคิด และช่วยเหลือในส่วนที่บกพร่องต่างๆ ขอกราบขอบพระคุณ บิศา มารดา ที่คอย

สนับสนุนในทุกๆเรื่องและคอยเป็นกำลังใจยามท้อถอยมาโดยตลอด และขอกราบขอบพระคุณครอบครัวของ คุณลุง วรวรรธน พันธ์ธนฤกษ์ศิริ และอาจารย์ ภัฏญณ์นันท์ ปฏิวณิชางกูร ที่คอยเป็นธุระช่วยเหลือตอนเก็บรวบรวมข้อมูลจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Ahlstrom D. Modeling and improving selection in cascading pull-down menus using Fitts' law, the steering law and force fields. Ln: Kellogg W, Zhai S, Veer G, Gale C, editors. CHI '05. Proceeding of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems; 2005 Apr 2-7; Portland, Oregon, USA. New York : USA; 2005. P.61-71.
- Callahan J, Hopkins D, Weiser M, Shneiderman B. An empirical comparison of pie vs. linear menus. Ln: O'Hare J, editors. CHI '88. Proceeding of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems; 1988 May 15-19; Washington, DC, USA. New York : USA; 1988. P.95-100.
- Hopkins D. The design and implementation of pie menus. Dr Dobbs J. 1991;16(12):16-26.
- Kiermasch J. The Comeback Of The Pie Menu. [serial online] 2000 Aug 04;1(1):[4 screens]. Available from: <http://www.centigrade.de/en/blog/article/the-comeback-of-the-pie-menu/>. Accessed June 22, 2012.
- Brandl P, Leitner J, Seifried T, Haller M, Doray B, and To P. Occlusion-aware menu design for digital tabletops. Proceedings of the 27th international conference extended abstracts on Human factors in computing systems. New York: ACM; 2009. P. 3223-3228.
- Ecker R, Broy V, Butz A, and De Luca A. pieTouch: a direct touch gesture interface for interacting with in-vehicle information systems. Proceedings of the 11th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services. New York: ACM; 2009. P 22:1-22:10.
- Vaittinen T, Viljamaa T.P, and Piippo P. Design issues related to pie menus for 5-way joysticks. Proceedings of the 4th international conference on mobile technology, applications, and systems and

- the 1st international symposium on Computer human interaction in mobile technology. New York: ACM; 2007. P. 564–571.
8. Miyamoto M, Terada T, and Tsukamoto M. Design and implementation on a pie menu interface for analog joysticks. Proceedings of the 2009 ACM symposium on Applied Computing. New York: ACM; 2009. P. 154–155.
 9. Zhao S. and Balakrishnan R. Simple vs. compound mark hierarchical marking menus. Proceedings of the 17th annual ACM symposium on User interface software and technology. New York: ACM; 2004. P. 33–42.
 10. Samp K, and Decker S. Supporting menu design with radial layouts. Proceedings of the International Conference on Advanced Visual Interfaces. New York: ACM; 2010. P. 155–162.
 11. Au O. K.-C. and Tai C.-L. Multitouch finger registration and its applications. Proceedings of the 22nd Conference of the Computer-Human Interaction Special Interest Group of Australia on Computer-Human Interaction. New York: ACM; 2010. P. 41–48.
 12. Banovic N, Li F. C. Y, Dearman D, Yatani K, and Truong K.N. Design of unimanual multi-finger pie menu interaction. Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces. New York: ACM; 2011. P. 120–129.
 13. Yee K.-P. Two-handed interaction on a tablet display. CHI '04 extended abstracts on Human factors in computing systems. New York: ACM; 2004. P. 1493–1496.
 14. Asus R2H. ProductWiki. [serial online] 2004 Feb 23;1(1): [2 screens]. Available from: <http://www.compare.productwiki.com/asus-r2h/>. Accessed September 20, 2012.
 15. ISO. EN ISO 9241 Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) -- Part 11: Guidance on usability. Berlin, Germany; 1998.

คำแนะนำสำหรับผู้พิมพ์

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำหนดพิมพ์ปีละ 6 ฉบับ ผู้พิมพ์ทุกท่านสามารถส่งเรื่องมาพิมพ์ได้ โดยไม่ต้องเป็นสมาชิก และไม่จำเป็นต้องสังกัดมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผลงานที่ได้รับการพิจารณาในวารสารจะต้องมีสาระที่น่าสนใจ เป็นงานที่ทบทวนความรู้เดิม หรือองค์ความรู้ใหม่ที่ทันสมัย รวมทั้งข้อคิดเห็นทางวิชาการที่เป็นประโยชน์ต่อผู้อ่าน และจะต้องเป็นงานที่ไม่เคยถูกนำไปตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารอื่นมาก่อนและไม่อยู่ในระหว่างพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารใด บทความอาจถูกตัดแปลง แก้ไข เนื้อหา รูปแบบ และสำนวน ตามที่กองบรรณาธิการเห็นสมควร ทั้งนี้เพื่อให้วารสารมีคุณภาพในระดับมาตรฐานสากลและนำไปอ้างอิงได้

การเตรียมต้นฉบับ

1. ต้นฉบับพิมพ์เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษก็ได้ แต่แต่ละเรื่องจะต้องมีบทคัดย่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ 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 วนให้ข้อมูลทางวิชาการที่เกี่ยวข้องจากการตรวจสอบเอกสารประกอบ

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

ผลการศึกษา (Results) รายงานผลที่ค้นพบ ตามลำดับขั้นตอนของการวิจัย อย่างชัดเจนได้ใจความ ถ้าผลใหม่ ชับซ้อนและมีตัวเลขไม่มากควรใช้คำบรรยาย แต่ถ้ามีตัวเลข หรือ ตัวแปรมาก ควรใช้ตารางหรือแผนภูมิแทน

วิจารณ์และสรุปผล (Discussion and Conclusion) แสดงให้เห็นว่าผลการศึกษาตรงกับวัตถุประสงค์และเปรียบเทียบกับสมมติฐานของการวิจัยที่ตั้งไว้ 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

พิจารณ์ เจริญศรี. การปรับความพร้อมเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารก่อนร่นเข้าสู่โลกาวิวัฒน์ครั้งใหม่. นกบริหาร 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

พิจารณ์ เจริญศรี. การปรับความพร้อมเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารก่อนร่นเข้าสู่โลกาวิวัฒน์ครั้งใหม่. นกบริหาร 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 การสุขของพริก. 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 ตั้งทีมพัฒนาข้อสอบระดับชาติมั่นใจคุณภาพ. 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.

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. Browsers 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 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. If the information is 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 help support the research are acknowledged in this section.

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

7. Authors of review articles should follow the typical format style that 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 deskette.

Review of manuscripts:

1. The editorial board will review all manuscripts for format compliance. Manuscripts formatted in correctly 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



ใบสมัครเป็นสมาชิการสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 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

ท่านสามารถส่งจ่ายธนาคณัติหรือตัวแลกเงิน สั่งจ่าย ปณ. โนนศรีสวัสดิ์ ในนาม:

นายสุนทร เดชชัย งานวารสาร กองส่งเสริมการวิจัยและบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150



Membership Application Form

Jorunal 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 you personal check or money order to the following address:

Mr. Soonthorn Dejchai, Division of Research Supprt and Development, Boromarachakumaree
Building, Khamriang Sub-district, Kantharawichai District, Maha Sarakham Province 44150