



สังกัด : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สทวท.)

The Golden Teak : Science and Technology Journal (GTSJ.)

Vol.3 No.2 July-December 2016 ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2559

ISSN 2408-0837



น้อมรำลึกถึงพระมหากษัตริย์คุณอย่างหาที่สุดมิได้
พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช



สังกัด : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สทวท.)

The Golden Teak : Science and Technology Journal (GTSJ.)

ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2559 ISSN 2408-0837

วัตถุประสงค์	เพื่อตีพิมพ์ผลงานวิจัย ผลงานสร้างสรรค์ และผลงานวิชาการ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แก่ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา คณิตศาสตร์ วิทยาการคอมพิวเตอร์ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม วิทยาศาสตร์การอาหาร เทคโนโลยีการเกษตร วิทยาศาสตร์ประยุกต์และเทคโนโลยี สาธารณสุข เทคโนโลยีอุตสาหกรรม และอุตสาหกรรมศึกษา เผยแพร่แก่นักวิชาการและบุคคลทั่วไป	
ขอบเขต	จัดพิมพ์เสนอผลงานวิจัย ผลงานสร้างสรรค์ และผลงานวิชาการ ในสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ	
เจ้าของที่ปรึกษา	มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร	อธิการบดี
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุวิทย์ วงษ์บุญมาก	มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
	รองศาสตราจารย์ ดร.ทวนทอง เขาวงกิตพิงค์	มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
	รองศาสตราจารย์ ดร.ระมัต โขชัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
บรรณาธิการ	ดร.สุภาพร พงศ์ภิญโญโอบาส	มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
ผู้ช่วยบรรณาธิการ	ดร.มณฑา หนีไพรพฤกษ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัฒนิกษา ตันติสันติสม	มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
กองบรรณาธิการ	Professor Dr.Shong Huang	National Taiwan Normal University
	ศาสตราจารย์ ดร.เกษม จันทรแก้ว	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
	ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญา	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
	รองศาสตราจารย์ ดร.พานิช วุฒิพฤษ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
	รองศาสตราจารย์ ดร.ชนศักดิ์ ป้ายเที่ยง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
	รองศาสตราจารย์ ดร.ดำรง วงศ์สว่าง	มหาวิทยาลัยมหิดล
	รองศาสตราจารย์ ดร.เรณู เวชรัชต์พิมล	มหาวิทยาลัยศิลปากร
	รองศาสตราจารย์ ดร.สายสมร ล้ายอง	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

รองศาสตราจารย์ ดร.ยุวดี พิรพรพิศาล	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร ไชยยะ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รองศาสตราจารย์ ดร.วิลาศ พุ่มพิมล	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะวรรณ ศุภวิทิตพัฒนา	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ชัย กลิ่นหอม	มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญดาว แจ่มแจ่ม	มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฬาลักษณ์ เขมาชีวะกุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิษณุ บัวเทศ	มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์แดนชัย เครืองเงิน	มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนัญญู บุญประมุข	มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วัชรวิระ สิงห์คง	มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
อาจารย์วิไลลักษณ์ สอนมะลิ	มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

ฝ่ายจัดการ

รองศาสตราจารย์ ดร.สุณี บุญพิทักษ์
 ดร.ประจักษ์ กีก้อง
 อาจารย์ประภัสสร ห่อทอง
 นายทวิช ปิ่นวิเศษ
 นายสุรเชษฐ ขอนทอง

ผู้จัดทำและเผยแพร่	สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
กำหนดออก	ปีละ 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 เดือน มกราคม-มิถุนายน ฉบับที่ 2 เดือน กรกฎาคม-ธันวาคม
สำนักงาน	สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ตำบลนครชุม อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร 62000 โทรศัพท์ 0-5570-6555 ต่อ 1760 http://research.kpru.ac.th/journal_science/

บทความที่ตีพิมพ์ทุกบทความผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิและบทความหรือข้อคิดเห็นใดๆ
 ที่ปรากฏในวารสารเป็นวรรณกรรมของผู้เขียนโดยเฉพาะ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชรและ
 บรรณาธิการไม่จำเป็นต้องเห็นด้วย

บรรณาธิการแถลง

วารสาร สักทอง : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2559 ประกอบด้วย 1) **บทความวิชาการ** ที่เกี่ยวกับ ตัวแบบความผันผวน 2) **บทความวิจัย** ที่เกี่ยวกับ ลูกหมุนระบายอากาศ สมบัติทางฟิสิกส์ของข้าวพื้นเมือง สันฐานวิทยา ปริมาณสารกาบา และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของพันธุ์ข้าวที่สูง e-Learning รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนา การออกแบบบ้านพักสุนัข การออกแบบตราสินค้า และการกำจัดฟีนอลโดยการดูดซับบนถ่านกัมมันต์

กองบรรณาธิการวารสาร สักทอง : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คาดหวังว่า วารสารฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาผลงานทางวิชาการของอาจารย์และนักศึกษาได้เป็นอย่างดี และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าสาระของบทความในวารสารฉบับนี้จะมีประโยชน์ต่อการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่และมีการนำไปประยุกต์ใช้ในหลากหลายรูปแบบ สามารถสร้างนวัตกรรมและเทคโนโลยีที่ใช้เสริมสร้างความสมดุลของสภาพแวดล้อมในธรรมชาติและสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีของมนุษย์รวมทั้งสร้างความเจริญรุ่งเรืองให้กับชุมชน สังคม และประเทศชาติ ได้อย่างยั่งยืนต่อไป

บรรณาธิการ

สัททอง : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สทวส.)

The Golden Teak : Science and Technology Journal (GTSJ.)

ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2559 ISSN 2408-0837

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
○ บรรณาธิการแถลง.....	ก
○ บทความวิชาการ	
ตัวแบบความผันผวนสำหรับการพยากรณ์ราคาข้าว ณพฐ์ โสภีพันธ์ Volatility Model for Forecasting Rice Price Nop Sopipan.....	1
○ บทความวิจัย	
การพัฒนาลูกหมุนระบายอากาศสำหรับผลิตพลังงานไฟฟ้า ภีรศักดิ์ เผ่าผาง, พีรพล จันทร์หอม และวีระพันธ์ ดิยพแสน Development of Rooftop Ventilator Turbine for Electricity Generation Peerasak Phaophang, Peerapon Chanhom and Weerapan Tiyapsane.....	15
สมบัติทางฟิสิกส์ของข้าวพื้นเมืองที่ปลูกบนพื้นที่สูง ศุภวัฒน์ วิสิฐศิริกุล Physical Properties of Local Rice Grown on the Highland Supawat Wisitsirikun.....	25
ลักษณะทางสัณฐานวิทยา ปริมาณสารกาบา และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของพันธุ์ข้าวที่สูง บ้านป่าคา อ.คลองลาน จ.กำแพงเพชร จuthamas Tama, Rattanawadee Thongsut, Siriporn Ketphong, Montha Meepriruk และศศิวรรณ พลายละหาร Morphology GABA and Antioxidant Activity of Highland rice types at Banpaka Khlung Lan district Kamphaeng Phet Province Juthamas Tama, Rattanawadee Thongsut, Siriporn Ketphong, Montha Meepriruk and Sasiwan Plailaham.....	31

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง

หน้า

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาด้วยบทเรียน e-Learning รายวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนา ขวัญฤทัย ทองบุญฤทธิ์	
The Study of Learning Achievement of Students Using e-Learning on Conservation of Environmental and Natural Resources Khwanruethai Thongboonrith.....	41
การออกแบบบ้านพักสุนัขจากเศษไม้เหลือใช้ อรรพรรณ พรหมเมือง, อำไพ แสงจันทร์ไทย, พงษ์ธรรม ณรงค์วิทย์, กษิภาณุ ยอดคำ และมงคล ผูกสัมพันธ์ Designed Dog Hone from Wood Chips Aorawan Prommaung, Aumpai Saengjanthai, Pojtom Narongwit, Kasiphanu Yodkam and Mongkon Phoksamphan.....	47
การออกแบบตราสินค้าส่งเสริมการขาย กลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก ต่อตระกูล ปัญญาไว และพจนธรรม ณรงค์วิทย์	
Design of Trade mark Promotional for Granite Mortar Network System in Mae Slid Sub-District, Bantak District, Tak Province Tortrakun Panyawai and Pojtom Narongwit.....	57
การกำจัดฟีนอลโดยการดูดซับบนถ่านกัมมันต์ที่ปรับปรุงด้วยเซพทิลพิริดิเนียมคลอไรด์ ทิชากร สวนใจดี และปรีชา ปัญญา	
Removal of Phenol by Adsorption on Modified Activated Carbon with Cetylpyridinium Chloride Thichakorn Suanjaide and Preecha Panya.....	69

- คำแนะนำสำหรับผู้ส่งบทความ
- แบบฟอร์มการส่งบทความวิชาการ
- แบบฟอร์มค่าใช้จ่ายในการตีพิมพ์เผยแพร่
- แบบฟอร์มค่าสมัครสมาชิกวารสาร



ตัวแบบความผันผวนสำหรับการพยากรณ์ราคาข้าว

Volatility Model for Forecasting Rice Price

ณพฐ์ โสภีพันธ์*

Nop Sopipan

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์คือ เพื่อสร้างตัวแบบสำหรับราคาข้าวด้วยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ เพื่อสร้างตัวแบบความผันผวนของราคาข้าวด้วยตัวแบบ GARCH, EGARCH และ GJR-GARCH และเพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องของการพยากรณ์จากตัวแบบความผันผวนของราคาข้าวด้วยตัวแบบ GARCH, EGARCH และ GJR-GARCH การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาโดยนำข้อมูลทุติยภูมิมาวิเคราะห์ โดยเก็บรวบรวมมาจากฐานข้อมูลของสมาคมผู้ส่งออกข้าวไทยซึ่งเป็นข้อมูลราคาส่งออกข้าว (FOB Price) แบบรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 โดยมีหน่วยเป็นดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อตัน การวิเคราะห์โดยใช้วิธีการของบ็อกซ์และเจนกินส์ของตัวแบบของราคาข้าว พบว่า ตัวแบบที่เหมาะสมมากที่สุดคือ ARIMA(2,0,1) no constant เมื่อการพิจารณาเพื่อหาตัวแบบความผันผวนที่เหมาะสม โดยพิจารณาตัวแบบดังต่อไปนี้ GARCH (1,1) EGARCH (1,1) และ GJR-GARCH (1,1) จากการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน 3 ชนิดคือ การแจกแจงปกติ (N) การแจกแจงที (t) และการแจกแจงแบบ Generalized Error Distributions (GED) โดยพิจารณาจากสถิติวัดความคลาดเคลื่อนแล้วพบว่า ตัวแบบ EGARCH-GED แสดงค่าสถิติที่วัดความคลาดเคลื่อนเหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์ความผันผวนของราคาข้าว

คำสำคัญ : ราคาข้าว / ความผันผวน / วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์

ABSTRACT

This research is aimed to create a model for rice price by Box and Jenkins, to create a fluctuation of grain prices by a GARCH, EGARCH, and GJR-GARCH and to compare the accuracy of the prediction model from volatility in the price of rice by a GARCH, EGARCH and GJR-GARCH. This research was conducted by the secondary data analyzes collected from a database of associations rice exporter Thailand, which is the price of rice exports (FOB Price) monthly since January 2551 to December 2557, by US dollars per ton. When analyzed using the methods of Box and Jenkins. Consider the price of rice. We found that the most appropriate ARIMA (2,0,1) no constant on the right to self-oscillation. The case follows a GARCH (1,1) EGARCH (1,1) and GJR-GARCH (1,1) to enumerate three kinds of error is normal (N) distribution T (t) and distribution Generalized Error distributions (GED). Denis of measurement error statistics and found that the model EGARCH-GED statistics show that the most appropriate measure tolerances. Thus, selecting an EGARCH-GED model is the most suitable for predicting volatility in the price of rice.

Keywords : Rice Price / Volatility Model / Box and Jenkins Method

บทนำ

ข้าวถือได้ว่าเป็นพืชอาหารที่สำคัญชนิดหนึ่งของโลก โดยเฉพาะประเทศที่อยู่ในภูมิภาคเอเชียปัจจุบัน จะเห็นได้ว่าประชากรของโลกมีเพิ่มมากขึ้น ทำให้ความต้องการที่จะบริโภคข้าวและผลิตภัณฑ์จากข้าวจึงมีแนวโน้มสูงขึ้นและแพร่หลายเกือบทั่วโลก ทำให้ประเทศที่เป็นผู้ผลิตรายใหญ่ของโลก เช่น ไทย อินเดีย เวียดนาม ปากีสถาน และสหรัฐอเมริกา พยายามที่จะพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตข้าวให้เพียงพอต่อการบริโภคของคนภายในประเทศและเพิ่มปริมาณการส่งออกให้มากขึ้น

ประเทศไทยนับว่าเป็นประเทศผู้ส่งออกข้าวรายใหญ่ที่สุดในโลก โดยมีส่วนแบ่งตลาดเฉลี่ยประมาณร้อยละ 30 ของการค้าข้าวโลก โดยส่งออกไปยังภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วโลก ได้แก่ ไนจีเรีย แอฟริกาใต้ เซเนกัล ซาอุดีอาระเบีย อิรัก เยเมน สหรัฐอาหรับฯ สหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา สาธารณรัฐประชาชนจีน ออสเตรเลีย ญี่ปุ่น อินโดนีเซีย มาเลเซีย และสิงคโปร์ ชนิดของข้าวส่งออกที่สำคัญ เช่น ข้าวเหนียว ข้าวขาว 5% ข้าวหอมมะลิ ปลายข้าว และข้าวเหนียว ฯลฯ ทำให้มีรายได้จากการส่งออกเข้าสู่ประเทศอย่างมหาศาล

แต่ในระยะหลังมีประเทศผู้ส่งออกข้าวรายใหม่ในตลาดการค้าข้าวโลกเพิ่มมากขึ้น ก่อให้เกิดการแข่งขันที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งมีการใช้ราคาเป็นกลยุทธ์ในการทำตลาด หากว่าราคาข้าวของไทยอยู่ในระดับที่สูงกว่าประเทศคู่แข่ง โดยเฉพาะราคาในการแทรกแซงตลาดข้าว ไม่ว่าจะด้วยวิธีการจำนำข้าวหรือประกันราคาข้าวก็ตาม เนื่องจากการกำหนดเกณฑ์ราคาข้าวของไทย รวมทั้งนโยบายการระบายสต็อกข้าว ซึ่งจะส่งผลทำให้ราคาข้าวของประเทศไทยผันผวนได้ในระยะต่อไป ดังนั้น ประเทศไทยจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนยุทธศาสตร์ข้าวให้ทันกับสถานการณ์ทางการตลาดและความต้องการของผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงไป เพื่อรักษาส่วนแบ่งตลาดการค้าข้าวของโลก เพราะปัจจัยด้านราคาจะเป็นตัวผลักดันให้พฤติกรรมของผู้บริโภคเปลี่ยนแปลงไป

ปัญหาข้าวไทยข้อหนึ่งคือ ราคาส่งออกข้าวไทยสูงกว่าประเทศเพื่อนบ้านเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบราคาส่งออกข้าวของไทยกับประเทศเพื่อนบ้านในอาเซียน ที่สามารถผลิตและส่งออกข้าวทั้งพม่า ลาว กัมพูชา และเวียดนาม ราคาข้าวของไทยถือว่าอยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูง โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับเวียดนาม ซึ่งเป็นคู่แข่งที่สำคัญของไทยในตลาดอาเซียนและตลาดโลก จะเห็นว่าในราคาส่งออกข้าวของเวียดนามต่ำกว่าไทยค่อนข้างมาก เห็นได้จากราคาข้าวสารชนิด 5% ในปี 2550 ราคาข้าวของเวียดนามต่ำกว่าไทยอยู่เพียง 20 เหรียญสหรัฐฯ ต่อตัน แต่ในปี พ.ศ. 2552 (ม.ค.-มิ.ย.) ราคาส่งออกข้าวของเวียดนามต่ำกว่าไทยถึง 169 เหรียญสหรัฐฯ ต่อตัน ซึ่งราคาข้าวของเวียดนามที่ต่ำกว่าไทยค่อนข้างมากถือว่าเป็นจุดแข็งและจุดขายที่ทำให้เวียดนามสามารถแย่งตลาดข้าวจากไทยในหลายประเทศทั้งในและนอกอาเซียน

โดยจะเห็นว่า ราคาข้าวมีความผันผวนอย่างมาก โดยมีสาเหตุมาจากปัจจัยหลายประการ ดังเช่น เมื่อปี ค.ศ. 2007-2008 (พ.ศ. 2550-2551) ราคาข้าวมีความผันผวนเป็นอย่างมาก เนื่องมาจากผลพวงของวิกฤตการณ์อาหาร และนับแต่เกิดวิกฤตการณ์เป็นต้นมา ทำให้ตลาดไร้เสถียรภาพยิ่งขึ้น

ได้มีนักวิจัยได้ศึกษาการพยากรณ์เกี่ยวกับราคาข้าวดังนี้ พรหมภรณ์ (2548) ได้ทำ การศึกษาเรื่อง “การพยากรณ์ราคาข้าวภายในประเทศ” ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของพื้นที่ปลูก ผลผลิตและราคาข้าว ได้แก่ วิธี Winters, วิธี Box-Jenkins, วิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา และวิธีวิเคราะห์การถดถอย และใช้ค่า MAPE, MAD และ MSD ในการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์

มนฤดี (2542) พยากรณ์ผลผลิตและราคาสินค้าเกษตรโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ วิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล วิธีอัตโนมัติ วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบคลาสสิก และวิธีของศูนย์สารสนเทศการเกษตร ผลการศึกษาพบว่า ตัวแบบบ็อกซ์และเจนกินส์เหมาะสำหรับการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้านาปี 5%

อัมรินทร์ และสมจิตร (2554, หน้า 82-87) ได้พยากรณ์ราคาข้าวเปลือก 4 ชนิด คือ ข้าวเหนียว ข้าวเปลือกเจ้านาปี ข้าวหอมมะลิ และข้าวเจ้านาปีและนาปรังความชื้น 14-15% พบว่า วิธีโครงข่ายประสาทเทียมเหมาะสำหรับการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกมากกว่าวิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลด้วยแนวโน้ม เนื่องจากวิธีโครงข่ายประสาทเทียมมีค่า MAE RMSE และ MAPE ต่ำกว่า

ดังนั้น จะเห็นได้ว่าราคาข้าวมีบทบาทเป็นอย่างมากทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และการเมืองจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากราคา หรืออาจพยายามควบคุมและแก้ปัญหาจากราคาเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม ฉะนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาพฤติกรรมความเคลื่อนไหวของราคาข้าวว่าเป็นอย่างไร เพื่อนำไปกำหนดแนวทางการวางแผนการผลิตทั้งในระยะสั้นและระยะยาว นอกจากนี้ รัฐบาลยังต้องใช้ราคาข้าวประกอบการพิจารณากำหนดนโยบายในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น นโยบายการผลิต นโยบายการแลกเปลี่ยนสินค้าเกษตร นโยบายการแทรกแซงราคา นโยบายการค้า ฯลฯ ตลอดจนถ้าสามารถหาตัวแบบความผันผวนของราคาข้าวประกอบการพิจารณา จะทำให้รัฐบาลกำหนดนโยบายได้เหมาะสมกับราคาข้าวมากขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการพยากรณ์ราคาข้าว และความผันผวนของราคาข้าว โดยทำการวิเคราะห์หาตัวแบบพยากรณ์ราคาข้าวและตัวแบบความผันผวนของราคาข้าว ที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ตัวแบบพยากรณ์

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องตัวแบบความผันผวนสำหรับการพยากรณ์ราคาข้าว ได้ทำการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์และตัวแบบความผันผวน ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins method)

วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์เป็นวิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยข้อมูลอนุกรมเวลาที่นำมาวิเคราะห์ต้องเป็นอนุกรมเวลาที่มีคุณสมบัติอนุกรมเวลาแบบคงที่ (stationary time series) กรณีที่อนุกรมเวลาไม่เป็นอนุกรมเวลาแบบคงที่ซึ่งต้องทำการแปลงอนุกรมเวลาใหม่ให้มีคุณสมบัติอนุกรมเวลาแบบคงที่

สำหรับการกำหนดรูปแบบให้กับอนุกรมเวลาที่เป็นอนุกรมเวลาแบบคงที่ จะกำหนดรูปแบบในรูป ARMA (p,q) ซึ่งรูปแบบ ARMA (p,q) จะประกอบด้วยรูปแบบ AR (p) (auto regressive order p) และรูปแบบ MA(q) (moving average order q) สำหรับอนุกรมเวลาที่ไม่เป็นอนุกรมเวลาแบบคงที่ (nonstationary time series) เป็นอนุกรมเวลาที่ค่าสังเกต มีคุณสมบัติทางสถิติไม่คงที่ โดยเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาที่เปลี่ยนไป การกำหนดรูปแบบ ARMA (p,q) ได้จะต้องแปลงอนุกรมเวลาให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ที่มีคุณสมบัติอนุกรมเวลาแบบคงที่เสียก่อน อนุกรมเวลาที่ไม่เป็นอนุกรมเวลาแบบคงที่เป็นอนุกรมเวลาที่ค่าสังเกต (Y_t) มีคุณสมบัติทางสถิติไม่คงที่ คือ เปลี่ยนแปลงไปตามเวลาที่เปลี่ยนไป อนุกรมเวลาที่ไม่เป็นอนุกรมเวลาแบบคงที่จะใช้รูปแบบ ARMA (p,q) ไม่ได้ ต้องแปลงอนุกรมเวลาดังกล่าวให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ที่มีคุณสมบัติเป็นเสถียรแล้วจึงจะใช้รูปแบบ ARMA (p,q) ได้การแปลงอนุกรมเวลาที่ไม่เป็นอนุกรมเวลาแบบคงที่ให้เป็นอนุกรมเวลาที่เป็นเสถียร ซึ่งสามารถทำได้ด้วยวิธีการ ได้แก่ การหาผลต่างปกติ (regular differencing)

การพยากรณ์โดยใช้วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ประกอบด้วย การกำหนดรูปแบบเป็นการหารูปแบบ ARMA (p,q) ที่เหมาะสมให้กับอนุกรมเวลา โดยเปรียบเทียบแผนภาพสหสัมพันธ์ (correlogram) ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัว (autocorrelation function (ACF)) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนในตัว (partial autocorrelation function (PACF)) (r_k และ r_{kk}) กับค่าคอเรโลแกรมของค่า

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนในตัวเองของประชากร (r_k และ f_{kk}) ดังนั้นจะต้องมีการคำนวณหาค่า r_k และ r_{kk} สำหรับ k หลายค่า สำหรับอนุกรมเวลาตามฤดูกาล (seasonal time series) ควรหาค่า r_k และ r_{kk} สำหรับค่า k ที่เป็นผลคูณของจำนวนฤดูกาลต่อปี r_k เป็นค่าประมาณของ r_k (ทรงศิริ, 2549)

การหารูปแบบ ARMA (p,q) ให้กับข้อมูลอนุกรมเวลา โดยพิจารณาเปรียบเทียบกับคอเรโลแกรมระหว่าง r_k กับ r_k และคอเรโลแกรมของ r_{kk} กับ f_{kk} สำหรับ ARMA (p,q) แต่ละรูปแบบจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน

รูปแบบ ARMA(p,q) ของอนุกรมเวลาที่ใช้ในการพยากรณ์ผลตอบแทนราคาข้าว โดยวิธีบอกซ์และเจนกินส์ มีรูปแบบผสมการถดถอยในตัวเองและค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับ (p,d,q) (Abraham and Ledolter et.al., 1983) มีรูปแบบดังต่อไปนี้

$$(1 - f_1B - f_2B - \dots - f_pB)(1 - B)^d Y_t = b_0 + (1 - q_1B - q_2B - \dots - q_qB)a_t$$

เมื่อ $(1 - f_1B - f_2B - \dots - f_pB)$ เป็นค่าถดถอยในตนเองอันดับ p (AR(p)),

$(1 - q_1B - q_2B - \dots - q_qB)$ เป็นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับ q (MA(q)),

$(1 - B)^d$ เป็นผลต่างของข้อมูลอันดับ d (I (d)), และ b_0 เป็นค่าคงที่

2. แบบจำลอง Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (GARCH)

Bollerslev (1986) ได้ขยายมาจาก ARCH model โดยมีขั้นตอน คือให้ค่าความคลาดเคลื่อนจากกระบวนการเป็นดังสมการ $e_t = n_t \sqrt{h_t}$ โดยที่ ค่าเฉลี่ยของ $n_t = E(n_t) = 0$, ความแปรปรวนของ

$$n_t = s_v^2 = 1 \text{ และ } h_t = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i e_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p b_i h_{t-i}$$

เนื่องจาก $\{n_t\}$ เป็น white noise process ซึ่งเป็นอิสระกับ (e_{t-i}) ค่าเฉลี่ยแบบมีเงื่อนไขของ e_t จะมีค่าเท่ากับศูนย์ ซึ่งค่าคาดหวังของ e_t จะได้ $E(e_t) = E(n_t \sqrt{h_t}) = 0$ โดยที่ความแปรปรวนแบบมีเงื่อนไขของ e_t ถูกกำหนดโดย $E(e_t^2 | t-1) = h_t$

ดังนั้นความแปรปรวนแบบมีเงื่อนไขของ e_t จึงถูกกำหนดโดย h_t ในสมการ (1) แบบจำลองนี้จึงถูกเรียกว่า generalized autoregressive conditional heteroscedasticity หรือ GARCH (p,q) ซึ่งมีทั้งส่วนประกอบที่เป็น autoregressive moving average ในความแปรปรวนที่มีลักษณะ heteroscedastic variance จะเห็นได้ว่า ถ้า $p = 0$ และ $q = 1$ เราจะได้แบบจำลอง GARCH (0,1) ซึ่งก็คือ ARCH (1) หรือ ARCH (q=1) นั่นเอง โดยสรุปแล้ว ถ้า b_i ทุกตัวมีค่าเท่ากับศูนย์ แบบจำลอง GARCH ก็คือ ARCH (q) นั่นเอง และเพื่อที่จะทำให้ความแปรปรวนแบบมีเงื่อนไขเป็นอันตะ (finite) รากลักษณะเฉพาะ (characteristic roots) ของสมการจะต้องอยู่ในวงกลม 1 หน่วย (unit circle)

เนื่องจากแบบจำลอง GARCH มีลักษณะเป็น ARMA process ซึ่งเมื่อพิจารณาค่า ACF และ PACF ของส่วนตกค้างหรือส่วนที่เหลือ (residual) จะเป็นเครื่องชี้ที่เกี่ยวกับ white-noise process อย่างไรก็ตาม ACF ของส่วนที่เหลือหรือส่วนตกค้างกำลังสองสามารถช่วยระบุถึง order ของ GARCH process ได้ เนื่องจาก $E(e_t | t-1) = \sqrt{h_t}$ เราสามารถเขียนสมการ (1) ใหม่ ได้ดังนี้

$$E(e_t^2 | t-1) = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i e_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p b_i h_{t-i}$$

จะเห็นได้ว่า สมการมีลักษณะคล้ายกับ ARMA (q,p) ใน $\{e_t^2\}$ มาก ถ้า heteroscedasticity แบบมีเงื่อนไขมีอยู่จริง แผนภาพสหสัมพันธ์จะเป็นตัวบ่งบอกกระบวนการดังกล่าว

3. แบบจำลอง EGARCH (The exponential GARCH)

EGARCH หรือ Exponential GARCH model ถูกเสนอโดย Nelson (1991) EGARCH model ให้ความแปรปรวนอย่างมีเงื่อนไขมีค่าดังสมการ

$$\log(s_t^2) = a_0 + b \log(s_{t-1}^2) + a \left| \frac{e_{t-1}}{s_{t-1}} \right| + x \frac{e_{t-1}}{s_{t-1}}$$

สมมติฐานว่า error มีการแจกแจงแบบ normal distribution ข้อสมมติฐานอีกประการหนึ่งคือ ค่า log ของความแปรปรวนอย่างมีเงื่อนไขของ Nelson การประมาณค่าสมการภายใต้สมมติฐานที่ error มีการแจกแจงแบบปกติจะทำให้ค่าที่เหมือนกัน การประมาณค่า EGARCH model ได้ดังสมการ

$$\log(s_t^2) = a_0 + \sum_{i=1}^p b_i \log(s_{t-i}^2) + \sum_{i=1}^p a_i \left| \frac{e_{t-i}}{s_{t-i}} \right| + \sum_{i=1}^p x_i \frac{e_{t-i}}{s_{t-i}}$$

4. แบบจำลอง GJR-GARCH

Glosten et al (1992) ได้เสนอแบบจำลอง GJR (p,q) ซึ่งแสดงถึงผลกระทบที่แตกต่างกันในขนาดที่เท่ากันของข่าวดีและข่าวไม่ดีที่มีต่อความแปรปรวนแบบมีเงื่อนไข ซึ่งแบบจำลองดังต่อไปนี้

$$s_t^2 = a_0 + \sum_{i=1}^p (a_i + x_i I(e_{t-i})) e_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q b_j s_{t-j}^2$$

โดยที่ $I(e_t) = 1$, เมื่อ $e_t \leq 0$ และ $I(e_t) = 0$, เมื่อ $e_t > 0$

ถ้า $p = q = 1$ $w > 0$, $a_1 > 0$, $a_1 + x_1 > 0$ และ $b_1 > 0$ ซึ่งเป็นเงื่อนไขที่เพียงพอที่จะแน่ใจว่าความแปรปรวนแบบมีเงื่อนไข มีค่ามากกว่าศูนย์ ($s_t^2 > 0$) ส่วนค่า $a_1(a_1 + x_1)$ แสดงถึงผลกระทบของข่าวดี (ข่าวไม่ดี) ในระยะสั้นถ้าหากเป็นข่าวแบบมีเงื่อนไขมีการแจกแจงแบบสมมาตร ดังนั้นผลกระทบในระยะสั้น คือ $(a_1 + x_1)/2$ และผลกระทบในระยะยาว คือ $(a_1 + x_1)/2 + b_1$

5. สถิติวัดความคลาดเคลื่อนของตัวแบบผลตอบแทนราคาข้าว

5.1 ค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุด (mean square error : MSE) เป็นค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ที่วัดจากความคลาดเคลื่อนค่า MSE จะวัดความคลาดเคลื่อนที่มีขนาดใหญ่ เพราะได้จากการนำความคลาดเคลื่อนแต่ละค่ามายกกำลังสองซึ่งหาได้จาก

$$MSE = \frac{\left(\sum_{t=1}^n a_t^2 \right)}{n}$$

โดยที่ a_t คือค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ ในช่วงเวลา t หาได้จากการนำค่าจริงลบจากค่าพยากรณ์ และ n คือ จำนวนช่วงเวลาในการพยากรณ์

5.2 ค่ารากที่สองเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุด (root mean square error : RMSE) โดยที่

$$RMSE = \sqrt{MSE}$$

6. สถิติวัดความคลาดเคลื่อนของตัวแบบความผันผวนของราคาข้าว

$$6.1 \quad MSE_1 = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left(\sigma_{t+K} - \sqrt{h_{t,K}} \right)^2$$

$$6.2 \quad MSE_2 = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left(\sigma_{t+K}^2 - h_{t,K} \right)^2$$

$$6.3 \quad QLIKE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left(\ln(h_{t,K}) - \frac{\sigma_{t+K}^2}{h_{t,K}} \right)$$

$$6.4 \quad MAD_1 = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \sigma_{t+K} - \sqrt{h_{t,K}} \right|$$

$$6.5 \quad MAD_2 = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \sigma_{t+K}^2 - h_{t,K} \right|$$

$$6.6 \quad HMSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left(\frac{\sigma_{t+K}^2}{h_{t,K}} - 1 \right)^2$$

การศึกษาระยะเรื่องตัวแบบความผันผวนสำหรับการพยากรณ์ราคาข้าว ครั้งนี้ได้ทำการศึกษาโดยนำข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) มาวิเคราะห์ การดำเนินการวิจัยมีขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลทุติยภูมิ โดยเก็บรวบรวมมาจากฐานข้อมูลของสมาคมผู้ส่งออกข้าวไทยซึ่งเป็นข้อมูลราคาส่งออกข้าว (FOB Price) แบบรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 โดยมีหน่วยเป็นดอลลาร์สหรัฐต่อดัน (US dollars per metric ton)

2. การวิเคราะห์ข้อมูล ขั้นเตรียมข้อมูลดำเนินการปรับข้อมูลให้อยู่ในรูปผลตอบแทนของราคาข้าว โดยใช้ Log (Relative Price) ซึ่งมีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$r_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \times 100$$

โดยที่ r_t คือ ผลตอบแทนของราคาอัตราแลกเปลี่ยน

P_t คือ ราคาของอัตราแลกเปลี่ยนในคาบเวลาปัจจุบัน

P_{t-1} คือ ราคาของอัตราแลกเปลี่ยนในคาบเวลาที่ผ่านมา

การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยครั้งนี้ เป็นการพยากรณ์หาตัวแบบความผันผวนของราคาข้าว มีขั้นตอนแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การวิเคราะห์ส่วนแรก คือ นำข้อมูลผลตอบแทนราคาข้าวมาทำการทดสอบลักษณะความคงที่ หรือไม่ถ้าข้อมูลเป็นแบบไม่คงที่ จะนำข้อมูลมาหาผลต่างไปจนกว่าข้อมูลจะคงที่

การวิเคราะห์ส่วนที่สอง แบ่งการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน คือ

1. การวิเคราะห์แบบจำลอง ARIMA กับราคาข้าว ตามขั้นต่างๆ ทั้งหมด 4 ขั้นตอน ได้แก่

1.1 ขั้นตอนการกำหนดแบบจำลอง (identification) เพื่อพิจารณาแบบจำลองว่าควรมี autoregressive (p) เท่าใด differencing (d) ที่ลำดับเท่าใด และ moving average (q) เท่าใด โดยพิจารณาจาก ACF และ PACF

1.2 ขั้นตอนการประมาณค่าพารามิเตอร์ (parameter estimation) คือการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของ AR (autoregressive) และ MA (moving average) เพื่อนำมาสร้างสมการความสัมพันธ์ที่จะนำไปใช้พยากรณ์

1.3 ขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้อง (diagnostics checking) คือ การตรวจสอบรูปแบบที่นำมาใช้ว่ามีความถูกต้องเหมาะสมหรือไม่

2. การวิเคราะห์แบบจำลอง GARCH กับข้อมูลมูลค่าตามราคาข้าว โดยการนำสมการที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ตอนที่ 1 ของอนุกรมเวลา ARMA(p,q) มาใช้สำหรับการหาตัวแบบความผันผวน โดยการเตรียมข้อมูลนำข้อมูลผลตอบแทนของราคาข้าว ซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) และเป็นข้อมูลลักษณะอนุกรมเวลา (Time Series Data) มาตรวจสอบความนิ่งของข้อมูล โดยวิธี Unit Root Test ซึ่งทำการทดสอบความนิ่งของตัวแปรที่นำมาทำการศึกษา โดยวิธี Dickey-Fuller (DF) หรือ Augmented Dickey-Fuller (ADF) จากนั้นพิจารณาแต่ละตัวแบบดังนี้

2.1 การวิเคราะห์ ARIMA โดยตัวแบบ GARCH โดยประมาณค่าความล่า p และ q เพื่อใช้ใน GARCH (p,q) โดยประมาณค่าพารามิเตอร์ของสมการด้วยวิธี Maximum Likelihood และพิจารณาพารามิเตอร์ที่ได้ว่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถ้าค่าที่ได้ไม่ตรงตามเงื่อนไขก็จะเปลี่ยนค่า p และ q จนกว่าจะได้ค่าที่ตรงตามเงื่อนไข

2.2 การวิเคราะห์ ARIMA โดยตัวแบบ EGARCH โดยประมาณค่าความล่า p และ q และกำหนดค่า threshold order เริ่มต้นที่ 1 สำหรับการคำนวณ EGARCH(p,q) โดยพิจารณาพารามิเตอร์ที่ได้แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถ้าค่าที่ได้ไม่ตรงตามเงื่อนไขก็จะเปลี่ยนค่า p และ q จนกระทั่งได้รูปแบบสมการที่เหมาะสมที่สุด

2.3 การวิเคราะห์ ARIMA โดยตัวแบบ GJR-GARCH โดยประมาณค่าความล่า p และ q กำหนดค่าสำหรับการคำนวณ GJR-GARCH(p,q) และดำเนินการเหมือนกับการวิเคราะห์ ARIMA โดยตัวแบบ EGARCH

2.4 นำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ของแต่ละแบบจำลองจากรูปแบบสมการต่างๆ มาเปรียบเทียบกับ

2.5 เลือกรูปแบบที่ดีที่สุด โดยพิจารณาว่ามีความสำคัญทางสถิติหรือไม่

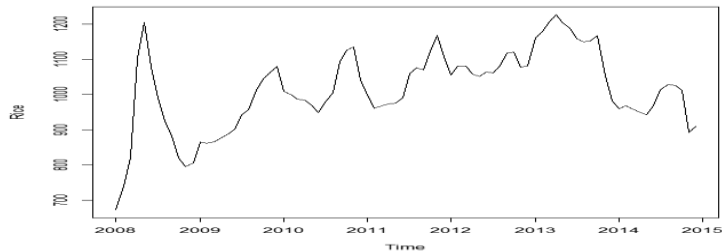
2.6 นำแบบจำลองมาพยากรณ์ความผันผวนของราคาข้าว โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาจากค่าสถิติวัดความคลาดเคลื่อนที่กล่าวมาแล้วในบทที่สอง ดูว่าค่าที่ได้จากแบบจำลองรูปแบบใดน้อยที่สุด จะเป็นแบบจำลองที่มีความเหมาะสมที่สุดในการใช้พยากรณ์ความผันผวนของราคาข้าว

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาของราคาข้าวเป็น 3 ส่วนคือ สร้างตัวแบบสำหรับราคาข้าวด้วยวิธีบอกซ์และเจนกินส์ สร้างตัวแบบความผันผวนของราคาข้าวด้วยตัวแบบ GARCH, EGARCH และ GJR-GARCH และเปรียบเทียบความถูกต้องของการพยากรณ์จากตัวแบบความผันผวนของราคาข้าวด้วยตัวแบบ GARCH, EGARCH และ GJR-GARCH ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. ตัวแบบสำหรับราคาข้าวด้วยวิธีบอกซ์และเจนกินส์

ข้อมูลราคาข้าวเป็นข้อมูลทุติยภูมิ โดยเก็บรวบรวมมาจากรฐานข้อมูลของสมาคมผู้ส่งออกข้าวไทยซึ่งเป็นข้อมูลราคาส่งออกข้าว (FOB price) แบบรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 โดยมีหน่วยเป็นดอลลาร์สหรัฐต่อดัน (US dollars per metric ton) ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 1

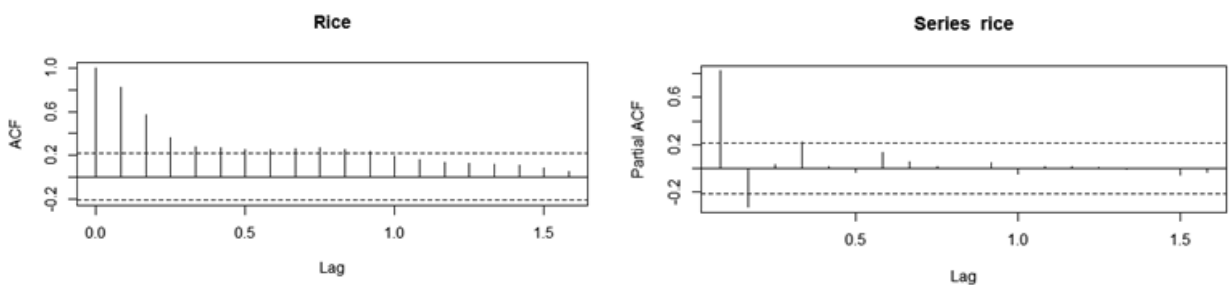


รูปที่ 1 การเคลื่อนไหวของราคาข้าวแบบรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557

เมื่อพิจารณาค่าสถิติในตารางที่ 1 พบว่า ราคาข้าวมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1,015.95 ดอลลาร์ต่อดันและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 112.66 ดอลลาร์ต่อดัน เมื่อทำการทดสอบการแจกแจงแบบปกติด้วยสถิติ Jarque-Bera test พบว่า ราคาข้าวมีการแจกแจงแบบปกติ จากค่าสถิติ 3.0795 (P-value = 0.1297) และทำการทดสอบข้อมูลราคาข้าวว่ามีการเคลื่อนไหวแบบคงที่หรือไม่ด้วยสถิติ Augmented Dickey-Fuller test พบว่า ราคาข้าวมีการเคลื่อนไหวแบบไม่คงที่ ด้วยค่าสถิติ -3.35 (P-value = 0.0158)

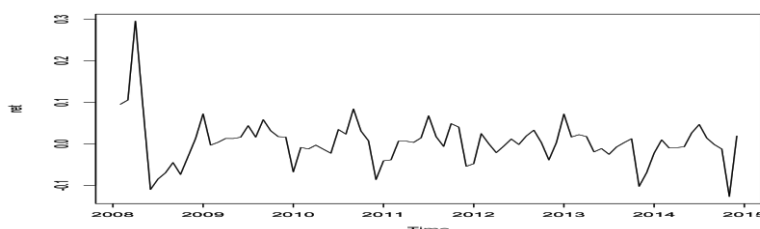
ตารางที่ 1 สถิติเบื้องต้นของราคาข้าว

สถิติ	ราคาข้าว
ค่าเฉลี่ย	1015.9452
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	112.65780
ความเบ้	-.472
ความโด่ง	.232
Jarque-Bera Normality test	3.0795 (p-value =0.1297)
Augmented Dickey-Fuller test	-3.3506 (p-value=0.0158)



รูปที่ 2 ฟังก์ชันสหพันธ์ในตัวเอง (ACF) และ ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (PACF) ของราคาข้าวแบบรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557

เมื่อพิจารณาจากการวิเคราะห์ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัว (ACF) และ ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวบางส่วน (PACF) ที่แสดงในรูปที่ 2 เป็นการแสดงค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัว (ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวบางส่วน (PACF) และสถิติในตารางที่ 1 พบว่าข้อมูลมีลักษณะไม่คงที่ จึงทำการแปลงข้อมูลเป็นผลตอบแทนราคาข้าวซึ่งแสดงการเคลื่อนไหวดังรูปที่ 3 และค่าสถิติในตารางที่ 2



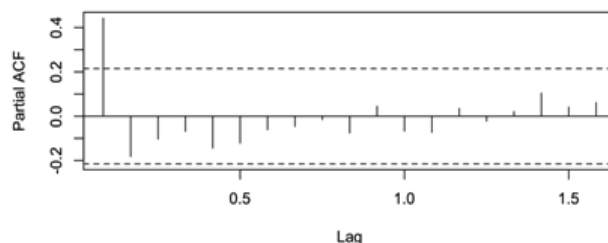
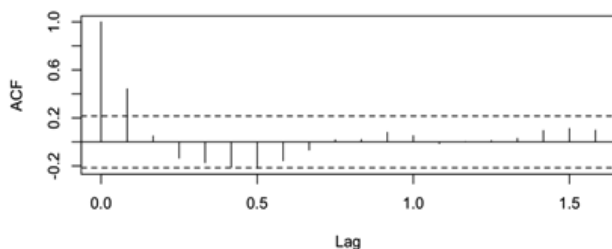
รูปที่ 3 การเคลื่อนไหวของผลตอบแทนของราคาข้าวแบบรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557

ตารางที่ 2 สถิติเบื้องต้นของผลตอบแทนของราคาข้าว

สถิติ	ผลตอบแทนของราคาข้าว
ค่าเฉลี่ย	0.003640
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.05497993
ความเบ้	1.532
ความโด่ง	9.042
Jarque-Bera Normality test	277.3698(p-value=0.000)
Augmented Dickey-Fuller test	-5.3263(p-value=0.01)

Series ret

Series ret



รูปที่ 4 ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัว (ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวบางส่วน (PACF) ของผลตอบแทนของราคาข้าวแบบรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557

เมื่อพิจารณาการเคลื่อนไหวของข้อมูลในรูปที่ 3 และกราฟคอลเลโรแกรมในรูปที่ 4 พบว่า ข้อมูลของผลตอบแทนราคาข้าวมีลักษณะที่คงที่ จึงสามารถทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีการของบ็อกซ์และเจนกินส์ โดยตัวแบบที่เหมาะสมของผลตอบแทนราคาข้าวที่เป็นไปได้ ได้แก่ ARIMA (2,1,1) no constant, ARIMA (2,1,0) no constant, ARIMA (1,1,0) no constant และ ARIMA (0,1,1) no constant ซึ่งผลวิเคราะห์หาตัวแบบได้ดังตารางที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบค่าวัดความถูกต้อง ได้แก่ RMSE, MAPE, MAE และ Normalized BIC พบว่าตัวแบบที่เหมาะสมมากที่สุดคือ ARIMA (2,0,1) no constant ซึ่งสามารถเขียนเป็นตัวแบบได้ดังนี้

$$(1 - 1.299B + 0.583B)(1 - B)^1 r_t = (1 - 0.86B) e_t$$

ตารางที่ 3 ค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมของผลตอบแทนของราคาข้าว

พารามิเตอร์	ARIMA(2,0,1) no constant	ARIMA(2,0,0) no constant	ARIMA(1,0,0) no constant	ARIMA(0,0,1) no constant
f_1	1.299	0.542	0.455	
f_2	-0.583	-0.199		
q_1	0.86			-0.493
RMSE	0.048	0.049	0.049	0.049
MAPE	123.607	124.346	124.272	124.647
MAE	0.03	0.03	0.031	0.031
Normalized BIC	-5.908	-5.931	-5.963	-5.976

2. ตัวแบบความผันผวนของราคาข้าวด้วยตัวแบบ GARCH, EGARCH และ GJR-GARCH

พิจารณาข้อมูลผลตอบแทนราคาข้าวมาทดสอบความนิ่งพบว่า กราฟ ACF และ PACF มีลักษณะไม่คงที่ พบว่ารูปแบบของอนุกรมเวลาที่เหมาะสมคือ ARIMA (2,0,1) no constant และเมื่อพิจารณาฟังก์ชันอัตโนมัติสหสัมพันธ์ในตนเอง (ACF) ที่แสดงในตารางที่ 4 เมื่อเราใช้ LBQ-test เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ต่อเนื่องในอนุกรมเวลาของราคาข้าว (P_t) และผลตอบแทนราคาข้าว (r_t) ได้ทำการทดสอบถึงค่า lag 10 พบว่า อนุกรมเวลาของราคาข้าวมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องในการยืนยันว่าข้อมูลไม่คงที่ ส่วนผลตอบแทนราคาข้าว (r_t) มีลักษณะคงที่เพราะค่า ACF ลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อค่า lag เพิ่มขึ้นและได้รับการยืนยันโดยการทดสอบ Augmented Dickey-Fuller test ในตารางที่ 4 เมื่อทำการวิเคราะห์ห้อัตตสหสัมพันธ์ในตนเองของค่ากำลังสองเฉลี่ยชุดผลตอบแทน ($r_t - d$)² ทดสอบด้วย Ljung-Box Q-test และ Engle's ARCH test เพื่อทดสอบผลกระทบ ARCH ซึ่งพบว่า ค่ากำลังสองเฉลี่ยชุดผลตอบแทนราคาข้าวไม่คงที่และค่าการทดสอบแสดงให้เห็นว่าเกิดความผันผวนแบบมีเงื่อนไข

ตารางที่ 4 ฟังก์ชันอัตโนมัติสหสัมพันธ์ในตนเอง (ACF) ของอนุกรมเวลาของราคาข้าว (P_t) ผลตอบแทนราคาข้าว (r_t) และ ค่ากำลังสองเฉลี่ยชุดผลตอบแทน ($r_t - d$)²

Lags	ACF of P_t			ACF of r_t			ACF of $(r_t - d)^2$			Engle's ARCH test	
	ACF	LBQ Test	P-value	ACF	LBQ Test	P-value	ACF	LBQ Test	P-value	ARCH Test	P-value
1	0.9310	89.9848	0.0000	0.4420	20.1260	0.0000	0.2950	0.4046	0.5247	0.0015	0.9687
2	0.8290	162.1388	0.0000	0.0570	20.4625	0.0000	-0.0150	6.7472	0.0343	0.2014	0.9042
3	0.7310	218.8049	0.0000	-0.0700	20.9789	0.0001	-0.0850	6.7778	0.0793	0.2097	0.9760
4	0.6420	262.9897	0.0000	-0.0470	21.2185	0.0003	-0.0140	7.2382	0.1238	0.2172	0.9945
5	0.5580	296.8372	0.0000	-0.1190	22.7323	0.0004	-0.0880	7.2688	0.2014	0.2297	0.9988
6	0.4840	322.6586	0.0000	-0.2020	27.1391	0.0001	-0.1720	7.2714	0.2965	0.2387	0.9997
7	0.4290	342.9005	0.0000	-0.2010	31.5839	0.0000	-0.1620	7.4118	0.3873	0.2537	0.9999
8	0.3860	359.4209	0.0000	-0.1260	33.3331	0.0001	-0.1050	7.6434	0.4691	0.2707	1.0000
9	0.3510	373.2090	0.0000	0.0030	33.3341	0.0001	0.0340	7.6477	0.5700	0.2786	1.0000
10	0.3160	384.5871	0.0000	-0.0090	33.3429	0.0002	-0.2200	7.8922	0.6394	0.2964	1.0000

การพิจารณาเพื่อหาตัวแบบความผันผวนที่เหมาะสม ได้ทำการพิจารณาตัวแบบดังต่อไปนี้ GARCH (1,1) EGARCH (1,1) และ GJR-GARCH (1,1) ซึ่งแต่ละตัวแบบจะพิจารณาการแจกแจง 3 ลักษณะคือ การแจกแจงปกติ (N) การแจกแจงที (t) และการแจกแจงแบบ Generalized Error Distributions (GED)

จากตารางที่ 5 แสดงการประมาณค่าพารามิเตอร์ของแต่ละตัวแบบ ซึ่งแต่ละตัวแบบจะประกอบด้วย การแจกแจง 3 ชนิด ซึ่งเมื่อพิจารณาแต่ละตัวแบบพบว่า ตัวแบบ GARCH มีค่าพารามิเตอร์ α_1 มีค่าเท่ากับศูนย์ ทุกการแจกแจง และพิจารณาจากความเหมาะสมของตัวแบบจากค่า Log-likelihood (LOGL) พบว่า การแจกแจงที่เหมาะสมกับตัวแบบ GARCH คือการแจกแจงแบบ Generalized Error Distributions (GED) พิจารณาตัวแบบ EGARCH พบว่าค่าพารามิเตอร์ d ในการแจกแจงแบบ GED มีค่าเป็นศูนย์ และพิจารณาจากความเหมาะสมของตัวแบบจากค่า Log-likelihood (LOGL) พบว่า การแจกแจงที่เหมาะสมกับตัวแบบ EGARCH คือการแจกแจงแบบ Generalized Error Distributions (GED) และพิจารณาตัวแบบ GJR-GARCH พบว่าค่าพารามิเตอร์ α_1 และ x มีค่าเป็นศูนย์ และพิจารณาจากความเหมาะสมของตัวแบบจากค่า Log-likelihood (LOGL) พบว่า การแจกแจงที่เหมาะสมกับตัวแบบที่มีค่า LOGL มากที่สุด คือ EGARCH ที่มีการแจกแจงแบบ Generalized Error Distributions (GED).

ตารางที่ 5 ค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบความผันผวนของผลตอบแทนราคาข้าว

Parameters	GARCH			EGARCH			GJR-GARCH		
	N	t	GED	N	t	GED	N	t	GED
d	0.2072	0.5360	0.3474	0.1897	0.5268	0.0009	0.2072	0.5105	0.3474
Std.err.	0.4812	0.3360	0.3135	0.2407	0.2902	0.2773	0.4859	0.3527	0.3207
α_0	1.4310	3.3510	1.7746	1.2275	0.9061	0.9947	1.4310	0.5650	1.7745
Std.err.	0.9710	5.9630	2.0675	0.1879	0.3235	0.2588	1.0015	2.6938	2.1237
α_1	0.0000	0.0000	0.0000	-0.9651	-0.9593	-0.8161	0.0000	0.0000	0.0000
Std.err.	0.0598	0.1718	0.1084	0.2402	0.6253	0.3474	0.0660	0.1302	0.1106
b_1	0.8986	0.8722	0.8763	-0.1338	-0.1375	-0.0805	0.8986	0.9053	0.8763
Std.err.	0.0865	0.2417	0.1709	0.1632	0.2561	0.1964	0.0893	0.1631	0.1831
x				0.7760	0.8676	0.8299	0.0000	0.0000	0.0000
Std.err.				0.0150	0.0115	0.0137	0.0808	0.2235	0.1771
n		2.5626	1.0089		2.8368	1.3977		2.7933	1.0089
Std.err.		1.2421	0.2907		0.7656	0.4597		1.7635	0.3000
Log(L)	-212.1435	-207.4504	-206.9737	-201.0757	-201.0890	-200.5398	-212.1435	-207.5252	-206.9737

3. เปรียบเทียบความถูกต้องของการพยากรณ์จากตัวแบบความผันผวนของราคาข้าวด้วยตัวแบบ GARCH, EGARCH และ GJR-GARCH

ผู้วิจัยได้ใช้สถิติเปรียบเทียบตัวแบบความผันผวนที่เหมาะสมหลายประเภท ซึ่งแสดงในตารางที่ 6 ซึ่งได้ทำการนำไปพยากรณ์กับข้อมูลที่ใช้หาตัวแบบ ซึ่งพบว่า ตัวแบบ GARCH-GED แสดงผลให้ความคลาดเคลื่อนน้อยสุดในสถิติ MAD2 ตัวแบบ EGARCH-N แสดงผลให้ความคลาดเคลื่อนน้อยสุดในสถิติ MSE1 ตัวแบบ EGARCH-t แสดงผลให้ความคลาดเคลื่อนน้อยสุดในสถิติ AIC BIC และ HMSE ตัวแบบ EGARCH-GED แสดงผลให้ความคลาดเคลื่อนน้อยสุดในสถิติ MSE2 ตัวแบบ GJR-N แสดงผลให้ความคลาดเคลื่อนน้อยสุดในสถิติ LOGL R2LOG MAD1 และตัวแบบ GJR-GED แสดงผลให้ความคลาดเคลื่อนน้อยสุดในสถิติ QLIKE ซึ่งผู้วิจัยจะนำตัวแบบเหล่านี้ไปพยากรณ์ความผันผวนของราคาข้าวที่ใช้เป็นตัวเปรียบเทียบในอนาคตในตารางที่ 7

ตารางที่ 6 สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนในข้อมูลที่ใช้สร้างตัวแบบความผันผวนราคาข้าว

Models	N	PERS	AIC	Rank	BIC	Rank	LOGL	Rank	MSE1	Rank	MSE2	Rank	QLIKE	Rank	R2LOG	Rank	MAD2	Rank	MAD1	Rank	HMSE	Rank
GARCH-N	4	0.81	5.81	8	5.93	7	-222.45	2	15.07	6	9647.89	5	3.87	5	8.08	6	32.31	4	2.87	5	3.79	3
GARCH-t	5	0.79	5.73	5	5.88	5	-218.62	4	15.39	7	9197.43	3	3.91	6	8.62	8	32.07	3	2.97	8	4.00	5
GARCH-GED	5	0.76	5.72	4	5.87	3	-218.01	6	15.06	5	9343.53	4	3.92	7	8.22	7	31.31	1	2.87	6	4.69	6
EGARCH-N	5	0.85	5.76	7	5.91	6	-219.63	3	14.12	1	9048.05	2	3.82	4	8.03	5	31.43	2	2.80	4	2.81	2
EGARCH-t	6	0.95	5.57	1	5.76	1	-211.40	9	49.23	9	25897.08	9	4.34	9	12.75	9	92.33	9	5.90	9	1.15	1
EGARCH-GED	6	0.91	5.66	2	5.85	2	-214.89	8	16.81	8	7134.66	1	3.79	2	7.79	4	36.05	8	2.95	7	5.16	8
GJR-N	5	0.88	5.91	9	6.06	9	-225.57	1	14.82	4	11065.76	8	3.98	8	6.44	1	34.31	7	2.64	1	8.85	9
GJR-t	6	0.86	5.75	6	5.93	8	-218.12	5	14.33	2	10254.41	6	3.82	3	6.86	2	33.20	5	2.66	2	4.82	7
GJR-GED	6	0.87	5.70	3	5.88	4	-216.21	7	14.72	3	10551.50	7	3.78	1	7.11	3	34.17	6	2.72	3	3.80	4

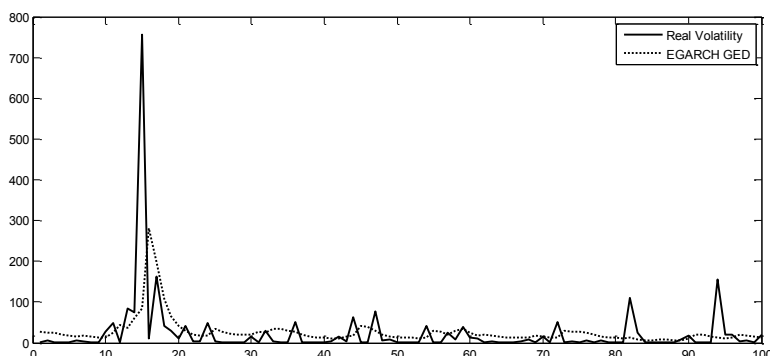
เมื่อทำการพยากรณ์ความผันผวนด้วยตัวแบบ GARCH-GED EGARCH-N EGARCH-t EGARCH-GED GJR-N และ GJR-GED ในข้อมูลในอนาคต แล้วทำการเปรียบเทียบค่าสถิติเพื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด พบว่า ตัวแบบ EGARCH-N แสดงผลให้ความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดในสถิติ LOGL MSE1 และ MAD2 ส่วนตัวแบบ EGARCH-GED แสดงผลให้ความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดในสถิติ AIC BIC MSE2 QLIKE R2LOG และ MAD1 ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วพบว่า ตัวแบบ EGARCH-GED แสดงค่าสถิติที่วัดความคลาดเคลื่อนเหมาะสมที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกตัวแบบ EGARCH-GED เป็นตัวแบบที่เหมาะสมมากที่สุดในการพยากรณ์ความผันผวนของราคาข้าว ซึ่งเขียนสมการได้ดังนี้

$$s_t^2 = 0.9967 + (-0.8161 + 0.8299I(e_{t-1}))e_{t-1}^2 - 0.0805s_{t-1}^2$$

ในรูปที่ 5 แสดงค่าความผันผวนที่แท้จริงของราคาข้าว และค่าพยากรณ์ความผันผวนจากตัวแบบ EGARCH-GED

ตารางที่ 7 สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนในข้อมูลที่ใช้สร้างตัวแบบความผันผวนราคาข้าว ในข้อมูลอนาคต

ตัวแบบ	AIC	Rank	BIC	Rank	LOGL	Rank	MSE1	Rank	MSE2	Rank	QLIKE	Rank	R2LOG	Rank	MAD2	Rank	MAD1	Rank	HMSE	Rank
GARCH-GED	5.715	2	5.846	2	-280.762	2	15.098	4	7648.921	3	3.969	4	8.371	3	30.331	3	2.973	4	5.195	4
EGARCH-N	5.851	5	5.981	5	-287.542	1	14.161	1	6915.419	2	3.918	2	8.464	4	28.614	1	2.880	3	3.981	3
EGARCH-t	5.715	3	5.872	3	-279.773	4	148.093	5	144133.469	5	5.235	5	20.751	5	214.791	5	10.772	5	0.851	1
EGARCH-GED	5.639	1	5.795	1	-275.953	5	14.228	2	6069.289	1	3.748	1	7.545	1	30.151	2	2.814	1	3.489	2
GJR-GED	5.721	4	5.878	4	-280.068	3	14.613	3	8073.869	4	3.960	3	7.594	2	31.799	4	2.831	2	7.429	5



รูปที่ 5 ค่าความผันผวนที่แท้จริงของราคาข้าว (เส้นทึบ) และค่าพยากรณ์ความผันผวนจากตัวแบบ EGARCH-GED (เส้นประ)

อภิปรายผล

ข้อมูลราคาข้าวเป็นข้อมูลทุติยภูมิ ราคาข้าวมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1,015.95 ดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อตันและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 112.66 ดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อตัน จากนั้นทำการทดสอบการแจกแจงแบบปกติด้วยสถิติ Jarque-Bera test พบว่า ราคาข้าวมีการแจกแจงแบบปกติ จากค่าสถิติ 3.0795 จากนั้นทำการทดสอบสถิติ Augmented Dickey-Fuller test พบว่า ราคาข้าวมีการเคลื่อนไหวแบบไม่คงที่ ด้วยค่าสถิติ -3.35 จึงสามารถทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีการของบอชและเจนกินส์ โดยตัวแบบที่เหมาะสมของราคาข้าว พบว่าตัวแบบที่เหมาะสมมากที่สุดคือ ARIMA(2,0,1) no constant

เมื่อนำข้อมูลอนุกรมเวลามาทดสอบความนิ่งของผลตอบแทนราคาข้าว ได้ทำการพิจารณาตัวแบบดังต่อไปนี้ GARCH (1,1) EGARCH (1,1) และ GJR-GARCH (1,1) ลำดับต่อไปจะพิจารณาการแจกแจงที่เหมาะสมกับข้อมูลซึ่งพิจารณาการแจกแจง 3 การแจกแจงคือ การแจกแจงปกติ (N) การแจกแจงที่ (t) และการแจกแจงแบบ Generalized Error Distributions (GED)

ผู้วิจัยได้ใช้สถิติเปรียบเทียบตัวแบบความผันผวนที่เหมาะสมหลายประเภท ซึ่งได้ทำการนำไปพยากรณ์กับข้อมูลที่ใช้หาตัวแบบ ซึ่งพบว่า ตัวแบบ GARCH-GED แสดงผลให้ความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดในสถิติ MAD2 ตัวแบบ EGARCH-N แสดงผลให้ความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดในสถิติ MSE1 ตัวแบบ EGARCH-t แสดงผลให้ความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดในสถิติ AIC BIC และ HMSE ตัวแบบ EGARCH-GED แสดงผลให้ความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดในสถิติ MSE2 ตัวแบบ GJR-N แสดงผลให้ความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดในสถิติ LOGL R2LOG MAD1 และ ตัวแบบ GJR-GED แสดงผลให้ความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดในสถิติ QLIKE ซึ่งผู้วิจัยจะนำตัวแบบเหล่านี้ไปพยากรณ์ความผันผวนของราคาข้าวที่ใช้เป็นตัวเปรียบเทียบในอนาคต พบว่า ตัวแบบ EGARCH-N แสดงผลให้ความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดในสถิติ LOGL MSE1 และ MAD2 ส่วนตัวแบบ EGARCH-GED แสดงผลให้ความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดในสถิติ AIC BIC MSE2 QLIKE R2LOG และ MAD1 ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วพบว่า ตัวแบบ EGARCH-GED แสดงค่าสถิติที่วัดความคลาดเคลื่อนเหมาะสมที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกตัวแบบ EGARCH-GED เป็นตัวแบบที่เหมาะสมมากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- ณัฐนันท์ เงินเกื้อกุล และพิรยุทธ ชาญเศรษฐิกุล. (2553). การพยากรณ์ราคาข้าวสารและข้าวเปลือกเพื่อตัดสินใจเลือกผลิตข้าวให้ได้กำไรสูงสุด. โครงการงานนิสิตภาควิชาชีพวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทรงศิริ แด่สมบัติ. (2549). การพยากรณ์เชิงปริมาณ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทรงศักดิ์ ศรีบุญจิตต์ และอารี วิบูลย์พงศ์. (2542). พฤติกรรมการส่งผ่านราคาทุเรียนในตลาดค้าส่งโตเกียวกับตลาดผู้ค้าปลีกในประเทศไทย. วารสารเศรษฐศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 33(3), 16-51.
- พรหมภรณ์ แสงภัทรเนตร. (2548). การพยากรณ์ราคาข้าวในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มนฤดี เกิดสมบุญ. (2542). การพยากรณ์ผลผลิตและราคาสินค้าเกษตร. วิทยานิพนธ์สถิติศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพาณิชยศาสตร์และการบัญชี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริลักษณ์ เล็กสมบูรณ์. (2531). การวิเคราะห์อนุกรมเวลา. มหาสารคาม : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
- สุพรรณิ อึ้งปัญสัตวงศ์. (2541). เทคนิคการพยากรณ์เชิงสถิติ. ขอนแก่น : หน่วยผลิตเอกสาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อัมรินทร์ ก้อนแพง และสมจิตร อาจอินทร์. (2554). การพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกโดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล. ในการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 23. (หน้า 82-87). นครราชสีมา : มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- Abraham, Bovas & Ledolter, Johannes. (1983). **Statistical Methods for Forecasting**. New York : John Wiley & Sons.
- Bollerslev, Tim. (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity. **Journal of Econometrics**, 31, 307-327.
- Enders, Walter. (1995). **Applied Econometric Time Series**. New York : John Wiley & Sons.
- Glosten, L.R., Jagannathan, R., & Runkle, D.E. (1992). On the Relation Between the Expected Value and Volatility of the Nominal Excess Returns on Stocks. **Journal of Finance**, 46, 1779-1801.
- Gujarati, Damodar N. (2003). **Basic Econometrics**. (4 th ed). New York : McGraw-Hill International.
- Nelson, D.B. (1991). Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach. **Econometrica**, 59(2), 347-370.



การพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าด้วยลูกหมุนระบายอากาศ

Development of Rooftop Ventilator Turbine for Electricity Generation System

ภีรศักดิ์ เผ่าผาง*

Peerasak Phaophang

พีรพล จันทรหอม**

Peerapon Chanhom

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาความสามารถในการประยุกต์ใช้งานลูกหมุนระบายอากาศเพื่อเป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยทำการออกแบบและพัฒนาระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ลูกหมุนระบายอากาศขนาด 25 นิ้ว เป็นตัวต้นกำลังสำหรับขับเคลื่อนเครื่องกำเนิด ซึ่งต่อเข้ากับระบบขับเคลื่อนที่ประกอบด้วยลูกรอก (Pulley) และเฟืองทด โดยใช้สายพานเป็นตัวส่งกำลังไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในงานวิจัยนี้ เพื่อแสดงให้เห็นประสิทธิภาพในการผลิตพลังงานไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 เฟส ขนาด 100 วัตต์ ถูกนำมาใช้สำหรับผลิตพลังงานไฟฟ้า และจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าลูกหมุนสามารถเริ่มผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ด้วยความเร็วลมประมาณ 4.5 เมตร/วินาที ซึ่งพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ดังกล่าวสามารถนำมาใช้ประจุแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 3.2 แอมป์-ชั่วโมง และยังสามารถนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดอื่นได้อีก เช่น อินเวอร์เตอร์ และเครื่องชาร์จโทรศัพท์เคลื่อนที่

คำสำคัญ : ลูกหมุนระบายอากาศ

ABSTRACT

This research has studied the performance of rooftop ventilator for electric power supply. The ventilator diameter of 25 inch is utilized as the prime mover (the mechanical energy source) to drive the electric generator. The mechanical transmission system, the reduction gear and pulley, are installed to the rotor of rooftop ventilator and generator respectively and the belt is used to transmit the mechanical power obtained from the ventilator to the generator. In this research, the 3 phase 100W generator is properly selected for generating electricity power. The experimental results reveal the generated electricity output can charge the 12V 3.2Ah lead-acid battery and supply to appliances i.e., inverter and mobile phone charger.

Keywords : Rooftop Ventilator Turbine

*อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

**อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

บทนำ

การผลิตพลังงานไฟฟ้าภายในประเทศจำเป็นต้องใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ยกตัวอย่างเช่น ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ ส่งผลทำให้ปริมาณพลังงานสำรองในประเทศลดลงอย่างรวดเร็วตามความต้องการไฟฟ้าที่มากขึ้น นอกจากนี้ยังต้องพึ่งพาการนำเข้าเชื้อเพลิงจากต่างประเทศที่สำคัญ การเผาไหม้จากกระบวนการผลิตพลังงานไฟฟ้าง่ายก่อกำเนิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้น หลายหน่วยงานทั้งในและต่างประเทศจึงเร่งส่งเสริมนโยบายการนำพลังงานทดแทนประเภทต่างๆ (วรณูช, 2551) เช่น พลังงานลม (ยุทธศักดิ์, 2550, หน้า 52-58) พลังงานน้ำ และพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น มาใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้า (คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2540)

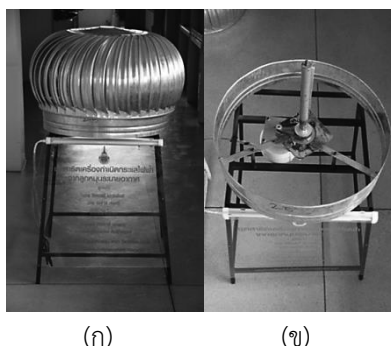
ลูกหมุนระบายอากาศ (Rooftop Ventilator Turbine) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับระบายความร้อนที่ใช้งานกันอย่างแพร่หลายทั้งในโรงงานอุตสาหกรรมและที่อยู่อาศัย และถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าจากพลังงานลม เนื่องจากความสามารถในการให้กำเนิดพลังงานกลจากการหมุนด้วยแรงลม และพลังงานกลดังกล่าวสามารถนำมาขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าได้

จากการศึกษาพบว่าได้มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาความเป็นไปได้การเกิดกำลังไฟฟ้าจากพลังงานลมโดยใช้ลูกหมุนระบายอากาศ (จิระเดช, 2548) โดยงานวิจัยนี้แบ่งการศึกษาเป็นสองส่วนคือ ส่วนแรกทดสอบลูกหมุนระบายอากาศที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดแตกต่างกันจะถูกนำมาทดสอบหาความเร็วรอบที่ความเร็วลมที่ค่าต่างๆเพื่อหาค่าความเร็วลมเฉลี่ยสำหรับการนำไปใช้ออกแบบระบบผลิตไฟฟ้า โดยผลที่ได้พบว่าปริมาณลมที่ได้จะมีค่าความเร็วของลมไม่คงที่โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.263 เมตรต่อวินาที และ ส่วนที่สองคือ การศึกษาการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานลมที่ได้ โดยนำลูกหมุนระบายอากาศต่อเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กซึ่งจากการทดสอบค่าแรงดันไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่ได้จะไม่คงที่ตามปริมาณลมตามธรรมชาติ และอีกงานวิจัยซึ่งศึกษาเกี่ยวข้องกับศักยภาพการผลิตไฟฟ้าจากลูกหมุนระบายอากาศ (อภิรักษ์, 2552) โดยใช้ลูกหมุนระบายอากาศขนาด 24 นิ้ว และได้มีการการติดตั้งครีบอกด้านบนของชุดหมุนเพื่อให้สามารถรับลมได้มากขึ้น ในส่วนของการผลิตไฟฟ้ามีการติดตั้งหลอดแสงจำนวน 12 ชุด บนฐานที่อยู่หนึ่งซึ่งทำจากสแตนเลส และมีแม่เหล็กจำนวน 12 ตัว ติดตั้งอยู่บนชุดที่เคลื่อนที่เพื่อทำหน้าที่ผลิตพลังงานไฟฟ้า จากการทดสอบที่ความเร็วลมเฉลี่ย 8 เมตร/วินาที ลูกหมุนหมุนด้วยความเร็ว 122 รอบต่อนาที ผลิตไฟฟ้าได้แรงดัน 18V เพื่อการประจุแบตเตอรี่และต่อผ่านชุดอินเวอร์เตอร์สามารถนำไปใช้กับหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ขนาด 5 วัตต์ ได้นาน 2 ชั่วโมง

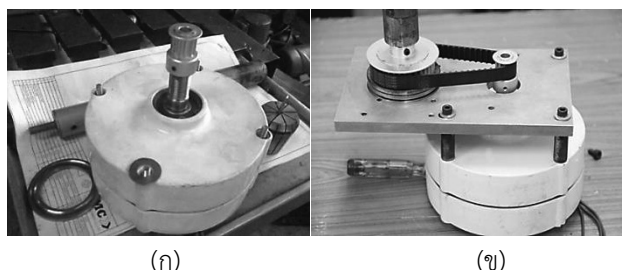
ดังที่กล่าวในข้างต้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะวิจัยเพื่อทำการศึกษาความสามารถในการประยุกต์ใช้งานลูกหมุนระบายอากาศเพื่อเป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยทำการออกแบบและพัฒนาชุดลูกหมุนระบายอากาศเพื่อใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้า โดยใช้ลูกหมุนระบายอากาศขนาด 25 นิ้ว เป็นตัวต้นกำลังสำหรับขับเคลื่อนเครื่องกำเนิด ในส่วนของชุดขับเคลื่อนจะประกอบด้วยลูกรอก (Pulley) และเฟืองทด ต่อเข้ากับแกนหมุนของเครื่องกำเนิดและลูกหมุนระบายอากาศโดยใช้สายพานเป็นตัวส่งกำลังไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยจะเน้นทำการศึกษาความสามารถในการประยุกต์ใช้งานลูกหมุนระบายอากาศเพื่อเป็นแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 100 วัตต์ 3 เฟส ถูกนำมาใช้สำหรับผลิตพลังงาน และเพื่อแสดงให้เห็นความสามารถดังกล่าว พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จะถูกนำไปใช้ในการประจุแบตเตอรี่และจ่ายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น หลอด LED อินเวอร์เตอร์และเครื่องชาร์จโทรศัพท์เคลื่อนที่ เป็นต้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากลูกหมุนระบายอากาศ (Rooftop Ventilator Generation System) ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากลูกหมุนระบายอากาศมีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 1 ประกอบด้วยลูกหมุนระบายอากาศขนาด 25 นิ้ว และเครื่องกำเนิดพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ซึ่งโครนัสชนิดแม่เหล็กถาวรแบบไม่มีแปรงถ่าน (Brushless Type) ขนาด 100 วัตต์ แรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ ลักษณะแกนแนวนอนซึ่งเป็นที่นิยมใช้กับกังหันลมขนาดเล็ก ในงานวิจัยนี้ใช้ชุดขับเคลื่อนเป็นเฟืองทดและลูกรอกขนาด 36 ฟัน เส้นผ่านศูนย์กลางกว้าง 6.5 เซนติเมตร และตัวตามมีขนาด 12 ฟัน เส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร ขนาดของสายพานมีความยาวรอบวง 30 เซนติเมตร ซึ่งจะได้อัตราทดของระบบรวมจะเท่ากับ 1:3 เครื่องกำเนิดพลังงานไฟฟ้าและชุดขับเคลื่อนแสดงในภาพที่ 2



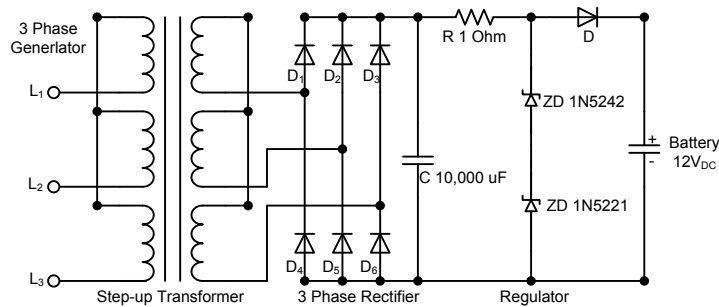
ภาพที่ 1 (ก) ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากลูกหมุนระบายอากาศ (ข) โครงสร้างภายใน



ภาพที่ 2 (ก) เครื่องกำเนิดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในงานวิจัย (ข) เครื่องกำเนิดต่อเข้ากับชุดขับเคลื่อน

แรงดันเอาต์พุตที่ได้จากเครื่องกำเนิดพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส จะต่อผ่านหม้อแปลง 1 เฟส 3 ลูก ต่อกันแบบสตาร์ (Star) ซึ่งทำหน้าที่เป็นหม้อแปลงยกระดับแรงดันไฟฟ้า (Step-up Transformer) ให้สูงขึ้น 3.5 เท่า เพื่อช่วยให้ระบบสามารถทำงานขณะความเร็วรอบต่ำ โดยแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ออกจากหม้อแปลงยกระดับแรงดันไฟฟ้าจะส่งผ่านเข้าสู่วงจรเรียงกระแสเพื่อแปลงจากแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง ในส่วนของวงจรเรียงกระแส ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ไดโอด (Diode) เบอร์ 1N4002 จำนวน 6 ตัว ต่อเป็นวงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่น (Full-Wave) ซึ่งข้อดีของการใช้เครื่องกำเนิดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส คือทำให้แรงดันริปเปิล (Ripple Voltage) มีค่าลดลง ในส่วนของวงจรรักษาระดับแรงดัน (Voltage Regulator) เลือกใช้ซีเนอร์ไดโอด (Zener Diode) เบอร์ 1N5242 12V และ 1N5211 2.4V

เป็นตัวรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าประมาณ 14.4V และใช้ไดโอดเบอร์ 1N4002 ต่อเพื่อป้องกันกระแสไหลย้อนกลับขณะประจุกระแสไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ วงจรชุดควบคุมการทำงานดังแสดงในภาพที่ 3 อุปกรณ์ของชุดควบคุมการทำงานทั้งหมดรวมถึงวงจรอินเวอร์เตอร์และแบตเตอรี่จะบรรจุลงในกล่องโลหะขนาด กว้าง 17 นิ้ว สูง 3 1/2 นิ้ว ลึก 11 นิ้ว โดยด้านหน้าของชุดควบคุมจะประกอบไปด้วยมิเตอร์ซึ่งแสดงผลแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและสวิตช์ควบคุมการทำงาน ในส่วนด้านหลังของชุดควบคุมจะประกอบไปด้วยจุดเชื่อมต่อที่จะนำไปใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 3 วงจรชุดควบคุมการทำงาน



(ก)



(ข)

(ค)

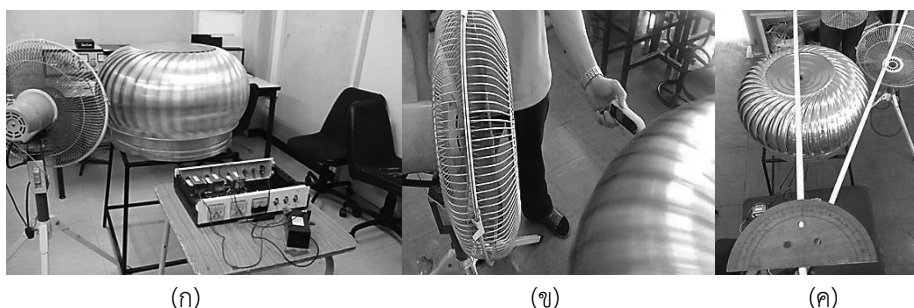
ภาพที่ 4 (ก) ภายในของชุดวงจรควบคุม (ข) มิเตอร์แสดงพารามิเตอร์ต่างๆ (ค) จุดเชื่อมต่อกับระบบ

2. การทดสอบการประจุแบตเตอรี่ งานวิจัยนี้เลือกใช้แบตเตอรี่ที่ขนาด 3.2 แอมป์-ชั่วโมง 12 โวลต์ ในการทดสอบ เนื่องจากเป็นขนาดที่หาซื้อได้ทั่วไปในท้องตลาดและสามารถบรรจุลงในกล่องของชุดควบคุมได้ ดังแสดงในภาพที่ 5



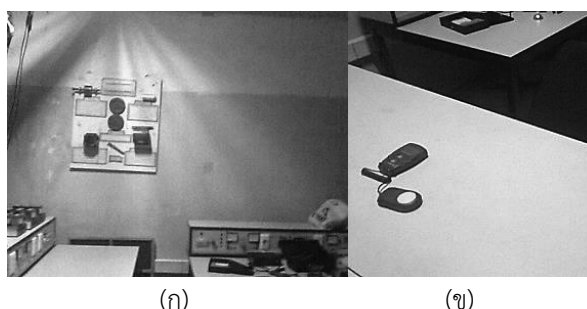
ภาพที่ 5 แบตเตอรี่ขนาด 3.2แอมป์-ชั่วโมง 12 โวลต์

ในขั้นตอนการประจุ (Charging) แบตเตอรี่ จะทำการประจุที่ความเร็วลมที่คงที่ 6 เมตร/วินาที โดยใช้พลังงานลมจากพัดลมขนาด 3 ใบพัด เส้นผ่านศูนย์กลาง 43 เซนติเมตร ความสูง 120 เซนติเมตร วางทำมุมกับลูกหมุนระบายอากาศ 30 องศา ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ลูกหมุนรับลมได้ดีที่สุด และวัดความเร็วลมโดยใช้อะนิมอมิเตอร์ (Anemometer) ที่ตำแหน่งตั้งฉากกับครีบลูกหมุน ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับตำแหน่งที่ลมปะทะกับครีบลูกหมุน ส่วนการวัดจำนวนรอบของลูกหมุนจะวัดที่แกนหมุนโดยใช้เครื่องมือวัดความเร็วรอบ (Digital Tachometer) และเวลาที่ใช้ในการประจุแบตเตอรี่คือ 10 ชั่วโมง 30 นาที ทำการทดสอบจำนวน 3 ครั้ง โดยแต่ละครั้งเมื่อแบตเตอรี่เต็มแล้วจะคายประจุออกจนหมดแล้วเริ่มประจุใหม่อีกครั้ง ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 (ก) การทดสอบการประจุแบตเตอรี่ (ข) การวัดความเร็วลม (ค) การวัดมุมตำแหน่งพัดลม

แบตเตอรี่ที่ได้รับการประจุพลังงานไฟฟ้าจากชุดลูกหมุนระบายอากาศ จะถูกนำไปทดสอบการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับหลอด LED ที่ติดตั้งบนเพดานความสูงจากพื้น 290 เซนติเมตร ซึ่งเป็นความสูงของเพดานโดยเฉลี่ยทั่วๆ ไปของที่พักอาศัย (ประมาณ 250-300 เซนติเมตร) และทำการวัดค่าความส่องสว่างโดยใช้ลักซ์มิเตอร์ (LUX Meter) ที่โต๊ะทำงานซึ่งสูงจากพื้น 80 เซนติเมตร ในห้องที่มีดสนิท (ค่าความส่องสว่าง 0 ลักซ์) ดังแสดงในภาพที่ 7 จากนั้นจึงทำการจ่ายพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ให้กับหลอด LED ขนาด 10 วัตต์ 12 โวลต์ แล้วทำการวัดค่าแรงดันและความส่องสว่างทุก 15 นาที เพื่อตรวจสอบระยะเวลาการใช้งาน



ภาพที่ 7 (ก) การทดสอบการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับหลอด LED (ข) การวัดค่าความส่องสว่าง

3. การทดสอบการชาร์จโทรศัพท์เคลื่อนที่ จะทำโดยการต่ออินเวอร์เตอร์ขนาด 50W เพื่อแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ เป็นแรงดันกระแสสลับ 220 โวลต์ ก่อนทำการใช้งานกับเครื่องชาร์จโทรศัพท์เคลื่อนที่

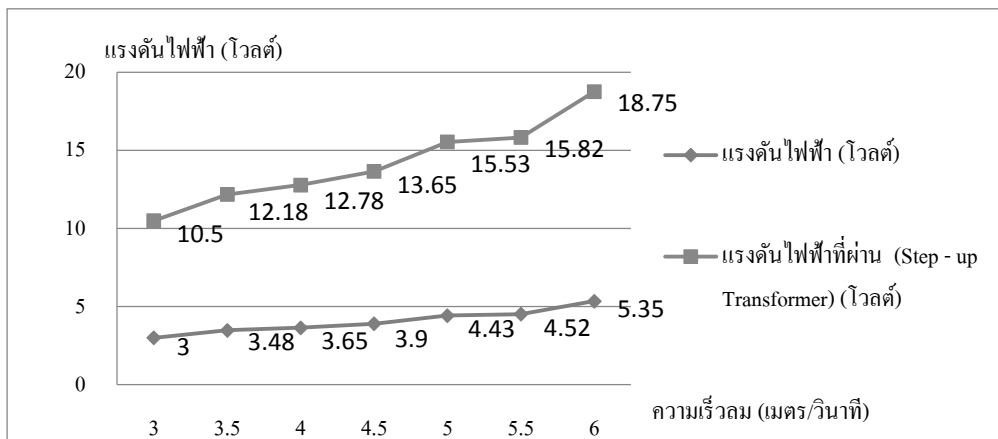
ผลการวิจัย

แรงดันไฟฟ้าที่ให้เกิดโดยระบบผลิตไฟฟ้าโดยใช้ลูกหมุนระบายอากาศแสดงในตารางที่ 1 โดยในการทดลองจะใช้ความเร็วลมในช่วงระหว่าง 3-6 เมตร/วินาที และเพิ่มความเร็วครั้งละ 0.5 เมตร/วินาที เพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของความเร็วลมโดยเปรียบเทียบระหว่างแรงดันไฟฟ้าแบบปกติ และแรงดันไฟฟ้าที่ผ่าน Step-up Transformer

ตารางที่ 1 แรงดันไฟฟ้าและความเร็วรอบที่ได้จากลูกหมุนระบายอากาศ

ความเร็วลม (เมตร/วินาที)	แรงดันไฟฟ้าแบบปกติ (DC โวลต์)	แรงดันไฟฟ้าที่ผ่าน Step-up Transformer (DC โวลต์)
3	3.00	10.50
3.5	3.48	12.18
4	3.65	12.78
4.5	3.90	13.65
5	4.43	15.53
5.5	4.52	15.82
6	5.35	18.75

จากตารางที่ 1 ได้แสดงให้เห็นว่า ชุดลูกหมุนระบายอากาศสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ตามพิกัดแรงดันของเครื่องกำเนิดที่ความเร็วลมตั้งแต่ 4.5 เมตร/วินาที ซึ่งแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้มีค่าเท่ากับ 13.65 โวลต์ ซึ่งเป็นแรงดันที่สามารถนำไปประจุให้กับแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับแรงดันไฟฟ้าแบบปกติและแรงดันไฟฟ้าที่ผ่าน Step-up Transformer

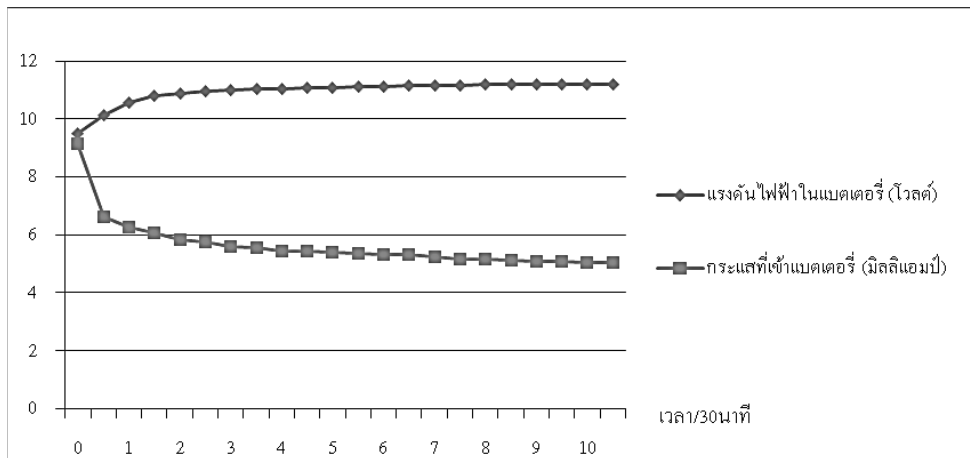
แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้สามารถนำไปประจุแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ ในงานวิจัยนี้ จะทำการทดลองประจุแบตเตอรี่โดยวัดค่าแรงดันไฟฟ้า (V) และกระแสไฟฟ้า (A) ทุก 30 นาที โดยความเร็วลมที่ใช้ในการประจุแบตเตอรี่คือ 6 เมตร/วินาที ซึ่งเป็นความเร็วลมที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการประจุแบตเตอรี่ การทดสอบประจุ

พลังงานไฟฟ้าใช้เวลาในการทดสอบทั้งหมด 10 ชั่วโมง 30 นาที โดยทำการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง ผลการทดสอบการประจุแบตเตอรี่ดังกล่าวจะถูกนำมาหาค่าเฉลี่ยดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของกระแสและแรงดันในการประจุแบตเตอรี่

เวลา (ชั่วโมง)	แรงดันไฟฟ้าในแบตเตอรี่ (โวลต์)	กระแสที่เข้าแบตเตอรี่ (มิลลิแอมป์)
00.00	9.51	9.13
00.30	10.13	6.62
01.00	10.55	6.28
01.30	10.79	6.06
02.00	10.90	5.83
02.30	10.96	5.75
03.00	10.99	5.59
03.30	11.02	5.56
04.00	11.05	5.45
04.30	11.06	5.43
05.00	11.09	5.40
05.30	11.11	5.37
06.00	11.13	5.33
06.30	11.14	5.30
07.00	11.16	5.25
07.30	11.17	5.17
08.00	11.18	5.15
08.30	11.18	5.11
09.00	11.19	5.07
09.30	11.19	5.07
10.00	11.19	5.04
10.30	11.19	5.04

จากผลการประจุแบตเตอรี่ เมื่อเริ่มต้นทำการประจุ แรงดันเริ่มต้นในการประจุของแบตเตอรี่จะมีค่าต่ำ และกระแสที่ไหลเข้าสู่แบตเตอรี่จะมีค่าสูงประมาณ 9.51 โวลต์ และ 9.13 มิลลิแอมป์ ตามลำดับ และกระแสจะค่อยๆ ลดลง เมื่อพลังงานไฟฟ้าในแบตเตอรี่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากค่าแรงดันที่จ่ายเพื่อประจุแบตเตอรี่และแรงดันของแบตเตอรี่ ซึ่งในตอนเริ่มต้นมีความแตกต่างกันสูงจึงทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าแบตเตอรี่ในปริมาณสูงและลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งระดับแรงดันที่จ่ายเพื่อประจุแบตเตอรี่และแรงดันของแบตเตอรี่มีค่าใกล้เคียงกัน กระแสไฟฟ้าที่ไหลจะเริ่มคงที่แสดงให้เห็นว่า การประจุไฟฟ้าใกล้เต็มแล้วค่าของกระแสและแรงดัน ดังแสดงในภาพที่ 9



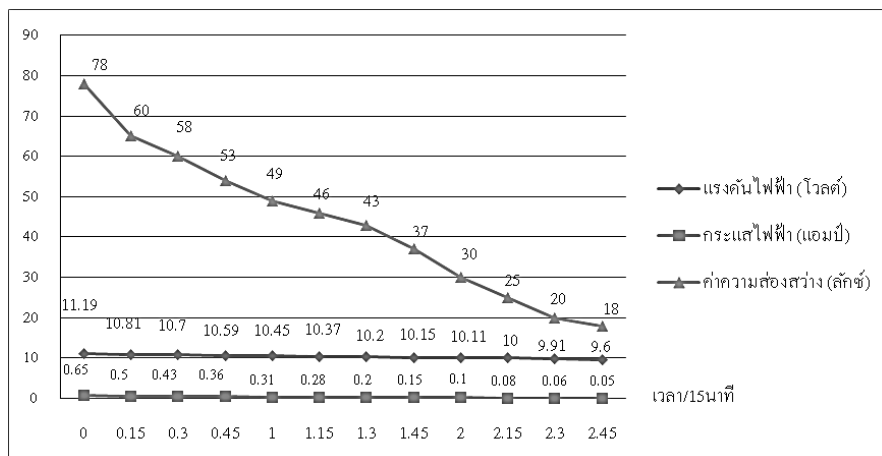
ภาพที่ 9 แรงดันและกระแสขณะทำการประจุแบตเตอรี่

หลังจากการประจุแบตเตอรี่ ในงานวิจัยนี้จะนำแบตเตอรี่ดังกล่าวมาทดสอบการจ่ายพลังงาน ให้กับหลอด LED ที่ติดตั้งอยู่บนเพดานซึ่งมีความสูงจากพื้น 290 เซนติเมตร และวัดค่าความส่องสว่างที่โต๊ะทำงานที่สูงจากพื้น 80 เซนติเมตร โดยทำการวัดค่าของแรงดันไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและค่าความส่องสว่างทุก 15 นาที แล้วทำการบันทึกค่าดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าของแรงดันไฟฟ้าพลังงานไฟฟ้าและค่าความส่องสว่างของหลอด LED

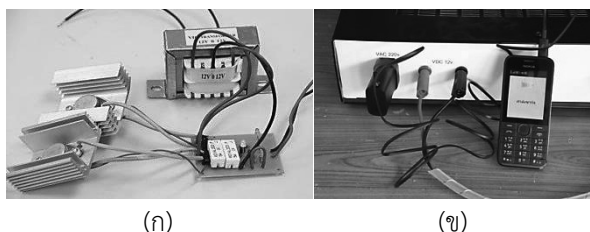
เวลา (นาที)	แรงดันไฟฟ้า (โวลต์)	กระแสไฟฟ้า (แอมป์)	ค่าความส่องสว่าง(ลักซ์)
00.00	11.19	0.65	78
00.15	10.81	0.50	60
00.30	10.70	0.43	58
00.45	10.59	0.36	53
01.00	10.45	0.31	49
01.15	10.37	0.28	46
01.30	10.20	0.20	43
01.45	10.15	0.15	37
02.00	10.11	0.10	30
02.15	10.00	0.08	25
02.30	9.91	0.06	20
02.45	9.60	0.05	18

จากผลการทดสอบการทดสอบการใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ที่ประจุด้วยลูกหมอนระบายอากาศผลิตพลังงานไฟฟ้า พบว่า การใช้งานของหลอด LED สามารถใช้งานได้นาน 2 ชั่วโมง 30 นาที และค่าความส่องสว่างที่วัดได้ 78 ลักซ์ ที่แรงดันไฟฟ้า 11.19 โวลต์ เมื่อทำการทดสอบเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง 30 นาที ค่าความส่องสว่างลดลงเหลือ 20 ลักซ์ ที่แรงดันไฟฟ้า 9.91 โวลต์ และลดลงเหลือ 18 ลักซ์ ที่แรงดันไฟฟ้า 9.60 โวลต์ เมื่อเวลาผ่านไปอีก 15 นาที ดังแสดงในภาพที่ 10



ภาพที่ 10 ความส่องสว่างที่ได้จากหลอด LED จากแบตเตอรี่ที่ได้รับการประจุพลังงานไฟฟ้า

นอกจากการประจุแบตเตอรี่ ในงานวิจัยยังได้นำพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากลูกหมุนระบายอากาศไปใช้เป็นแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับอินเวอร์เตอร์สำหรับเครื่องชาร์จโทรศัพท์เคลื่อนที่แสดงตามภาพที่ 11 ซึ่งพลังงานที่ผลิตได้เพียงพอต่อการจ่ายให้กับเครื่องชาร์จโทรศัพท์เคลื่อนที่



(ก)

(ข)

ภาพที่ 11 (ก) วงจรอินเวอร์เตอร์ขนาด 50 วัตต์ (ข) ขณะทดสอบชาร์จโทรศัพท์เคลื่อนที่

อภิปรายผล

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาประสิทธิภาพการประยุกต์ใช้ลูกหมุนระบายอากาศเพื่อเป็นแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า โดยทำการออกแบบระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ลูกหมุนระบายอากาศขนาด 25 นิ้ว เป็นตัวต้นกำลังให้กับเครื่องกำเนิด ซึ่งต่อเข้ากับชุดขับเคลื่อนที่ประกอบด้วยลูกรอก เพื่องัด และสายพาน โดยอัตราการผลิตรวมของระบบเท่ากับ 1:3 ในงานวิจัยนี้ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 100 วัตต์ ถูกนำมาใช้เพื่อแสดงความสามารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้า และจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ลูกหมุนจะเริ่มผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ตามพิกัดเครื่องกำเนิดที่ความเร็วลมประมาณ 4.5 เมตร/วินาที ซึ่งพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้สามารถนำมาประจุแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 3.2 แอมป์-ชั่วโมง และสามารถนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น หลอดไฟ LED ขนาด 12 โวลต์ 10 วัตต์ นอกจากนี้ ในงานวิจัยยังทำการทดสอบการจ่ายพลังงานไฟฟ้าผ่านวงจรอินเวอร์เตอร์เพื่อแปลงแรงดันไฟฟ้า ซึ่งผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า พลังงานไฟฟ้าที่ได้สามารถนำไปใช้กับเครื่องชาร์จโทรศัพท์เคลื่อนที่ อย่างไรก็ตาม การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากลูกหมุนระบายอากาศมีข้อเสียคือ ความผันผวนที่เกิดจากพลังงานลม และความเร็วรอบมีค่าต่ำ ในการนำพลังงานไฟฟ้าไปใช้งานจึงควรออกแบบให้ระบบมีการเชื่อมต่อกับแบตเตอรี่เพื่อเป็นแหล่งเก็บพลังงานก่อนจ่ายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารอ้างอิง

- คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, สำนักงาน. (2540). **นโยบายแผนและแนวทางการวิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทน**. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- จิระเดช สิงคลีประภา. (2548). **การศึกษาความเป็นไปได้การเกิดกำลังไฟฟ้าจากพลังงานลมโดยใช้พัดลมระบายอากาศติดหลังคา**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ครุศาสตรอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ยุทธศักดิ์ คณาสวัสดิ์. (2550, ธันวาคม). **ทิศทางการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม.วารสารส่งเสริมการลงทุน, 12** (52-58).
- วรณัฐ แจ่มสว่าง. (2551). **พลังงานหมุนเวียน**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วีระเชษฐ์ ชันเงิน และวุฒิพล ธาราธิระเศรษฐ์. (2554). **อิเล็กทรอนิกส์กำลัง**. กรุงเทพฯ : วิ.เจ. พรินติ้ง.
- ศุภชัย สุรินทร์วงศ์. (2554). **หม้อแปลงระบบไฟ 1 เฟส และ 3 เฟส**. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) ส.ส.ท.
- สมยศ จันเกษม และคิโยคัตสึ ซิงะ. (2527). **การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล**. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : ดวงกมล.
- อัญชลี ประภัสสรพิทยา. (2553). **การหาขนาดที่เหมาะสมของแบตเตอรี่ในระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานลม**. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อภิรักษ์ สวัสดิ์กิจ, ทิปกกร คุณาพรวิวัฒน์ และวรพจน์ พันธุ์คง. (2552). **ศักยภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากลูกหมุนระบายอากาศ. ในการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23**. (ETM-032146). เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- Mobi Mathew, Fajo F Nellisery & Ashok Anand. (2016). **Development of a Small Scale Power Generation System using Rooftop Ventilator**.
- P Kaewtip, N Hoonchareon. (2014, April). **A Magnetic Levitation Rooftop Turbine Ventilator A Case Study for Wind Micro-Generation. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 3(4)**.



สมบัติทางฟิสิกส์ของข้าวพื้นเมืองที่ปลูกบนพื้นที่สูง
Physical Properties of Local Rice Grown on the Highland
ศุภวัฒน์ วิสิฐศิริกุล*
Supawat Wisitsirikun

บทคัดย่อ

สมบัติทางกายภาพของข้าวมีประโยชน์ในการประเมินคุณภาพข้าว การออกแบบเครื่องจักร และการควบคุมมาตรฐานข้าว ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพของข้าวพื้นเมือง ชุมชนบ้านกิวสามล้อ ตำบลสามหมื่น อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก โดยศึกษาตัวอย่างพันธุ์ข้าวพื้นเมืองทั้งหมด 7 ตัวอย่าง จากเกษตรกรในพื้นที่ ผลการศึกษาพบว่า ข้าวเปลือกมี ความกว้าง 3.10-3.76 มม. ความหนา 1.97-2.59 มม. ความยาว 9.77-11.22 มม. มุมไหล 20.00-22.56 องศา น้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ยเท่ากับ 3.28 กรัม สำหรับข้าวกล้องมี ความกว้าง 2.02-3.25 มม. ความหนา 1.84-2.25 มม. ความยาว 7.26-8.18 มม. มุมไหล 17.66-21.12 องศา น้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ยเท่ากับ 2.86 กรัม และ อัตราการยืดตัวของข้าวสุก 1.21-1.69 เท่า อัตราการขยายปริมาตรของข้าวสุก 2.00-3.00 เท่า การอุ้มน้ำของข้าวสุกร้อยละ 22-39

คำสำคัญ : สมบัติทางกายภาพ / ข้าวพื้นเมือง

ABSTRACT

Physical properties of rice is valuable in the rice processing and packaging design, design of equipments, quality control, product development and setting the standard of rice. The objective of this research is to obtain the physical properties of local rice of Ban Kio Sam Lo, Sammuen, Mae Ramat District, Tak Province. All of local rice 7 samples were taken from local farmers. The result shown that, for paddy, the width of the paddy was in the range of 3.10-3.76 mm, the thickness 1.97-2.59 mm, the length 9.77-11.22 mm, angle of friction on stainless 20.00-22.56 and weight average 3.28 gram/100 grain. For brown rice, the width was in the range of 2.02-3.25 mm, the thickness 1.84-2.25 mm, the length 7.28-8.18 mm, angle of friction on stainless 17.66-21.12 and weight average 2.86 gram/100 grain. The expansion ratio of cooked rice in length 1.21-1.69, expansion volume of cooked rice 2.00-3.00, water uptake 22-39 %.

Keywords : Physical Properties / Local Rice

*อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

บทนำ

พันธุ์ข้าวพื้นเมืองเป็นข้าวที่มีการปลูกบางพื้นที่เท่านั้น โดยเฉพาะที่สูงทางภาคเหนือของประเทศไทยที่มีการปลูกข้าวพื้นเมืองดั้งเดิมมาเป็นเวลานานและมีความแตกต่างกันไปตามชนเผ่าและถิ่นที่ปลูก พันธุ์ข้าวที่ใช้ปลูกเป็นเมล็ดที่เกษตรกรได้นำติดตัวเวลาย้ายถิ่นฐานไปตามที่ต่างๆ และมีการใช้สภาพของธรรมชาติในการคัดเลือกพันธุ์ จึงพบว่ามีความหลากหลายทางพันธุกรรม ส่งผลให้เกิดความไม่สม่ำเสมอของผลผลิตและคุณภาพ คุณภาพข้าวมีความหมายครอบคลุมถึงคุณสมบัติของเมล็ดทางกายภาพ ทางเคมี คุณภาพการสี รวมไปถึงคุณสมบัติของเมล็ดที่เกี่ยวข้องกับการหุงต้มรับประทานและอื่นๆ ในปัจจุบันการกำหนดมาตรฐานข้าวเพื่อการส่งออกใช้คุณสมบัติของเมล็ดทางกายภาพในการจำแนกเกรดของเมล็ดข้าว (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2551) เนื่องจากมีความชัดเจนและตรวจสอบได้รวดเร็ว ส่วนมาตรการในการประเมินราคาเพื่อซื้อขาย ข้าวเปลือกหรือข้าวสารในประเทศยังคงใช้คุณสมบัติทางกายภาพทั้งสิ้น คุณสมบัติของเมล็ดทางกายภาพของข้าวหมายถึงคุณสมบัติต่างๆ ของเมล็ดที่สามารถมองเห็นหรือชั่งตวงวัดได้ เช่น น้ำหนักเมล็ด สีของเมล็ดข้าวเปลือก สีข้าวกล้อง ขนาดและรูปร่างเมล็ด ความเลื่อมมันของเมล็ด ความขาวของข้าวสาร และคุณภาพการสี เป็นต้น (เครือวัลย์, 2536)

ข้อมูลสมบัติทางกายภาพของข้าวพื้นเมืองที่ปลูกบนที่สูง มีการตรวจสอบข้อมูลและการตีพิมพ์น้อยมาก และบางพื้นที่ยังไม่มีการศึกษาสมบัติทางกายภาพของข้าว จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาสมบัติทางกายภาพของข้าวพื้นเมืองที่ปลูกบนพื้นที่สูงเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการอ้างอิงและสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาแหล่งพันธุกรรมและการนำไปใช้ประโยชน์ด้านการปรับปรุงพันธุ์และการศึกษาด้านอื่นๆ ต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

1. ขนาด (size)

วัดขนาดของเมล็ดข้าวโดยใช้ เครื่อง vernier caliper แสดงเป็นค่าเฉลี่ยจำนวน 100 เมล็ด ได้ดังนี้ (เครือวัลย์ อัดตะวีริยะสุข, 2536)

ความยาว หมายถึง ระยะทางจากปลายยอดสุดของเมล็ดถึงโคนเมล็ด

ความกว้าง หมายถึง ระยะทางส่วนที่กว้างที่สุดระหว่างเปลือกใหญ่ถึงเปลือกเล็ก

ความหนา หมายถึง ระยะทางที่มากที่สุดระหว่างเปลือกใหญ่ด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง

2. อัตราการยีดตัวของข้าวสุก (อรอนงค์, 2550)

ทำการคัดเลือกข้าวสารที่เต็มเมล็ด 18 เมล็ด มาวัดความยาวของข้าวสารด้วย vernier caliper จากนั้นนำข้าวสารแต่ละเมล็ดใส่ไว้ในหลอดทดลอง 18 หลอดที่เตรียมไว้ แล้วทำการใส่น้ำลงในแต่ละหลอดเกินพอดี นำหลอดทดลองที่ใส่เมล็ดข้าวสารไปหุงในอ่างที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที แล้วให้นำหลอดทดลองแช่ลงในน้ำเย็นจากนั้นทำการเทน้ำส่วนเกินทิ้งและทำการวัดความยาวของข้าวสุกด้วย vernier caliper โดยเลือกเฉพาะเมล็ดที่ตรงเท่านั้น สุดท้ายวิเคราะห์อัตราการยีดตัวของข้าวสุกเฉลี่ย อัตราการยีดตัวของข้าวสุก = ความยาวเฉลี่ยของข้าวสุก / ความยาวเฉลี่ยของข้าวสาร

3. อัตราการขยายปริมาตรของข้าวสุก (อรอนงค์, 2550)

นำตัวอย่างข้าวสารใส่บีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร จนมีความสูง 1.5 เซนติเมตร แล้วทำการเติมน้ำ 30 กรัม และปิดบีกเกอร์ด้วยฟอยล์ นำไปตั้งทิ้งไว้ 30 นาที แล้วนำไปหุงข้าวใน อ่างควบคุมอุณหภูมิ

100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นเทน้ำส่วนเกินทิ้ง แล้วทิ้งไว้ให้เย็นและวัดความยาวของข้าวสุก
วิเคราะห์การขยายปริมาตรของข้าวสุก ดังนี้

อัตราการขยายปริมาตร = ความยาวเฉลี่ยข้าวสุก / ความยาวเฉลี่ยข้าวสาร

4. การอุ้มน้ำของข้าวสุก (อรอนงค์, 2550)

ชั่งตัวอย่างข้าวสาร 20 กรัม ใส่บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร จากนั้นเติมน้ำ 70 กรัม ปิดบีกเกอร์ด้วย
ฟอยล์และตั้งทิ้งไว้ 30 นาที นำตัวอย่างไปหุงข้าวใน อ่างควบคุมอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที
แล้ว รับประทานส่วนเกินในบีกเกอร์ที่ชั่งน้ำหนักไว้แล้ว ชั่งน้ำหนักส่วนเกิน เปรียบเทียบกับก่อนที่จะหุงค่าที่ได้จะ
เป็นน้ำหนักที่ข้าวสุกอุ้มน้ำ

5. มุมไหล (Angle of friction)

คัดเลือกตัวอย่างวางไว้ที่บนแผ่นไม้พื้นราบที่สามารถปรับมุมได้ทีละระดับต่ำสุด จากนั้นปรับระดับของ
อุปกรณ์วัดมุมไหลให้เพิ่มสูงขึ้น จนกระทั่งตัวอย่างไหล บันทึกมุมที่ทำให้ตัวอย่างไหล

6. การหาน้ำหนัก 100 เมล็ด (เครือวัลย์, 2536)

สุ่มตัวอย่างเมล็ดข้าวจำนวน 800 เมล็ดและทำการชั่งน้ำหนัก 8 ครั้ง ครั้งละ 100 เมล็ดแล้วหา
ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก

ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 สมบัติทางกายภาพของข้าวเปลือก

สายพันธุ์ข้าว	ข้าวเปลือก					
	ขนาดของข้าว				มุมไหล (องศา)	น้ำหนัก100 เมล็ด (g)
	ความกว้าง (มม.)	ความหนา (มม.)	ความยาว (มม.)	รูปร่างเมล็ด (L/W)		
เบิ้ลได้อ	3.10	2.37	10.01	3.23	20.30±1.15	2.66±0.35
เบิ้ลตู	3.19	1.97	10.58	3.31	20.66±0.57	3.33±0.85
เบิ้ลดร้า	3.15	2.24	9.77	3.09	22.31±0.20	3.00±0.16
เบิ้ลล้า	3.30	2.21	10.29	3.11	22.56±0.25	3.00±0.35
เบิ้ลจ้าย	3.19	2.19	9.75	3.05	22.00±0.36	3.00±0.18
เบิ้ลเปล่าเด้อ	3.76	2.59	11.22	2.98	20.00±1.15	5.00±0.24
เบิ้ลเปล่าตู	3.46	2.31	11.17	3.22	21.00±0.57	3.00±0.40

จากตารางที่ 1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพค่าเฉลี่ยขนาดของข้าวเปลือก พบว่า ข้าวเปลือกที่มี
ความกว้างมากที่สุดคือ เบิ้ลเปล่าเด้อกว้าง 3.76 มม. ข้าวที่มีความหนามากที่สุดเบิ้ลเปล่าเด้อหนา 2.59 มม.
ข้าวที่มีความยาวมากที่สุดคือเบิ้ลเปล่าเด้อ รูปร่างของเมล็ดทั้งหมดมีรูปร่างปานกลาง ค่ามุมไหลข้าวเปลือกที่ค่า
มุมไหลมากที่สุดคือ เบิ้ลล้า มีค่ามุมไหล 22.56 องศา ข้าวเปลือกที่มีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุดคือ เบิ้ลเปล่าเด้อ
มีน้ำหนักเฉลี่ย100 เมล็ด 5 กรัม

ตารางที่ 2 สมบัติทางกายภาพของข้าวกล้อง

สายพันธุ์ข้าว	ข้าวกล้อง					
	ขนาดของข้าว				มูมไหล (องศา)	น้ำหนัก100 เมล็ด (g)
	ความกว้าง (มม.)	ความหนา (มม.)	ความยาว (มม.)	รูปร่างเมล็ด (L/W)		
เบิ้ลเดื่อ	2.55	1.91	7.33	2.87	19.66±0.41	2.67±0.34
เบิ้ลตู	2.81	2.11	8.18	2.91	20.33±0.72	3.00±0.05
เบิ้ลดร้า	2.64	1.95	7.28	2.75	21.12±0.50	2.00±0.71
เบิ้ลล้า	3.25	2.08	7.63	2.34	20.83±0.57	3.33±0.10
เบิ้ลจ้าย	2.69	1.84	7.26	2.69	20.66±0.50	3.00±0.40
เบิ้ลเปล่าเดื่อ	3.20	2.25	7.88	2.46	17.66±0.15	3.67±0.15
เบิ้ลเปล่าตู	2.02	2.03	7.91	3.91	18.33±0.34	2.33±0.35

จากตารางที่ 2 พบว่าค่าเฉลี่ยขนาดของข้าวกล้อง พบว่า ข้าวที่มีความกว้างมากที่สุดคือเบิ้ลล้า กว้าง 3.25 มม. ข้าวที่มีความหนามากที่สุดคือเบิ้ลเปล่าเดื่อ หนา 2.25 มม. ข้าวที่มีความยาวมากที่สุดคือ เบิ้ลตู รูปร่างเมล็ดส่วนใหญ่มีรูปร่างปานกลาง ยกเว้นเบิ้ลเปล่าตูที่มีรูปร่างเรียวยาว ค่ามูมไหลข้าวกล้องที่มีค่ามูมไหลมากที่สุดคือเบิ้ลดร้า มีค่ามูมไหล 21.12 องศา ข้าวกล้องที่มีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุดคือเบิ้ลเปล่าเดื่อ มีน้ำหนักเฉลี่ย 100 เมล็ด 3.67 กรัม

ตารางที่ 3 สมบัติทางกายภาพหลังการหุงต้มของข้าวพันธุ์พื้นเมือง

สายพันธุ์ข้าว	อัตราการยืดตัวของ ข้าวสุก	อัตราการขยายปริมาตรตัว ของข้าวสุก	การอุ้มน้ำของข้าว สุก (%)
เบิ้ลเดื่อ	1.40±0.13	3.00±0.07	31.00
เบิ้ลตู	1.21±0.10	3.00±0.09	38.00
เบิ้ลดร้า	1.69±0.67	2.50±0.10	22.00
เบิ้ลล้า	1.42±0.45	2.00±0.00	37.00
เบิ้ลจ้าย	1.21±0.06	2.30±0.13	39.00
เบิ้ลเปล่าเดื่อ	1.53±0.15	2.00±0.00	34.00
เบิ้ลเปล่าตู	1.40±0.08	2.50±0.12	28.00

จากตารางที่ 3 พบว่า ข้าวที่มีอัตราการยืดตัวของข้าวสุก มากที่สุด คือ เบิ้ลดร้า (1.69) รองลงมาเป็นเบิ้ลเปล่าเดื่อ (1.53) และเบิ้ลล้า (1.42) ตามลำดับ

ข้าวที่มีอัตราการขยายปริมาตรของข้าวสุกมากที่สุด คือ เบิ้ลเดื่อ และเบิ้ลตู มีค่าเท่ากับ 3.00 รองลงมาเป็น เบิ้ลดร้า และเบิ้ลเปล่าตู มีค่าเท่ากับ 2.50 และข้าวที่มีการอุ้มน้ำของข้าวสุกมากที่สุดคือ เบิ้ลจ้าย (39 %) เบิ้ลตู (38 %) และเบิ้ลล้า (37 %) ตามลำดับ

อภิปรายผล

การศึกษาสมบัติทางฟิสิกส์ของข้าวพื้นเมืองที่ปลูกบนพื้นที่สูง โดยเกษตรกรในพื้นที่ของชุมชนบ้านกัวสามล้อ ตำบลสามหมื่น อำเภอแม่ระมาด จังหวัดตาก ได้ผลดังนี้

สมบัติทางฟิสิกส์ของข้าวทั้ง 7 สายพันธุ์ พบว่าค่าเฉลี่ยของขนาดความกว้าง ความหนา ความยาวของเมล็ดข้าวเปลือกและข้าวกล้อง มีค่าเท่ากับ 3.31, 2.27, 10.40 และ 2.73, 2.02, 7.64 มิลลิเมตร ตามลำดับ จากผลการศึกษาขนาดของเมล็ดข้าวที่ปลูกในพื้นที่โครงการหลวงในปี 2543/2544 พบว่าข้าวขาวมีขนาดความกว้าง ความหนา ความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 3.2, 2.2 และ 9.6 มิลลิเมตร (ธวัชชัย, 2544) สำหรับรูปร่างของข้าวเปลือกและข้าวกล้องพบว่าเป็นแบบปานกลาง ซึ่งส่งผลต่อการนำไปขัดสี โดยข้าวที่มีรูปร่างกลมจะมีความแตกหักยากกว่าข้าวที่มีลักษณะยาว (ปราณี, 2536) ส่วนน้ำหนัก 100 เมล็ดของสายพันธุ์ข้าวตัวอย่าง พบว่าข้าวเปลือกที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ เบล้เปล่าเด้อ มีค่าเท่ากับ 5.00 กรัม และน้อยที่สุด คือ เบล้เด้อ มีค่าเท่ากับ 2.66 กรัม ส่วนข้าวกล้องมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุดคือ เบล้เปล่าเด้อ มีค่าเท่ากับ 3.67 กรัม และน้อยที่สุดคือ เบล้ดร้า มีค่าเท่ากับ 2.00 กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนัก 100 เมล็ด ของข้าวขาวและข้าวลาซอแดง ที่ปลูกในพื้นที่โครงการหลวงในปี 2543/2544 พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.01 และ 2.82 กรัม ตามลำดับ (ธวัชชัย, 2544) น้ำหนักของเมล็ดที่แตกต่างกันขึ้นกับปัจจัยในการผลิต เช่น ชนิดของสายพันธุ์ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน สภาพแวดล้อมและการจัดการแปลงปลูก (Yoshida, 1983)

การหามุมไพลของข้าวเปลือกและข้าวกล้องพบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.26 และ 19.80 องศา ตามลำดับ การที่ข้าวแต่ละชนิดมีมุมไพลที่แตกต่างกันเนื่องจากสภาพผิวของเมล็ดข้าวเปลือกมีขนที่ยาวต่างกัน ทำให้การยึดเกาะกับผิวสัมผัสจึงต่างกันเช่นเดียวกับเมล็ดข้าวกล้อง

เอกสารอ้างอิง

- เกษตรและสหกรณ์, กระทรวง. (2551). **มาตรฐานสินค้าเกษตร เรื่อง ข้าวหอมไทย (มกษ. 4001-2551)**. กรุงเทพฯ : สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ.
- เครือวัลย์ อัดตะวีริยะสุข. (2536). **คุณภาพเมล็ดข้าวทางกายภาพและการแปรสภาพเมล็ด**. กรุงเทพฯ : ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร.
- ธวัชชัย ท้าวกันทา. (2544). **การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพืชไรของมูลนิธิโครงการหลวงปี 2543/2544**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- ปราณี วราสวัสดิ์. (2536). **เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ธัญพืช**. เชียงใหม่ : ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. (2550). **ข้าว : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Yoshida, S. (1983). In Symposium on potential productivity of field crops under different environments. **International Rice Research Institute Los Banos, Laguna, Philippines**. 103-127.



ลักษณะทางสัณฐานวิทยา ปริมาณสารกาบา และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ
ของพันธุ์ข้าวที่สูงบ้านป่าคา อำเภอคลองลาน จังหวัดกำแพงเพชร
Morphology, GABA Content and Antioxidant Activity of Highland Rices at
Banpaka Khlong Lan District Kamphaeng Phet Province

จุฑามาศ ทามา*

Juthamas Tama

รัตนาวดี ทองสุทธิ์*

Rattanawadee Thongsut

ศิริพร เกตุพงษ์*

Siriporn Ketphong

มณฑา หมีไพรพฤกษ์**

Montha Meepriruk

ศศิวรรณ พลายนหาร***

Sasiwan Plailaharn

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้มุ่งศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา ปริมาณสารกาบาและ กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของพันธุ์ข้าวที่สูงบ้านป่าคา 5 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวพันธุ์เบิ้ลละ ข้าวพันธุ์เบิ้ลเจอฟ่าง ข้าวพันธุ์เบิ้ลหยางเจอ ข้าวพันธุ์เบิ้ลเกลื้อ และข้าวพันธุ์เจ้าสีขอ โดยศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา ได้แก่ วัดความยาว ความกว้าง ความหนา และน้ำหนัก 100 เมล็ดของเมล็ดข้าวเปลือก นำเมล็ดข้าวกล้องทั้ง 5 สายพันธุ์ บดละเอียดเตรียมสารสกัดหยาบจากข้าวกล้อง วิเคราะห์ปริมาณสารแกมมาอะมิโนบิวทริกแอซิด (กาบา) และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ผลการวิจัยพบว่า ความยาวของเมล็ดข้าวเปลือกอยู่ในช่วง 9.83 ± 0.54 มิลลิเมตร ในข้าวพันธุ์เจ้าสีขอและ 9.02 ± 0.29 มิลลิเมตร ในข้าวพันธุ์เบิ้ลเจอฟ่าง โดยที่ข้าวพันธุ์เจ้าสีขอมีความกว้างของเมล็ดข้าวมากที่สุด เท่ากับ 3.62 ± 0.14 มิลลิเมตร มีความหนาของของเมล็ดข้าวมากที่สุด เท่ากับ 2.27 ± 0.19 มิลลิเมตรและมีน้ำหนักของข้าวมากที่สุด เท่ากับ 3.70 ± 0.10 กรัม/ 100 เมล็ด ปริมาณกาบาของข้าวพันธุ์เบิ้ลละ ข้าวพันธุ์เบิ้ลเจอฟ่าง ข้าวพันธุ์เบิ้ลหยางเจอ ข้าวพันธุ์เบิ้ลเกลื้อ และข้าวพันธุ์เจ้าสีขอ เท่ากับ 16.00 ± 0.35 14.60 ± 0.69 15.93 ± 0.23 19.63 ± 0.23 และ 14.87 ± 0.23 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของข้าวพันธุ์เบิ้ลละ ข้าวพันธุ์เบิ้ลเจอฟ่าง ข้าวพันธุ์เบิ้ลหยางเจอ ข้าวพันธุ์เบิ้ลเกลื้อ และข้าวพันธุ์เจ้าสีขอ 87.45 ± 1.16 90.17 ± 0.07 83.81 ± 1.54 90.52 ± 1.24 ตามลำดับ ข้าวต่างสายพันธุ์กันก็มียอดประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน เช่นปริมาณแอมิโนและแอมิโนเพกติน จึงทำให้ปริมาณสารกาบาและกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกัน

คำสำคัญ : สารกาบา / ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ / พันธุ์ข้าวที่สูง

*นักศึกษาโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

**อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

***อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏ

กำแพงเพชร

ABSTRACT

This research aims to study the morphology, gamma amino butyric acid (GABA) content and antioxidant activity of 5 highland rice types at Banpaka as Bale, Bajurpang, Bayangjur, Bakour and Jaowlesor. The morphology include of length, width and thickness of Paddy were measure. The five local rice varieties were ground to prepare crude extracts then analyzed GABA content, and antioxidant activity. The result showed that the length ranged between 9.83 ± 0.54 mm in “Jaowlesor” and 9.02 ± 0.29 mm in “Bajurpang”. The Jaowlesor had the highest value of 3.62 ± 0.14 mm for width and 2.27 ± 0.19 mm for thickness. Jaowlesor had the highest value of 3.71 ± 0.10 g for 100-grains weight. GABA contents in Bale, Bajurpang, Bayangjur, Bakour and Jaowlesor were 16.00 ± 0.35 14.60 ± 0.69 15.93 ± 0.23 19.63 ± 0.23 and 14.87 ± 0.23 mg/100 g., respectively. Antioxidant activities in Bale, Bajurpang, Bayangjur, Bakour and Jaowlesor were 87.45 ± 1.16 90.17 ± 0.07 83.81 ± 1.54 90.52 ± 1.24 , respectively. The different of local rice varieties contain different chemical compositions such as amylose and amylopectin that corresponds to GABA content and Antioxidant activities.

Keywords : GABA / Antioxidant Activity / Highland Rice Types

บทนำ

ข้าว (rice) เป็นอาหารหลักของคนไทย ข้าวขาวหรือข้าวสารที่ผ่านการขัดสีจึงมีข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดจะหลุดออกไปเกือบหมด ซึ่งเป็นแหล่งสะสมสารอาหารที่ประกอบไปด้วยโปรตีน วิตามิน เกลือแร่ สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants) และกาบา (gamma aminobutyric acid; GABA) การบริโภคเพื่อให้ได้สารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายจึงควรบริโภคข้าวที่ผ่านการขัดสีน้อยที่สุดซึ่งได้แก่ ข้าวกล้อง เป็นข้าวที่สีเอาเปลือกหรือแกลบออก โดยไม่ได้ขัดสีเอาจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวที่มีสีน้ำตาลอ่อนออกจึงมีคุณค่าทางโภชนาการมากกว่าข้าวขาว ข้าวกล้องหรือข้าวไม่ขัดสีทุกประเภททุกสายพันธุ์ ล้วนมีสารอาหารที่แตกต่างกันตามชนิดของพันธุ์ข้าวและสภาพพื้นที่ในการปลูก ในข้าวกล้องจะประกอบด้วยสารอาหารจำนวนมาก เช่น โยอาหารกรดไฟติก วิตามินซี วิตามินอี สารต้านอนุมูลอิสระที่มีส่วนสำคัญในการช่วยป้องกันการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน โรคกระเพาะ ช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันต้านทานโรคและยังช่วยชะลอความแก่ชรา และที่สำคัญมีสารกาบาซึ่งทำหน้าที่เป็นสารสื่อประสาท (Zhang, et al., 2007) ที่ช่วยในเรื่องความจำและการเรียนรู้

พันธุ์ข้าวพื้นเมืองมีการปลูกในหลายพื้นที่ของประเทศ มีความหลากหลายทางพันธุกรรมและลักษณะที่ดีหลายประการ เช่น ความทนทานต่อสภาพแวดล้อม ความต้านทานโรคและแมลงศัตรูพืช นอกจากนี้ข้าวพันธุ์พื้นเมืองยังมีรสชาติอร่อย มีสารอาหารบางชนิดสูง และเจริญเติบโตได้ในดินที่มีธาตุอาหารต่ำ (Tripathy, et al., 2005) ซึ่งข้าวพันธุ์พื้นเมืองต่างสายพันธุ์กันจะมีความแตกต่างกันทั้งในลักษณะทางสัณฐานวิทยา ลักษณะทางกายภาพ และองค์ประกอบทางโภชนาการ ลักษณะทางสัณฐานวิทยา โดยบันทึกสี การมีขนบนเปลือกข้าว วัดความกว้าง (W) และความยาว (L) การศึกษารูปร่างของข้าวเปลือกและข้าวกล้อง โดยใช้อัตราส่วนความยาวต่อความกว้าง (L/W) รูปร่างของข้าวเปลือก จำแนกเป็น 3 แบบ ได้แก่ รูปร่างป้อม ($L/W < 3.1$) รูปร่างเรียวยาว ($L/W = 3.3-4$) และรูปร่างเรียวยาว ($L/W > 4.2$) (ธีระ และคนอื่นๆ, 2555) ลักษณะสีและขนาดของข้าวเปลือก การมีหางข้าว การมีขนบนเปลือกข้าว สามารถนำมาใช้ในการแบ่งกลุ่มพันธุ์ปลูกของข้าวได้ (สุริย์ และคนอื่นๆ, 2539; Appa, et al., 1997) โดยในข้าวกล้องมีสารอาหารหลากหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นธาตุหลัก

สังกะสี ทองแดง วิตามินอี และเบต้าแคโรทีน สภาพของลักษณะภูมิประเทศของ บ้านป่าคา ตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอกลองลาน จังหวัดกำแพงเพชร มีลักษณะพื้นที่สูง ระดับน้ำทะเลประมาณ 700-800 พันธุ์สภาพป่าเป็นป่า ดงดิบผสมป่าเบญจพรรณที่มีความสมบูรณ์ เป็นต้นน้ำของลำธารและคลองหลายสาย มีชนกลุ่มน้อยตั้งถิ่นฐานอยู่ ประกอบด้วย 5 เผ่า ได้แก่ ม้ง เย้า กะเหรี่ยง มูเซอ และลีซอ พันธุ์ข้าวพื้นเมืองบนพื้นที่สูงมีดังนี้ พันธุ์เบิ้ลเจ้อ พ่าง พันธุ์นี้เป็นข้าวเจ้า และทำแบบข้าวนา ชื่อพันธุ์ข้าว เรียกตามชื่อของคนที่นี่มาปลูก พันธุ์เบิ้ลหยางเจอ เป็นข้าวนา ชื่อพันธุ์ข้าวเรียกตามชื่อของคนที่นี่มาปลูก พันธุ์เบิ้ลละเป็นข้าวแดงซึ่งเป็นข้าวป่า ข้าวไร่พันธุ์ เบิ้ลเกลื้อเป็นข้าวไร่ พันธุ์เจ้าลีซอเป็นเมล็ดพันธุ์ที่กรมการข้าวนำมาให้ทดลองปลูกในเขตบ้านป่าคา ตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอกลองลาน จังหวัดกำแพงเพชร นำเมล็ดพันธุ์มาจาก จังหวัดแม่ฮ่องสอน (มณฑล และ คนอื่นๆ, 2559, บทคัดย่อ) ชนเผ่าที่แตกต่างกันก็จะมีการปลูกและเก็บรักษาพันธุ์ที่เป็นพันธุ์เฉพาะของชนเผ่า ตนเอง ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ตามไหล่เขาหรือภูเขา และพันธุ์ข้าวที่เกษตรกรปลูกมีลักษณะหลายอย่างเช่น มีสีเปลือก และรูปร่างเมล็ดที่แตกต่างกัน ปัจจุบันนี้ข้าวพันธุ์พื้นเมืองกำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมากทั้งในด้านการ การนำมาใช้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพ เกษตรกรรมและเครื่องสำอางเนื่องจากข้าวพื้นเมืองมีลักษณะทางพันธุกรรมหรือ คุณสมบัติที่ดีบางประการ เช่น ความต้านทานโรค ต้านทานแมลง คุณค่าทางอาหาร เพราะมีสารอาหารที่มีฤทธิ์ เป็นยา ช่วยป้องกันการเกิดโรคหลายชนิด ซึ่งอาจเรียกข้าวสายพันธุ์ที่มีคุณสมบัติดังกล่าวว่า เป็นพันธุ์ข้าวที่มี คุณค่าทางโภชนาการ

ข้าวยังเป็นส่วนผสมในเครื่องสำอาง และอุตสาหกรรมการแปรรูปที่มีความสำคัญต่อการเพิ่มมูลค่า ผลผลิตทางการเกษตร การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา ปริมาณสารกาบา และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant activity) ของพันธุ์ข้าวที่สูงบ้านป่าคา อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวพันธุ์เบิ้ลละ ข้าวพันธุ์เบิ้ลเจ้อพ่าง ข้าวพันธุ์เบิ้ลหยางเจอ ข้าวพันธุ์เบิ้ลเกลื้อ และข้าวพันธุ์เจ้าลีซอทำให้ ทราบถึงสารสำคัญที่มีประโยชน์ต่อร่างกายและช่วยป้องกันโรคได้ ซึ่งผลงานวิจัยที่ได้สามารถนำไปวิเคราะห์ ความเหมาะสมของพันธุ์ข้าวกับความต้องการของร่างกายของผู้บริโภคตามช่วงวัยเพื่อป้องกันการเกิดโรคและ วิจัยต่อยอดเกี่ยวกับโภชนาการของข้าวพันธุ์ที่เหมาะสมกับความต้องการของร่างกายของผู้บริโภควัยเรียน วัยทำงาน และวัยผู้สูงอายุและ/หรืออนุรักษ์พันธุ์ข้าวพื้นเมือง

วิธีดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้พันธุ์ข้าวที่สูง บ้านป่าคาจำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวพันธุ์เบิ้ลละ ข้าวพันธุ์ เบิ้ลเจ้อพ่าง ข้าวพันธุ์เบิ้ลหยางเจอ ข้าวพันธุ์เบิ้ลเกลื้อ และข้าวพันธุ์เจ้าลีซอ ดำเนินการดังนี้

การเก็บข้อมูลลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเมล็ดพันธุ์ (ดัดแปลงวิธีของ นันทิยา และวิจิตร, 2554) สุ่มเมล็ดพันธุ์ข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ สายพันธุ์ละ 10 เมล็ด มาทำการวัดความกว้าง ความยาว และความหนาของ เมล็ดข้าวเปลือก โดยใช้เครื่องวัดละเอียด หรือดิจิตอลเวอร์เนียคาลิเปอร์ เมล็ด บันทึกข้อมูลที่ได้แล้วนำมาหา ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน น้ำหนักของเมล็ดพันธุ์ข้าว ทั้ง 5 สายพันธุ์ ทำการสุ่มเมล็ดพันธุ์ข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ สายพันธุ์ละ 100 เมล็ด ชั่งเพื่อหาน้ำหนัก 100 เมล็ด โดยใช้เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

การวิเคราะห์ปริมาณกาบาและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ

การเตรียมสารสกัดหยาบจากข้าว โดยนำเมล็ดข้าวกล้องทั้ง 5 สายพันธุ์ ทำการบดละเอียดแล้วทำการ วิเคราะห์หาปริมาณกาบาและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระดังนี้

การวิเคราะห์ปริมาณกาบา (Gamma amino butyric acid, GABA) (ดัดแปลงวิธีของ Zhang Q, et al, 2014)

ชั่งตัวอย่างข้าวที่บดละเอียด 1 กรัม เติมน้ำกลั่นปริมาตร 5 มิลลิลิตร นำไปเซนติฟิวจ์ที่ความเร็วรอบ 4000 rpm เป็นเวลา 60 นาที กรองด้วยกระดาษกรอง ดูดส่วนใสปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เติมน้ำสารละลาย Borate buffer pH 9 ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร เติมน้ำ 6% Phenol reagent ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และเติมน้ำสารละลาย Sodium hypochlorite reagent ปริมาตร 0.4 มิลลิลิตร แล้วเขย่าให้เข้ากัน จากนั้นนำไปต้มในอ่างน้ำร้อนเป็นเวลา 10 นาที แล้วนำออกมาแช่ในอ่างน้ำเย็นเป็นเวลา 20 นาที เติมน้ำ 60% ethanol ปริมาตร 2 มิลลิลิตร และนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 645 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง spectrophotometer

การวิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant activity) (ดัดแปลงวิธีของ Butsat & Siriamornpun, 2010) ชั่งตัวอย่างข้าวที่บดละเอียด 1 กรัม เติมน้ำ 80% ethanol ในอัตราส่วน 1:5 (w/v) เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำไปกรองด้วยกระดาษกรอง ทำให้เข้มข้นด้วยเครื่อง Vacuum rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นำสารสกัดหยาบมาปรับให้มีความเข้มข้น 5% ด้วย 80% ethanol หาความยาวคลื่นสูงสุด (λ_{max}) ที่ช่วงความยาวคลื่น 400-800 นาโนเมตร นำตัวอย่างสารสกัดหยาบจากข้าวพันธุ์ข้าวที่สูงบ้านป่าคา ความเข้มข้น 100 ไมโครลิตร มา 1 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) 2 มิลลิลิตร ในหลอดทดลอง ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นสูงสุด (λ_{max}) เติมน้ำสารละลายควบคุม (Control) โดยใส่ 80% ethanol อย่างละ 1 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย DPPH 2 มิลลิลิตร ในหลอดทดลอง ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นสูงสุด (λ_{max})

ผลการวิจัย

พันธุ์ข้าวที่สูงบ้านป่าคา 5 สายพันธุ์ได้แก่ ข้าวพันธุ์เบิ้ลละ ข้าวพันธุ์เบิ้ลเจอพ่าง ข้าวพันธุ์เบิ้ลหยางเจอ ข้าวพันธุ์เบิ้ลเกลื้อ และข้าวพันธุ์เจ้าสีซอ ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเมล็ดที่ศึกษา คือ สีของเมล็ดข้าวเปลือก สีของเมล็ดข้าวกล้อง รูปร่าง ความกว้าง ความยาว ความหนา และน้ำหนัก 100 เมล็ด มีผลดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

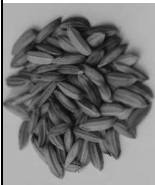
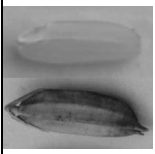
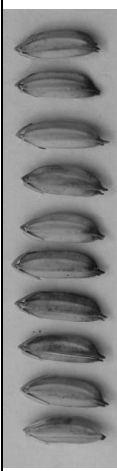
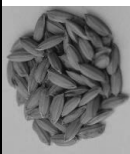
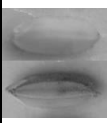
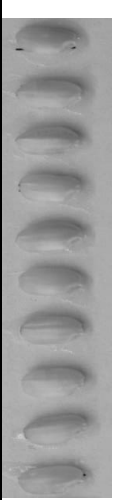
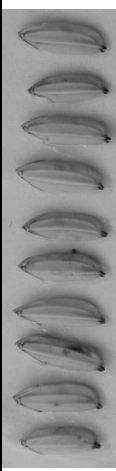
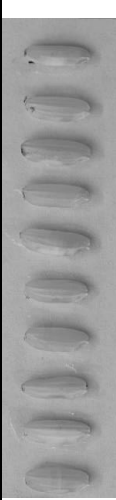
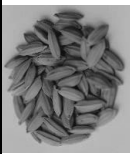
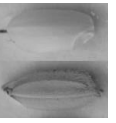
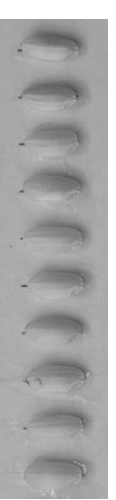
ตารางที่ 1 ลักษณะของข้าว 5 สายพันธุ์

พันธุ์ข้าว	ข้าวเปลือก	ข้าวกล้อง		ข้าวเปลือก ($\bar{X} \pm SD.$)			
	สี	สี	รูปร่าง* (L/W)	ความยาว (L) (มม.)	ความกว้าง (W) (มม.)	ความหนา (มม.)	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)
1. เบล้ละ (ข้าวไร่)	ฟางสลับ น้ำตาล	ขาว	ป้อม	9.55±0.40	3.17±0.18	2.13±0.23	3.11±0.18
2.เจ้าลีซอ (ข้าวไร่)	ฟาง	ขาว	ป้อม	9.83±0.54	3.62±0.14	2.27±0.19	3.70±0.10
3.เบล้เกลื้อ (ข้าวไร่)	ฟาง	ขาว	ป้อม	9.66±0.38	3.11±0.14	2.08±0.13	3.06±0.15
4. เบล้หยาง เจอ (ข้าวนา)	ฟาง	ขาว	ป้อม	9.41±0.45	3.51±0.18	2.17±0.17	3.25±0.20
5. เบล้เจ้อ ฟาง (ข้าวนา)	ฟาง	ขาว	ป้อม	9.02±0.29	3.50±0.15	2.20±0.09	2.90±0.31

* ข้าวเปลือกรูปร่าง ป้อม คือ $L/W < 3.1$, ข้าวเปลือกรูปร่างเรียวยาว คือ $L/W = 3.3-4.0$, ข้าวเปลือกรูปร่างเรียวยาว คือ $L/W > 4.2$ (ธีระ และคนอื่นๆ, 2555)

ผลการศึกษพบว่า ข้าวพันธุ์เบล้ละมีสีของข้าวเปลือกสีแดงสลับน้ำตาล และสีฟางของข้าวพันธุ์เจ้าลีซอ พันธุ์เบล้เกลื้อ พันธุ์เบล้หยางเจอและพันธุ์เบล้เจ้อฟาง ส่วนข้าวกล้องมีสีขาวยาวทั้ง 5 สายพันธุ์ มีค่า L/W ของข้าวพันธุ์เบล้ละ ข้าวพันธุ์เบล้เจ้อฟาง ข้าวพันธุ์เบล้หยางเจอ ข้าวพันธุ์เบล้เกลื้อ และข้าวพันธุ์เจ้าลีซอ เท่ากับ 3.0 2.7 3.1 2.7 และ 2.6 ตามลำดับ ซึ่งรูปร่างของข้าวเปลือกมีรูปร่างป้อม (ธีระ และคนอื่นๆ, 2555) ความยาวของเมล็ดข้าวเปลือกอยู่ในช่วง 9.83±0.54 ถึง 9.02± 0.29 มิลลิเมตร โดยพันธุ์เจ้าลีซอ มีความยาวมากที่สุด รองลงมาคือพันธุ์เบล้เกลื้อ พันธุ์เบล้ละ พันธุ์เบล้หยางเจอ และพันธุ์เบล้เจ้อฟาง เท่ากับ 9.83±0.54 9.66±0.38 9.55±0.40 9.41±0.45 และ 9.02±0.29 มิลลิเมตร ตามลำดับ ความกว้างของเมล็ดข้าวเปลือกอยู่ในช่วง 3.62±0.14 ถึง 3.11±0.14 มิลลิเมตร พันธุ์เจ้าลีซอ มีความกว้างมากที่สุด รองลงมาคือพันธุ์เบล้หยางเจอ พันธุ์เบล้เจ้อฟาง พันธุ์เบล้ละ และพันธุ์เบล้เกลื้อ เท่ากับ 3.62±0.14 3.51±0.18 3.50±0.15 3.17±0.18 และ 3.11±0.14 มิลลิเมตร ตามลำดับ ความหนาของเมล็ดข้าวเปลือกอยู่ในช่วง 2.27±0.19 ถึง 2.08±0.13 มิลลิเมตร พันธุ์เจ้าลีซอ มีความหนาที่สุด รองลงมาคือพันธุ์เบล้เจ้อฟาง พันธุ์เบล้หยางเจอ พันธุ์เบล้ละ และพันธุ์เบล้เกลื้อ เท่ากับ 2.27±0.19 2.20±0.09 2.17±0.17 2.13±0.23 และ 2.08±0.13 มิลลิเมตร ตามลำดับ รูปร่างของข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์มีรูปร่างเรียวยาวในข้าวพันธุ์เบล้ละและเบล้เกลื้อ ค่อนข้างป้อมในข้าวพันธุ์เจ้าลีซอและเบล้หยางเจอ ถึงป้อมในข้าวพันธุ์เบล้เจ้อฟาง และน้ำหนักข้าวเปลือกอยู่ในช่วง 3.70±0.10 ถึง 2.90±0.31 กรัม/100 เมล็ด ข้าวพันธุ์เจ้าลีซอมีน้ำหนักมากที่สุด รองลงมาคือ พันธุ์เบล้หยางเจอ พันธุ์เบล้ละ พันธุ์เบล้เกลื้อ และพันธุ์เบล้เจ้อฟาง เท่ากับ 3.70±0.10 3.25±0.20 3.11±0.18 3.06±0.15 และ 2.90±0.31 กรัม/100 เมล็ด ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ชื่อพันธุ์ข้าว เมล็ดข้าวเปลือกและข้าวกล้อง

พันธุ์ข้าว	เมล็ดข้าวเปลือก	เมล็ดข้าวเปลือก/ ข้าวกล้อง	ข้าวเปลือกจำนวน 10 เมล็ด	ข้าวกล้องจำนวน 10 เมล็ด
1. เบล้ละ (ข้าวไร่)				
2. เบล้ซอ (ข้าวไร่)				
3. เบล้เกลือ (ข้าวไร่)				
4. เบล้หยางเจอ (ข้าวนา)				
5. เบล้เจือฟ่าง (ข้าวนา)				

ปริมาณกาบา

การวิเคราะห์ปริมาณกาบาของข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ คือ พันธุ์เบิ้ลละ พันธุ์เบิ้ลเจ้อฟาง พันธุ์เบิ้ลหยางเจอ พันธุ์เบิ้ลเกลื้อ และพันธุ์เจ้าลิซอ ดังตาราง 3

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณกาบาในข้าว 5 สายพันธุ์

พันธุ์ข้าว	ปริมาณกาบา มิลลิกรัม/100 กรัม			($\bar{X} \pm SD$.)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
เบิ้ลละ	16.2	15.6	16.2	16.00 $\pm$ 0.35
เบิ้ลเจ้อฟาง	15.4	14.2	14.2	14.60 $\pm$ 0.69
เบิ้ลหยางเจอ	15.8	15.8	16.2	15.93 $\pm$ 0.23
เบิ้ลเกลื้อ	19.9	19.5	19.5	19.63 $\pm$ 0.23
เจ้าลิซอ	14.6	15.0	15.0	14.87 $\pm$ 0.23

ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารกาบา พบว่า ปริมาณกาบาในข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ มีความแตกต่างกัน โดย ข้าวพันธุ์เบิ้ลเกลื้อ มีปริมาณสารกาบาสูงสุด เท่ากับ 19.63 $\pm$ 0.23 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม รองลงมา คือ พันธุ์เบิ้ลละ เท่ากับ 16.00 $\pm$ 0.35 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม พันธุ์เบิ้ลหยางเจอ เท่ากับ 15.93 $\pm$ 0.23 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม พันธุ์เจ้าลิซอเท่ากับ 14.87 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และพันธุ์เบิ้ลเจ้อฟางเท่ากับ 14.87 $\pm$ 0.23 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม ตามลำดับ

กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ โดย DPPH assay (DPPH radical scavenging assay)

กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ คือ พันธุ์เบิ้ลละ พันธุ์เบิ้ลเจ้อฟาง พันธุ์เบิ้ลหยางเจอ พันธุ์เบิ้ลเกลื้อ และพันธุ์เจ้าลิซอ พบว่า ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ ดังตาราง 4

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของข้าว 5 สายพันธุ์

พันธุ์ข้าว	% inhibition			($\bar{X} \pm SD$.)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
เบิ้ลละ	88.05	88.18	86.10	87.45 $\pm$ 1.16
เบิ้ลเจ้อฟาง	90.13	90.13	90.26	90.17 $\pm$ 0.07
เบิ้ลหยางเจอ	82.86	82.99	85.58	83.81 $\pm$ 1.54
เบิ้ลเกลื้อ	91.17	91.30	89.09	90.52 $\pm$ 1.24
เจ้าลิซอ	87.14	87.27	81.69	85.37 $\pm$ 1.19

ผลการวิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ พบว่า ข้าวพันธุ์เบิ้ลเกลื้อมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด ร้อยละ 90.52 $\pm$ 1.24 รองลงมา คือ ข้าวพันธุ์เบิ้ลเจ้อฟาง ร้อยละ 90.17 $\pm$ 0.07 ข้าวพันธุ์เบิ้ลละ ร้อยละ 87.45 $\pm$ 1.16 ข้าวพันธุ์เจ้าลิซอ ร้อยละ 85.37 $\pm$ 1.19 และข้าวพันธุ์เบิ้ลหยางเจอ ร้อยละ 83.81 $\pm$ 1.54 ตามลำดับ

อภิปรายผล

ลักษณะสัณฐานวิทยาของข้าวบนพื้นที่สูง บ้านป่าคา อำเภอคลองลาน จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 5 สายพันธุ์ คือ พันธุ์เบิ้ลละ พันธุ์เบิ้ลเจ้อฟาง พันธุ์เบิ้ลหยางเจอ พันธุ์เบิ้ลเกลื้อ และพันธุ์เจ้าลิซอ มีสีข้าวเปลือกและสีของเมล็ดข้าวกล้องที่แตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์ โดย มีรูปร่างเมล็ดที่คล้ายคลึงกันซึ่งสอดคล้องกับการศึกษา ความหลากหลายของพันธุกรรมข้าวพื้นเมืองบริเวณ กลุ่มน้ำ นาทวี จังหวัดสงขลา พบว่า

สีเปลือกเมล็ดมีความหลากหลายสูงสุด (อรรวรรณ และคนอื่นๆ, 2553; นันทิยา และวิจิตรา, 2554) การที่ความหลากหลายทาง พันธุกรรมของสีเปลือกเมล็ดเกิดขึ้นเนื่องจากการผสมข้ามพันธุ์ที่เกิดขึ้นในช่วงที่ดอกบาน (Deb, 2006) และลักษณะของพื้นที่การปลูกที่แตกต่างกันอาจมีผลทำให้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกัน เนื่องจากข้าวพันธุ์เบิ้ลเกลื้อ ข้าวพันธุ์เบิ้ลละและข้าวพันธุ์เจ้าลิซอเป็นข้าวไร่ ส่วนข้าวพันธุ์เบิ้ลหยางเจอและพันธุ์เบิ้ลเจ้อฟางเป็นข้าวนา สีของข้าวเปลือกข้าวพันธุ์เบิ้ลละมีสีแดงสลับน้ำตาล และมีสีฟางในข้าวพันธุ์เจ้าลิซอ พันธุ์เบิ้ลเกลื้อ พันธุ์เบิ้ลหยางเจอและพันธุ์เบิ้ลเจ้อฟาง ส่วนข้าวกล้องทั้ง 5 สายพันธุ์ มีสีขาว รูปร่างข้าวเปลือกของข้าวพันธุ์เบิ้ลละ ข้าวพันธุ์เบิ้ลเจ้อฟาง ข้าวพันธุ์เบิ้ลหยางเจอ ข้าวพันธุ์เบิ้ลเกลื้อ และข้าวพันธุ์เจ้าลิซอซึ่งมีค่า ความยาว/ความกว้าง (L/W) เท่ากับ 3.0 2.7 3.1 2.7 และ 2.6 ตามลำดับ รูปร่างข้าวเปลือกมีลักษณะป้อม เมื่อเทียบตามเกณฑ์ของข้าวเปลือกรูปร่าง ป้อม คือ $L/W < 3.1$, ข้าวเปลือกรูปร่างเรียว คือ $L/W = 3.3-4.0$, ข้าวเปลือกรูปร่างเรียวยาว คือ $L/W > 4.2$ (ธีระ และคนอื่นๆ, 2555)

ปริมาณกาบาของข้าวพันธุ์เบิ้ลเกลื้อ มีปริมาณสารกาบาสูงสุด รองลงมา คือ พันธุ์เบิ้ลละ พันธุ์เบิ้ลหยางเจอ พันธุ์เจ้าลิซอ และพันธุ์เบิ้ลเจ้อฟาง ตามลำดับ สำหรับกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ข้าวพันธุ์เบิ้ลเกลื้อมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด รองลงมา คือ ข้าวพันธุ์เบิ้ลเจ้อฟาง ข้าวพันธุ์เบิ้ล ข้าวพันธุ์เจ้าลิซอ และข้าวพันธุ์เบิ้ลหยางเจอ ตามลำดับ โดยที่ปริมาณ GABA มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระชนิดหนึ่ง (วรัณพร และคนอื่นๆ, 2555) งานวิจัยนี้มีปริมาณสารกาบาและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์ไม่สัมพันธ์กัน อาจเนื่องมาจากมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพชนิดอื่นๆ ที่มีผลต่อการตรวจวัดด้วย DPPH assay มากกว่ากลุ่มสารที่ศึกษา (ภคินี และคนอื่นๆ, 2556) และข้าวต่างสายพันธุ์กันก็มีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน เช่นปริมาณ แอมิโลส แอมิโลเพกติน จึงทำให้ปริมาณสารกาบาและกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกัน (สำราญ และคนอื่นๆ, 2558) โดยพันธุ์ข้าวที่มี amylose ต่ำมีปริมาณสาร GABA มากกว่าพันธุ์ amylose สูง (พัชรี, 2549; Varanyanond, et al., 2005) นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับลักษณะทางพันธุกรรมในการเปลี่ยนโปรตีนเป็นกรดกลูตามิก (Lásztity, 1996) การสะสมกรดกลูตามิกในเนื้อเยื่อข้าวกล้อง (Roohinejad, et al., 2009) กลไกการเกิดปฏิกิริยาชีวเคมีที่สัมพันธ์กับกระบวนการสังเคราะห์สาร GABA (Shelp, et al., 1999)

เอกสารอ้างอิง

- ธีระ ธรรมวงศา และคนอื่นๆ. (2555). ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคศาสตร์ของข้าวเปลือกข้าวดำนาสวนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. *วารสารวิทยาศาสตร์ มข.*, 40(4), 1138-1148.
- นันทิยา พนมจันทร์ และวิจิตรา อมรวิริยะชัย. (2554). ความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวพื้นเมืองบริเวณลุ่มน้ำทะเลน้อย จังหวัดพัทลุง โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเมล็ด. *วารสารหาดใหญ่วิชาการ*, 9(1), 25-31.
- พัชรี ตั้งตระกูล และคนอื่นๆ. (2549). การใช้ประโยชน์จากคัพพะข้าวและข้าวกล้องงอกเป็นอาหารสุขภาพเพื่อเพิ่มมูลค่า. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- ภคินี อัครเวสสะพงศ์ และคนอื่นๆ. (2556). ความสัมพันธ์ของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระกับปริมาณ Tocopherol และ gamma aminobutyric acid (GABA) ในข้าวกล้องและข้าวกล้องงอก. ในการประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว. (หน้า 326). กรุงเทพฯ : สำนักวิจัยและพัฒนาข้าวกรมการข้าว เขตจตุจักร.
- มณฑา หมี่ไพรพฤกษ์ และคนอื่นๆ. (2559). ความหลากหลายของข้าวพันธุ์พื้นเมืองในจังหวัดกำแพงเพชร. กำแพงเพชร : มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- วรมพร วงศ์สุติน และคนอื่นๆ. (2555). การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารสำคัญในข้าวกล้องงอก. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 43(2) (พิเศษ), 553-556.
- สุรีย์ ศรีวันทนิยกุล และคนอื่นๆ. (2539). การรวบรวม อนุรักษ์ ประเมินลักษณะและจัดหมวดหมู่ข้าวพื้นเมืองในเขตศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก. กรุงเทพฯ : ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการ เกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สำราญ พิมราช และคนอื่นๆ. (2558). ปริมาณกาบาและกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้องงอกพันธุ์พื้นเมือง 5 สายพันธุ์. *วารสารเกษตรพระวรุณ*, 12(1), 35-40.
- อรรธรณ สมใจ จรัสศรี นวลศรี และไพศาล เหล่าสุวรรณ. (2553). ความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวพื้นเมืองบริเวณลุ่มน้ำนาทวีจังหวัดสงขลา โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเมล็ดและเครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 41, 89-97.
- Appa, R.S., et al. (1997). Collection and Classification of Rice Germplasm from the Lao PDR. Part 2 : Northern, Southern and Central Regions, Lao-IRRI Project. **Vientiane : National Agricultural Research Center**, Lao PDR. 41 pp.
- Butsat, S., & Siriamornpun, S. (2010). Antioxidant capacities and phenolic compounds of the husk, bran and endosperm of Thai rice. *Food Chemistry*, 119, 606-613.
- Deb, D. (2006). Flowering asynchrony can maintain genetic purity in rice landraces. *CurrentScience* 91, 155-157.
- Lásztity, R. (1996). *The chemistry of cereal proteins*. CRC Press, Boca Raton FL USA.
- Roohinejad, S., et al. (2009). Evaluation of GABA, crude protein and amino acid composition from different varieties of Malaysian's brown rice. *Australian Journal of Crop Science*, 3(4), 184-190.
- Shelp, B.J., Bown, A.W. & McLean, M.D. (1999). Metabolism and functions of gamma aminobutyric acid. *Trends in Plant Science*, 4(11), 446-452.

- Tripathy, S., Gurung, P. & Sharma, S. D. (2005). Intellectual property contributions with regard to rice genetic resources by tribes of south Orissa, India. **Plant Genetic Resources Newsletter**, **141**, 70-73.
- Varayanond, W., et al. (2005). Effect of water soaking on gamma-aminobutyric acid (GABA) in germ of different Thai rice varieties. **Kasetsart Journal (Natural Science)**, **39**, 411-415.
- Zhang, H., Yao, H.Y. & Chen, F. (2007). Genotype and environmental effects on the relationship between alpha-amylase activity and seedling growth in rice. **Bioscience Biotechnology Biochemistry**, **5**(70), 1160-1165.
- Zhang, Q., Xiang, et al. (2014). Optimizing soaking and germination conditions to improve gamma-aminobutyric acid content in japonica and indica germinated brown rice. **Journal of Functional Foods**, **10**, 283-291.



การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาด้วยบทเรียน e-Learning รายวิชา
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนา

The study of learning achievement of students using e-Learning on Science
and Technology for Development

ขวัญฤทัย ทองบุญฤทธิ์*

Khwanruethai Thongboonrith

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนา 2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนา ของนักศึกษาด้วยรูปแบบ e-learning กับเกณฑ์ผ่านร้อยละ 60 นักศึกษาหมู่เรียน 5713203 โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ศึกษาในภาคการศึกษาที่ 1/2557 เครื่องมือที่ใช้คือ บทเรียน e-learning เก็บรวบรวมข้อมูลโดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เข้าเรียนด้วยบทเรียน e-learning และ ทำแบบทดสอบ เมื่อจบบทเรียนให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วย t-test dependent ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ในภาพรวมค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาด้วย รูปแบบ e-learning ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 แสดงว่านักศึกษาสามารถทำการทดสอบผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ได้จึงยอมรับสมมติฐานที่ 2

คำสำคัญ : บทเรียนออนไลน์ / ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน / วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนา / มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

*อาจารย์ประจำโปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

ABSTRACT

The purposes of this research were 1. to compare the learning achievement of student learning through e-Learning lessons related to Science and Technology for Development 2. to compare the learning achievement Science and Technology for Development with e-Learning and 60% criterion of undergrad students. This study collected the data Environmental science students, Faculty of Science and Technology, Kamphaeng Phet Rajabhat University in semester 1year 2014. The instruments were consisted of e-Learning lessons, pretests and posttest for 6 lessons. The process of data collections started with the pretests followed by e-Learning contents and ended with posttest for every lesson. The results, from statistical data analysis t-test dependent, showed that 1) the mean of posttest scores were significantly higher than those scores of pretest at .05, and 2) as a whole, the mean of undergrad students who studied with E-learning system passed 60% criteria, therefore the 2nd hypothesis could be accepted.

Keywords : e-Learning / Learning Achievement / Science and Technology for Development / Kamphaeng Phet Rajabhat University

บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศการสื่อสารมีความก้าวหน้าครอบคลุมเกือบทุกพื้นที่และสามารถเชื่อมโยงกันได้ทั่วถึง ในการจัดการศึกษาทั้งในและนอกระบบก็ได้นำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อเป็นการเสริมความรู้ความเข้าใจให้กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ทุกที่และทุกเวลา ดังนั้น e-Learning จึงเข้ามามีบทบาทสำคัญมากขึ้นในวงการศึกษาระดับสูง และสามารถเป็นสิ่งที่สนับสนุนการขับเคลื่อนการศึกษาทั้งในระบบและนอกระบบ ปัจจุบันนี้การใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทยแพร่หลายมากขึ้น เพราะค่าใช้จ่ายมีราคาลดลง การที่คนไทยสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีสารสนเทศมากขึ้น นับว่าเป็นนิมิตหมายที่ดีในการที่จะนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาช่วยถ่ายทอดการศึกษาเพื่อยกระดับคุณภาพของประชาชนไทย

รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนา เป็นรายวิชาศึกษาทั่วไปของมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ที่นักศึกษาหลายๆ โปรแกรมจะต้องลงทะเบียนเรียนโดยเนื้อหาของรายวิชาจะเกี่ยวข้องกับ การศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบ กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความหมายและวิธีการของ วิทยาศาสตร์ ความหมายของเทคโนโลยี ภูมิปัญญาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของท้องถิ่นและของไทย ความก้าวหน้าวิทยาการ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทยและนานาชาติ ความสำคัญและบทบาททาง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการพัฒนาท้องถิ่น สังคมและประเทศบนพื้นฐานของระบบเศรษฐกิจพอเพียง จะเห็นได้ว่าเนื้อหาจะมีค่อนข้างมาก จากการสอนที่ผ่านมา นักศึกษาบางรายที่ลงทะเบียนในรายวิชาดังกล่าวไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ดังนั้นอาจารย์ผู้สอนจึงมีแนวคิดทำสื่อการสอน e-Learning เพื่อให้ให้นักศึกษาได้เข้าไปทบทวน เนื้อหาด้วยตนเองหลังจากที่ได้รับการสอนจากอาจารย์ในห้องเรียน รวมถึงการสร้างแบบทดสอบความรู้ให้กับ นักศึกษาเพื่อสามารถติดตามและตรวจสอบความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละรายได้อย่างเหมาะสม ในการศึกษารายวิชานี้เพื่อการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงทำแบบทดสอบความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน ตั้งแต่ บทเรียนที่ 1-6 เพื่อให้นักศึกษาสามารถทำความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น และเป็นการแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจ

ร่วมกัน ซึ่งคาดว่าจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา และนำไปสู่การประยุกต์ในการเรียนการสอน
ครั้งต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการทดลอง
ตามแบบแผนการทดลองกลุ่มเดียวสอบก่อนสอบหลัง (One group pre-test-Post-test design)

2. แหล่งข้อมูล/ผู้ให้ข้อมูล

แหล่งข้อมูลประกอบด้วยประชากร คือ นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีเพื่อการพัฒนา ทั้งหมด 15 คน นักศึกษาหมู่เรียน 5713203 โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบเรียนออนไลน์รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนา รวมทั้งแบบทดสอบก่อนเรียน
และหลังเรียนแต่ละบท จำนวน 6 บท

บทที่ 1 บทนำ

บทที่ 2 การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์

บทที่ 3 ภูมิปัญญาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

บทที่ 4 ความก้าวหน้าทางวิทยาการ

บทที่ 5 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทยและนานาชาติ

บทที่ 6 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับการพัฒนา

3. ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือในการวิจัย แบบสอบแบบปรนัยเลือกตอบแบบ 5 ตัวเลือก

- พิจารณาจากวัตถุประสงค์การเรียนการสอน
- เขียนคำถามและตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกต้อง
- ตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อสอบว่ามีส่วนประกอบที่เป็นคำถาม คำตอบ และตัวลวง

ครบถ้วน

4. การหาคุณภาพ วิเคราะห์ทางสถิติโดย

- การหาค่าเฉลี่ย
- ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- หาค่าประประสิทธิภาพบทเรียนเปรียบเทียบความแตกต่างด้วย Paired Samples T-Test

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนที่ 1 ปฐมนิเทศนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยอธิบายวัตถุประสงค์ของกิจกรรมต่างๆและ
คำแนะนำในบทเรียน e-Learning เพื่อให้มีความเข้าใจตรงกัน

ขั้นตอนที่ 2 ให้นักกลุ่มตัวอย่างเข้าใช้งาน ผ่านโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ ที่ URL <http://lms.kpru.ac.th/>
โดยกำหนดรหัสผู้ใช้และรหัสผ่านให้นักกลุ่มตัวอย่างเพื่อเข้าไปในระบบ จากนั้นกลุ่มตัวอย่างจะทำแบบทดสอบ
ก่อนเรียนผ่านระบบ

ขั้นตอนที่ 3 ให้นักกลุ่มตัวอย่างเข้าเรียนในบทเรียน e-Learning

ขั้นตอนที่ 4 ผู้วิจัยแจ้งกำหนดเวลาในการทำแบบทดสอบหลังเรียนผ่านโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ที่

URL <http://lms.kpru.ac.th/> ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน จากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างทำซ้ำขั้นตอนที่ 2-4 จนครบ 6 บทเรียน

ขั้นตอนที่ 5 นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ

ขั้นตอนที่ 6 ทำการเปรียบเทียบผลของการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาด้วยรูปแบบ e-Learning ของนักศึกษา กับเกณฑ์ผ่านร้อยละ 60 เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย แล้วนำมาเปรียบเทียบตามเกณฑ์ที่กำหนด

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยสถิติทดสอบ t-test dependent

1. กำหนดค่าความเชื่อมั่นไม่น้อยกว่าร้อยละ 95

2. ทำการเปรียบเทียบผลของการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาด้วยบทเรียน e-Learning ของนักศึกษา กับเกณฑ์ผ่านร้อยละ 60

ผลการวิจัย

1. การเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียน e-Learning รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนา พบว่า คะแนนของนักศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนรูปแบบ e-Learning รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนา

วิธีการทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	สถิติ t	p-value
ก่อนเรียน (n=15)	60	20.60	12.136 *	.000
หลังเรียน (n=15)	60	50.13		

$P \leq .05$

จากค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติ t-test dependent เพื่อทดสอบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างกัน ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยคำนวณจากโปรแกรมสำเร็จรูป

จากตาราง ค่า P-value (ค่า Sig)= .000 น้อยกว่า .05 นั่นคือ ปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 แสดงว่าค่าเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาของนักศึกษาด้วยบทเรียน e-Learning กับเกณฑ์ผ่านร้อยละ 60 ในภาพรวมค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาด้วยบทเรียน e-Learning ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 แสดงว่านักศึกษาสามารถทำการทดสอบผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ได้ จึงยอมรับสมมติฐานที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาของนักศึกษาด้วยบทเรียน e-Learning กับเกณฑ์ผ่านร้อยละ 60 (จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน ผ่านเกณฑ์ 34 คะแนน)

รูปแบบการเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	คะแนนตามเกณฑ์ผ่าน	สรุปผล
e-Learning	60.00	50.13	34	ผ่านเกณฑ์

อภิปรายผล

การพัฒนาบทเรียน e-Learning รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนา โดยทดลองใช้กับ นักศึกษาระดับปริญญาตรี โปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร พบว่า

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยคะแนนการทดสอบเฉลี่ยวก่อนเรียนและหลังรายวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนา ของนักศึกษาด้วยบทเรียน e-Learning พบว่าการเรียนเนื้อหา ทั้งหมด 6 บทเรียน ผู้เรียนมีคะแนนสอบเฉลี่ยวหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยวก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยวหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยวก่อนเรียนโดยคะแนนเฉลี่ยวหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 50.13 ก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 20.60 แสดงว่าบทเรียนสามารถทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ในระดับหนึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของคันสนีย์ (2555) ศึกษา ผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจจากการใช้เว็บเครือข่ายสังคมเป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนการสอนของ นักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ โดยมีกลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาโปรแกรมวิทยาการ คอมพิวเตอร์ชั้นปีที่ 3 ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาการบริหารโครงการ จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เว็บเครือข่ายสังคม แผนการเรียนรู้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้อ่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังเรียนโดยใช้เว็บเครือข่ายสังคมเป็นเครื่องมือสูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับเดชพันธ์ (2553) พัฒนาประสิทธิภาพบทเรียน ออนไลน์ตามเกณฑ์ 75/75 เรื่องการวางแผนงานก่อสร้างด้วยโปรแกรม Moodle ทดสอบความแตกต่างก่อน และหลังเรียนบทเรียนออนไลน์ Sig มีค่าเท่ากับ .00 แสดงว่าคะแนนก่อนและหลังเรียนมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ

จากผลข้างต้นที่ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอาจเนื่องมาจากการออกแบบและพัฒนา ผู้เรียนอย่างเป็นระบบ มีการจัดเรียงเนื้อหาให้เข้าใจง่ายและนักศึกษายังสามารถเข้าไปทบทวนเนื้อหาได้ง่ายและ สะดวกรวดเร็ว มีแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนได้ทบทวนแบบไม่จำกัดครั้ง นอกจากนั้นอาจเป็นเพราะบทเรียนที่ออกแบบ และพัฒนาขึ้นสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเอง หรือโดยมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลางผู้เรียนจะต้องรับผิดชอบตนเองใน การเข้าสู่ระบบ e-Learning เพื่อเรียนเนื้อหาทำแบบฝึกหัด ทำแบบทดสอบต่างๆ ด้วยตนเอง ระบบบริหาร จัดการการเรียนรู้ จะทำการบันทึกประวัติและติดตามผู้เรียน โดยบันทึกกิจกรรมต่างๆ ของ ผู้เรียน รวมทั้งการ บันทึกคะแนนสอบก่อนเรียน และคะแนนสอบหลังเรียนไว้ในฐานข้อมูล โดยที่ผู้เรียนเองก็ สามารถทราบ ความก้าวหน้าในการเรียนของตนเอง ดังนั้นการเรียนการสอน ในสภาพแวดล้อมแบบ e-Learning ที่พัฒนาขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียน เกิดความสนใจในการเรียนเนื้อหา จึงเป็นเหตุผลที่ทำให้ผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเฉลี่ยวสูงขึ้น เมื่อเทียบกับคะแนนเฉลี่ยวก่อนเรียน

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาของ นักศึกษาด้วยบทเรียน e-Learning กับเกณฑ์ผ่านร้อยละ 60 ในภาพรวมค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษาด้วยบทเรียน e-Learning ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 แสดงว่านักศึกษาสามารถทำการทดสอบผ่าน เกณฑ์ร้อยละ 60 ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกฤษณา (2555) พัฒนบทเรียนสอนเสริมผ่านเว็บในวิชาการ สื่อสารภาษาอังกฤษธุรกิจสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี การสื่อสารภาษาอังกฤษธุรกิจ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการสื่อสารภาษาอังกฤษธุรกิจ ในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2554 พบว่ามีประสิทธิภาพของบทเรียนโดยรวม มีประสิทธิภาพ 80.02/80.62 และสอดคล้องกับเดชพันธ์ (2553) พัฒนาประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์ตามเกณฑ์ 75/75 เรื่องการวางแผนงานก่อสร้างด้วยโปรแกรม Moodle พบว่าประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์ เรื่องการวางแผนงานก่อสร้าง E1/E2 เท่ากับ 78.87/90.63 แสดงว่าบทเรียนออนไลน์ที่ผลิตขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

เอกสารอ้างอิง

- กฤษณา สิกขมาน. (2555). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาการสื่อสารภาษาอังกฤษธุรกิจ โดยการใช้การสอนแบบ E-Learning. [Online]. Available : <http://www.spu.ac.th/tlc/files/2013/10/54.06.pdf>. [2558, ตุลาคม 5].
- เดชพันธ์ ชูดาภัก. (2553). การพัฒนาประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์ตามเกณฑ์ 75/75 เรื่องการวางแผนงานก่อสร้างด้วยโปรแกรม Moodle. [Online]. Available : <http://ir.rmuti.ac.th/xmlui/handle/123456789/271>. [2558, ตุลาคม 6].
- คันสนีย์ เลี้ยงพานิชย์. (2555). การศึกษาผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจจากการใช้เว็บเครือข่ายสังคมเป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนการสอนของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขา วิทยาการคอมพิวเตอร์. [Online]. Available : http://www.resjournal.kku.ac.th/abstract/17_1_142.pdf. [2559, พฤศจิกายน 4].



การออกแบบบ้านพักสุนัขจากเศษไม้เหลือใช้
Designed Dog Hone from Wood Chips

อรรวรรณ พรหมเมือง*

Aorawan Prommaung

อำไพ แสงจันทร์ไทย**

Aumpai Saengjanthai

พจน์ธรรม ณรงค์วิทย์**

Pojtom Narongwit

กษิภาณุ ยอดคำ***

Kasiphanu Yodkam

มงคล ผูกสัมพันธ์***

Mongkon Phoksamphan

บทคัดย่อ

งานวิจัยการออกแบบบ้านพักสุนัขจากเศษไม้เหลือใช้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบและพัฒนาบ้านสุนัขจากวัสดุเศษไม้เหลือใช้ จากการเก็บแบบสอบถาม กลุ่มผู้เลี้ยงสุนัขภายในจังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 100 คน ผลการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม พบว่า ผู้เลี้ยงสุนัขส่วนใหญ่มีบ้านพักสุนัข คิดเป็นร้อยละ 57 ซึ่งส่วนมากเป็นสุนัขสายพันธุ์ขนาดเล็ก เช่น พันธุ์ยอร์กเชียร์เทอเรีย พันธุ์ชิววา และพันธุ์ชิทสุ เป็นที่นิยมมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 51 โดยจำนวนที่เลี้ยง มักมีจำนวน 1-2 ตัว มากสุด คิดเป็นร้อยละ 57 ส่วนใหญ่มักใช้เศษไม้มาเป็นวัสดุในการทำบ้านสุนัข คิดเป็นร้อยละ 94 การกำหนดรูปทรงที่เหมาะสมกับบ้านสุนัข ผู้เลี้ยงสุนัขมีความเห็นสอดคล้องกันว่า รูปทรงของบ้านสุนัขควรเป็นรูปทรงเรขาคณิต เช่น รูปทรง สี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม วงกลม เป็นต้น คิดเป็นร้อยละ 64 สีที่เหมาะสมกับการทำบ้านสุนัข โดยสีที่เหมาะสมกับบ้านสุนัข คือ สีโทนเย็น เช่น สีฟ้า สีเขียว สีน้ำเงิน คิดเป็นร้อยละ 58 อุปกรณ์เสริมภายในบ้านสุนัขที่ควรมี คือ ประตูและหน้าต่าง คิดเป็นร้อยละ 71 วัสดุที่ใช้ร่วมกับเศษไม้ได้แก่ผ้า คิดเป็นร้อยละ 46 ส่วนราคาบ้านสุนัขควรอยู่ในราคาที่ต่ำกว่า 2,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 57 และมีแนวทางการออกแบบบ้านสุนัข ผู้เลี้ยงสุนัขมีความเห็นสอดคล้องกันว่า บ้านสุนัขควรมีรูปแบบที่ทันสมัย (Modern) คิดเป็นร้อยละ 50 ผลการออกแบบบ้านสุนัขโดยใช้เศษไม้เหลือทิ้งตามความต้องการของผู้เลี้ยงสุนัข จะพบว่ารูปแบบของบ้านสุนัขนั้นจะเป็นแบบรูปทรงเรขาคณิตเพื่อการจัดวางการขนส่งที่ง่ายและถอดประกอบได้ และเหมาะสมกับจัดวางภายในอาคารจึงเป็นเหตุผลที่บ้านสุนัขที่ออกแบบโดยเศษไม้เหลือทิ้งนั้นต้องมีความสวยงาม และสามารถใช้สอย ได้สะดวก และสะดวกในการพกพา

คำสำคัญ : การออกแบบ / บ้านพักสุนัขจากเศษไม้เหลือใช้

*นักวิจัยอิสระ

**อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

***นักศึกษาโปรแกรมวิชาออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

ABSTRACT

The objective is to design and develop the dog house form wood waste materials. The results showed that most dogs are house dog up to percent, and found a 6 small dog such as Yorkshire terrier, Chihuahua, Shih-tzu is most popular of the 51 percent. Shepherd dog, most dog a subconsciously 1-2 as 57 percent. Style house puppy opinion that the overall geometry such as square, triangle, circle etc to percent 64. Cool colors are colors that are appropriate to the dog house such as blue and green to percent 58. The building must have doors and windows to percent 71. Fabric material used in combination with wood chips to percent 46. Most consumers want the dog house for lower than 2,000 baht to percent 57. Designed dog houses popular among consumers is modern to percent 50. The need to use geometric patterns and disassembly are easy and portable. The key to beautiful and appropriate placement in the building.

Keywords : Design / House form Wood Chips

บทนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้เหลือเพียง 102 ล้านไร่ จากปี พ.ศ. 2556-2557 พบว่าป่าไม้ในพื้นที่ประเทศไทยมีเหลือเพียง 107 ล้านไร่ หมายความว่าพื้นที่ป่าไม้ในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2558-2559 นั้นหายไป 5 ล้านไร่ และยังส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศธรรมชาติ จึงทำให้เกิดผลกระทบต่อการอยู่อาศัยของสัตว์ป่า และยังส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อน และน้ำท่วมในหลายจังหวัดของประเทศไทย จึงควรตระหนักในเรื่องภาวะสิ่งแวดล้อม และการใช้ทรัพยากรป่าไม้อย่างจริงจัง และเพื่อลดปัญหาการบุกรุกทำลายป่าของมนุษย์ และอุตสาหกรรมที่ใช้วัสดุจากไม้มาทำผลิตภัณฑ์ จึงมีการรณรงค์ ในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการ Reduce Reuse และ Recycle นวัตกรรมหรือเทคโนโลยีมีผลช่วยในการลดใช้ทรัพยากรธรรมชาติ โดยนำวัตถุดิบเหลือใช้จากการแปรรูป และมีวัตถุดิบเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ นั้นนำมาแปรสภาพใหม่ (Recycle) เพื่อนำกลับมาใช้ซ้ำ หรือวัสดุบางอย่างนำมาแปรสภาพให้เป็นวัสดุทดแทนขึ้น ในหลายวัตถุดิบที่นำมาใช้ก็คือวัสดุจากเศษไม้ที่เหลือจากการแปรรูปทางอุตสาหกรรม ไม่ว่าจะเป็นชิ้นเลื่อย เศษไม้ชิ้นเล็กๆ ที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมได้ จึงต้องนำกลับมาผ่านกระบวนการแปรสภาพเป็นวัสดุใหม่เพื่อการประกอบชิ้นงานของผลิตภัณฑ์ให้เกิดประโยชน์สูงสุด (สิตาวิรี, 2558)

เศษไม้ที่ผ่านการแปรรูปจากอุตสาหกรรมบ้านเรือนครัวจะเป็นไม้เนื้อแข็ง เช่น ไม้สัก ไม้ตะเคียนทอง ไม้แดง ไม้มะค่า เป็นต้น ซึ่งเป็นต้นไม้ป่าหายาก และเป็นต้นไม้ป่าหวงห้าม ตามพระราชบัญญัติกฎหมายป่าไม้ ปี พ.ศ. 2484 และกฎหมายแก้ไขใหม่ปี 2557 ถ้าผู้ใดบุกรุกหรือตัดไม้ประเภทนี้มีโทษปรับและจำคุก (สิตาวิรี, 2558) คุณสมบัติของไม้ประเภทนี้เป็นไม้ที่มีเนื้อแข็งและลวดลายที่สวยงาม ในอดีตนั้นนิยมใช้ในการออกแบบเครื่องเรือนต่างๆ ในการวัสดุประเภทไม้มาแปรรูปผลิตภัณฑ์นั้น ส่วนใหญ่จะเหลือเศษไม้เหลือใช้จำนวนมาก ดังนั้นการนำเศษไม้มาประยุกต์ใช้โดยการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ที่สนองต่อความต้องการของผู้บริโภค และต่อยอดจากเศษไม้ที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีกทำให้เกิดประโยชน์และเพิ่มมูลค่าสูงสุด ตามหลัก 3R การลดการใช้ การการใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าที่สุด การนำหรือเลือกใช้ทรัพยากรที่สามารถนำกลับมาใช้เคล็ด (คณะวิทยาศาสตร์และสาธาณสุขศาสตร์, 2558)

ประชากรส่วนใหญ่ของประเทศไทยจะเลี้ยงสุนัข เพื่อใช้ประโยชน์ในหลายด้าน เช่น การเลี้ยงไว้เฝ้าบ้าน การเลี้ยงแบบลูก หรืออาจจะเลี้ยงไว้ล่าสัตว์ แต่การเลี้ยงไว้ล่าสัตว์นั้นนิยมเฉพาะชาวเขาบางกลุ่มเท่านั้น ในการเลี้ยงสุนัขของคนไทยที่เลี้ยงไว้เฝ้าบ้านอาจจะปล่อยให้นอนนอกบ้านโดยไม่คำนึงถึงสภาพความเป็นอยู่ของสุนัข แต่คนที่เลี้ยงสุนัขแบบลูกสุนัขเปรียบเสมือนสมาชิกในครอบครัวเลี้ยงมักให้ความสำคัญและเอาใจใส่อย่างเป็นพิเศษ ดังนั้นทำให้เห็นแนวทางการออกแบบบ้านสุนัขเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเศษไม้ สอดคล้องกับยุทธศาสตร์การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน ที่สร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์และรับผิดชอบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2559) และเป็นที่อยู่อาศัยสำหรับสุนัข เพื่อใช้ในการหลบร้อน หรือหลบแดด หลบฝน และเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้เลี้ยงสุนัขบางกลุ่มที่มีความต้องการบ้านสุนัขสำหรับอยู่อาศัย และวัสดุจากเศษไม้นี้จะสามารถสร้างประโยชน์ให้กับผู้เลี้ยงสุนัขได้เป็นอย่างมาก เพราะไม้ที่สามารถนำมาทำบ้านให้กับสุนัขนั้นเป็นไม้เนื้อแข็งจึงทำให้มีความแข็งแรงทนทานและมีการใช้งานที่ยาวนาน สีสนของไม้ก็สวยงาม และเพื่อเป็นการส่งเสริมในการ Reduce Reuse และ Recycle อีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลทฤษฎีและปฐมภูมิ เพื่อเป็นแนวทางการออกแบบบ้านสุนัขจากวัสดุเศษไม้เหลือใช้

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบเครื่องมือแบบสอบถาม ได้แก่ เครื่องมือแบบข้อมูลพื้นฐานและข้อมูลเกี่ยวกับบ้านพักสุนัข

ขั้นตอนที่ 3 หาความเที่ยงตรงของเครื่องมือโดยอาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยเพื่อให้ได้เครื่องมือการวิจัยที่มีความเที่ยงตรง มีประสิทธิภาพในการใช้งานวิจัยในขั้นตอนการลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูล

ขั้นตอนที่ 4 ลงพื้นที่เก็บข้อมูลโดยการเก็บแบบสอบถาม จากแหล่งข้อมูล โดยการลงพื้นที่เข้าไปเก็บแบบสอบถามจาก ผู้เลี้ยงสุนัข จำนวน 100 คน ที่ร้านเพชรปลางาม จังหวัดกำแพงเพชร

ขั้นตอนที่ 5 สรุปข้อมูลจากการเก็บแบบสอบถาม โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามโดยนำข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล เพื่อที่จะนำมาปฏิบัติการออกแบบและพัฒนากันสุนัข จากวัสดุเศษไม้เหลือใช้

ขั้นตอนที่ 6 ปฏิบัติการออกแบบและพัฒนากันสุนัข จากวัสดุเศษไม้เหลือใช้โดยออกแบบให้เหมาะสมกับข้อมูลความต้องการของผู้เลี้ยงสุนัข จำนวน 100 คน

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ ข้อที่ 1 เพื่อออกแบบและพัฒนากันสุนัขจากวัสดุเศษไม้เหลือใช้ โดยการเก็บแบบสอบถามผู้เลี้ยงสุนัข 100 คน ภายในกำแพงเพชร

ลักทอง : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สทวท.)

ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2559

ตารางที่ 1 ตารางแสดงผลแบบสอบถามข้อมูลในหัวข้อการเลี้ยงสุนัข

ลำดับ	รายการ	จำนวน	ร้อยละ
ในปัจจุบันท่านเลี้ยงสุนัขหรือไม่	เลี้ยง	100	100
	ไม่เลี้ยง	0	0
รวม		100	100
ท่านมีบ้านสุนัขสำหรับให้สุนัขอาศัยหรือไม่	มี	57	57.0
	ไม่มี	43	43.0
รวม		100	100
สุนัขของท่านมีขนาดตรงกับข้อใด	ขนาดเล็ก เช่น พันธุ์ยอร์กเชียร์ เทอเรีย, พันธุ์ชิวาวา, พันธุ์ชิทสุ เป็นต้น	51	44.0
	ขนาดกลาง เช่น พันธุ์บอสตัน เทอเรีย, พันธุ์ปัก, พันธุ์เฟรนช์บูลด็อก เป็นต้น	31	44.0
สุนัขของท่านมีขนาดตรงกับข้อใด	ขนาดใหญ่ เช่น พันธุ์โกลเดน รีทรีฟเวอร์, พันธุ์ลาบราดอร์ รีทรีฟเวอร์ เป็นต้น	18	3.00
	ขนาดยักษ์ พันธุ์เซนต์เบอร์นาร์ด, พันธุ์เกรทเดน เป็นต้น	0	0
รวม		100	100
ท่านเลี้ยงสุนัขจำนวนกี่ตัว	1-2 ตัว	57	57.0
	2-3 ตัว	22	22.0
	3-4 ตัว	8	8.0
	5 ตัวขึ้นไป	13	13.0
รวม		100	100

จากตารางที่ 1 แสดงจำนวนและค่าร้อยละเกี่ยวกับการเลี้ยงสุนัขและบ้านสุนัข พบว่า ผู้เลี้ยงสุนัขมีบ้านพักสุนัข คิดเป็นร้อยละ 57 ไม่มีบ้านพักให้สุนัขคิดเป็นร้อยละ 43 ขนาดของสุนัข พบว่า สุนัขสายพันธุ์ขนาดเล็ก เช่น พันธุ์ยอร์กเชียร์ เทอเรีย, พันธุ์ชิวาวา, พันธุ์ชิทสุ เป็นที่นิยมมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 51 รองลงมา คือ สุนัขสายพันธุ์ขนาดกลาง เช่น พันธุ์บอสตัน เทอเรีย, พันธุ์ปัก, พันธุ์เฟรนช์บูลด็อกคิดเป็นร้อยละ 31 รองลงมาคือ สุนัขขนาดใหญ่ เช่น พันธุ์โกลเดนรีทรีฟเวอร์, พันธุ์ลาบราดอร์รีทรีฟเวอร์ คิดเป็นร้อยละ 18 น้อยที่สุดคือ สุนัขสายพันธุ์ขนาดยักษ์ ร้อยละ 0 สุนัขสายพันธุ์ขนาดยักษ์ ไม่นิยมเลี้ยงในจังหวัดกำแพงเพชร เนื่องจากราคาแพง และดูแลยาก จำนวนสุนัขที่เลี้ยง พบว่า จำนวน 1-2 ตัว มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 57 รองลงมาคือ จำนวน 2-3 ตัว คิดเป็นร้อยละ 22 รองลงมาคือ จำนวน 3-4 ตัว คิดเป็นร้อยละ 13 น้อยที่สุดคือ จำนวน 3-4 ตัว คิดเป็นร้อยละ 8

ตารางที่ 2 ตารางแสดงผลแบบสอบถามข้อมูลขนาดและบริเวณการเลี้ยงสุนัข

ลำดับ	รายการ	จำนวน	ร้อยละ
ท่านจัดบริเวณพื้นที่ใดให้สุนัขนอน	ภายในตัวอาคาร	49	49.0
	ภายนอกตัวอาคาร	51	51.0
รวม		100	100
ท่านเห็นด้วยหรือไม่ ที่มีการใช้วัสดุเศษไม้ มาเป็นวัสดุในการทำบ้านสุนัข	เห็นด้วย	94	94.0
	ไม่เห็นด้วย โปรดระบุ.....	6	6.0
รวม		100	100
ท่านคิดว่ารูปทรงใดมีความเหมาะสมกับ บ้านสุนัข	รูปทรงเรขาคณิต เช่น รูปทรงจำลอง ของบ้าน สี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม วงกลม เป็นต้น	64	64.0
	รูปทรงธรรมชาติ รูปทรงที่เกิดขึ้นตาม ธรรมชาติ เช่น รูปทรงของสัตว์ ต้นไม้ เป็นต้น	24	24.0
	รูปทรงอิสระ รูปทรงที่ไม่มีโครงสร้างที่ แน่นนอน เช่น รูปทรงของเมฆ กระแสน้ำ ก้อนหิน เป็นต้น	42	42.0
	รวม	100	100
ท่านคิดว่าสีใดเหมาะกับการทำบ้านสุนัข	สีโทนร้อน เช่น สีเหลือง สีส้ม สีแดง	10	10.0
	สีโทนเย็น เช่น สีฟ้า สีเขียว สีนํ้าเงิน	58	58.0
	สีโทนสีกลาง เช่น สีครีม สีขาว	28	28.0
	สีช็อคโกแลต สีดำ		
	สีตัดตรงกันข้าม เช่น สีนํ้าเงินกับสีส้ม		
	สีม่วงกับสีเหลือง	3	3.0
	อื่นๆ ระบุ.....	1	1.0
รวม		100	100

จากตารางที่ 2 บริเวณพื้นที่ของสุนัข พบว่า ผู้เลี้ยงสุนัขส่วนใหญ่มีความเห็นสอดคล้องกัน เลี้ยงสุนัขไว้ภายในอาคาร คิดเป็นร้อยละ 51 เลี้ยงสุนัขไว้ภายนอกอาคาร คิดเป็นร้อยละ 49 การนำวัสดุเศษไม้มาเป็นวัสดุในการทำบ้านสุนัข ผู้เลี้ยงสุนัขมีความคิดเห็นสอดคล้อง ไปในทางเดียวกันว่า เห็นด้วยกับการนำเศษไม้มาเป็นวัสดุในการทำบ้านสุนัข คิดเป็นร้อยละ 94 ไม่เห็นด้วย เนื่องจากผู้เลี้ยงสุนัขมีความเห็นว่า ไม่ควรนำเศษไม้มาเป็นวัสดุในการทำบ้านของสุนัขเพราะมีปัญหาเกี่ยวกับสุขุขคน และขอบกัดแทะของสุนัข คิดเป็นร้อยละ 6 รูปทรงที่เหมาะสมกับบ้านสุนัข ผู้เลี้ยงสุนัขมีความเห็นสอดคล้องกันว่า รูปทรงของบ้านสุนัขควรเป็นรูปทรงเรขาคณิต เช่น รูปทรงจำลองของบ้าน สี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม วงกลม เป็นต้น คิดเป็นร้อยละ 64 รองลงมาคือรูปทรงแบบธรรมชาติ รูปทรงของสัตว์ ต้นไม้ รูปทรงอิสระ รูปทรงที่ไม่มีโครงสร้างแน่นนอน เช่น รูปทรงของเมฆ กระแสน้ำ เป็นต้น คิดเป็นร้อยละ 42 น้อยที่สุดคือรูปทรงธรรมชาติ รูปทรงของสัตว์ต้นไม รูปทรงอิสระ รูปทรงที่ไม่มีโครงสร้างแน่นนอน เช่น รูปทรงของเมฆ กระแสน้ำ เป็นต้น คิดเป็นร้อยละ 24 สีที่เหมาะสมกับการทำบ้านสุนัข

ผู้เลี้ยงสุนัขมีความเห็นสอดคล้อง ตรงกันว่า สัตว์ที่เหมาะสมกับบ้านสุนัข คือ สุนัขเหิน เช่น สุนัขเหิน สีขาว สีดำ คิดเป็นร้อยละ 58 รองลงมาคือสุนัขกลาง เช่น สุนัขเหิน สีขาว สีดำ คิดเป็นร้อยละ 28 รองลงมาคือสุนัขเหิน เช่น สุนัขเหิน สีดำ สีแดง คิดเป็นร้อยละ 10 น้อยที่สุดคือสุนัขเหิน สุนัขเหิน ขาว เช่น สุนัขเหินกับสีส้ม สุนัขเหินกับสีเหลือง คิดเป็นร้อยละ 3

ตารางที่ 3 ตารางแสดงผลแบบสอบถามข้อมูลอุปกรณ์เสริมในการเลี้ยงสุนัข

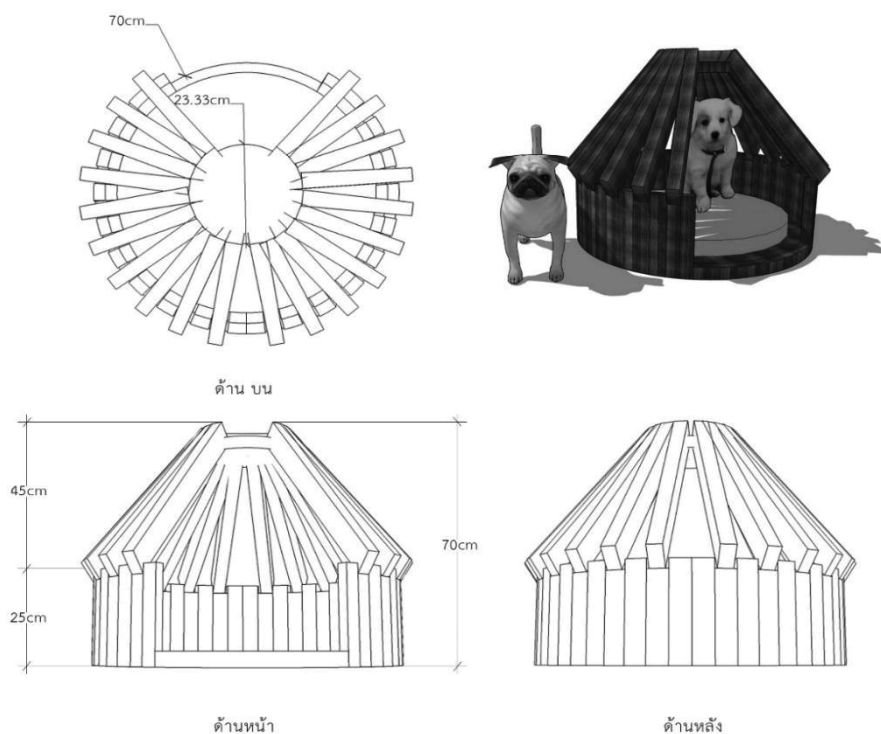
ลำดับ	รายการ	จำนวน	ร้อยละ
ท่านคิดว่าบ้านสุนัขควรมีอุปกรณ์เสริมอะไรบ้าง	พัฒนาสามารถปรับแรงลมได้	22	22.0
	หน้าต่างประตู เปิด/ปิด ได้	71	71.0
	บ้านหมาติดล้อ	1	1.0
	คอมไฟนอก/คอมไฟภายใน	4	4.0
	อื่นๆ ระบุ	2	2.0
รวม		100	100
ท่านคิดว่าควรใช้วัสดุใดร่วมกับเศษไม้	ผ้า	46	46.0
	สแตนเลส	23	23.0
	เหล็ก	26	26.0
	กระจก	2	2.0
	อื่นๆ ระบุ	3	3.0
รวม		100	100
	ต่ำกว่า 2,000 บาท	57	57.0
	ประมาณ 2,001-3,000 บาท	31	31.0
	ประมาณ 3,001-4,000 บาท	6	6.0
	ประมาณ 4,001-5,000 บาท	3	3.0
	มากกว่า 5,000 บาทขึ้นไป	3	3.0
รวม		100	100
	โมเดิร์น	50	50.0
	A-Frame	5	5.0
	ไทยประยุกต์	20	20.0
	ร่วมสมัย	22	22.0
	อื่นๆ ระบุ	3	3.0
รวม		100	100

จากตารางที่ 3 อุปกรณ์เสริมภายในบ้านสุนัขที่ควรมี พบว่า ผู้เลี้ยงสุนัขมีความเห็นสอดคล้องกันว่า บ้านสุนัขควรมีประตูและหน้าต่าง คิดเป็นร้อยละ 71 รองลงมาคือ พัฒนาศูนย์สามารถปรับแรงลมได้ คิดเป็นร้อยละ 22 รองลงมาคือคอมไฟนอก/คอมไฟในคิดเป็นร้อยละ 4 รองลงมาคือ อื่นๆ ซึ่งได้แก่ แอร์ พรม และ ของเล่น สำหรับสุนัข มั่งคั่งกันยง น้อยที่สุดคือ บ้านหมาติดล้อคิดเป็นร้อยละ 1 วัสดุที่ใช้ร่วมกับเศษไม้ ผู้เลี้ยงสุนัขมีความเห็นสอดคล้องกันว่า วัสดุผ้าควรมีนำมาใช้ร่วมกับเศษไม้ คิดเป็นร้อยละ 46 รองลงมาคือเหล็ก คิดเป็นร้อยละ 26 รองลงมาคือ สแตนเลส คิดเป็นร้อยละ 23 รองลงมาคือ อื่นๆ ซึ่งได้แก่ วิวบอร์ดและกระเบื้อง

คิดเป็นร้อยละ 3 น้อยที่สุดคือกระจก คิดเป็นร้อยละ 2 ราคาบ้านสุนัขควรอยู่ในราคา ผู้เลี้ยงสุนัขมีความเห็นสอดคล้องกันว่า บ้านสุนัขควรมีราคาต่ำกว่า 2000 บาท คิดเป็นร้อยละ 57 รองลงมาคือ ราคา 2001-3000 รองลงมาคือ 3001-4000 คิดเป็นร้อยละ 6 น้อยที่สุดคือ 4001-5000 และ 5000 ขึ้นไป ร้อยละ 3 แนวทางการออกแบบบ้านสุนัข ผู้เลี้ยงสุนัขมีความเห็นสอดคล้องกันว่า บ้านสุนัขควรมีรูปแบบที่ทันสมัย (Modern) คิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมาคือรูปแบบร่วมสมัย คิดเป็นร้อยละ 22 รองลงมาคือรูปแบบไทยประยุกต์ คิดเป็นร้อยละ 20 น้อยที่สุดคือรูปแบบ A-Frame คิดเป็นร้อยละ 5

ผลการออกแบบบ้านพักสุนัขจากเศษไม้เหลือใช้

ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบบ้านพักสุนัขจากเศษไม้เหลือใช้ จากข้อมูลการเก็บแบบสอบถาม ผู้เลี้ยงสุนัข ภายในจังหวัดกำแพงเพชร 100 คน



ภาพที่ 1 การออกแบบบ้านพักสุนัขจากเศษไม้เหลือใช้

จากการออกแบบบ้านสุนัขโดยใช้เศษไม้เหลือทิ้งตามความต้องการของผู้เลี้ยงสุนัขจะพบว่า รูปแบบของบ้านสุนัขนั้นจะเป็นแบบรูปทรงเรขาคณิตเพื่อการจัดการวางขนส่งที่ง่ายและถอดประกอบได้และเหมาะสมกับจัดวางภายในอาคารจึงเป็นเหตุผลที่บ้านสุนัขที่ออกแบบโดยเศษไม้เหลือทิ้งนั้นต้องมีความสวยงามและสามารถใช้สอยได้สะดวกอาจจะมีการถอดประกอบได้ นำพาได้ เป็นต้น

อภิปรายผล

ปัจจุบันมนุษย์มีการนำไม้ต่างๆ มาทำบ้าน ต่อเติมอาคาร เพอร์นิเจอร์ต่างๆ อีกมากมายจนทำให้ทรัพยากรธรรมชาติของป่าไม้ลดลงอย่างต่อเนื่อง และจากการใช้สอยข้างต้นนี้ทำให้มีเศษไม้เหลือใช้เป็นจำนวนมากและไม่ได้ถูกนำไปใช้งานต่อให้เกิดประโยชน์แต่อย่างใด จึงทำให้เศษไม้เหล่านีกลายเป็นขยะ และถูกเผาทำเป็นถ่านหรือถูกทำลายทิ้งไป เป็นต้น จึงมีแนวทางในการนำเศษไม้เหลือใช้มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยการเพิ่มมูลค่าให้กับเศษไม้ด้วยการออกแบบบ้านพักสุนัขจากเศษไม้เหลือใช้เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้เลี้ยงสุนัขในปัจจุบัน

จากการศึกษา พบว่า การออกแบบบ้านพักสุนัขจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ มากมาย เช่น ขนาดตัวของสุนัขแต่ละสายพันธุ์ว่ามีความเหมาะสมกับบ้านสุนัขขนาดเท่าไร ความเป็นส่วนตัว อากาศถ่ายเทดีหรือไม่ รูปลักษณ์ และรูปทรงส่วนใหญ่ ผู้เลี้ยงสุนัขต้องการเป็นรูปทรงเรขาคณิต ด้านการใช้สอยจะคำนึงถึงการมีอากาศถ่ายเทมากที่สุด และด้านการใช้วัสดุจะต้องใช้ไม้เนื้อแข็งและทนซึ่งจะทำให้บ้านสุนัขแข็งแรง และนอกจากจะแข็งแรงเนื้อไม้ยังมีความสวยงามเป็นเอกลักษณ์ จึงทำให้มีผลในการตัดสินใจ ซึ่งสอดคล้องกับกรอบแนวคิดในการออกแบบ รูปทรงและรูปร่างที่แปลกใหม่ การใช้งานเป็นหลัก และการใช้วัสดุที่หลากหลาย (ต่อวงศ์, 2553, หน้า 31-42) จากงานวิจัยการออกแบบบ้านสุนัขที่ยกมาข้างต้น จะเห็นว่าการออกแบบบ้านพักอาศัยของสัตว์เลี้ยงนั้น ไม่ใช่เรื่องง่ายๆ ที่หลายคนจะมองข้ามได้ ดังคำกล่าวที่ว่า “จากบ้านคน สู่บ้านสุนัข” ถ้ามนุษย์เราเองยังสรรหามาซึ่งที่พักอาศัยที่ถูกต้องใจตนเองได้ สัตว์เลี้ยงเองก็เช่นกันที่ต้องการที่พักอาศัยที่เหมาะสมแนวทางการออกแบบบ้านสุนัขจากเศษไม้เหลือใช้ จึงอาจเป็นแนวทางที่แสดงให้เห็นถึงกรณีศึกษาความต้องการของผู้เลี้ยงและความเหมาะสมของสุนัข ที่ต้องมีความสอดคล้องกันในการออกแบบ ถึงจะเป็นการออกแบบที่เหมาะสมทั้งสองฝ่ายอย่างแท้จริงซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของสุรพันธ์, (2552) ที่ทำการวิจัยสร้างผลิตภัณฑ์หัตถกรรมจากเศษไม้เหลือใช้เพื่อเพิ่มมูลค่าตามแนวพระราชดำริสปรชาญาเศรษฐกิจพอเพียง นำเศษไม้มาทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากเศษไม้เก่าเพื่อส่งเสริมอาชีพและสร้างรายได้ให้กับชุมชนหรือกลุ่มผู้ประกอบการ

เอกสารอ้างอิง

- คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, สำนักงาน. (2559). **นโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยแห่งชาติ**. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- คณะวิทยาศาสตร์และสาธารณสุขศาสตร์. (2558). **แนวคิดการจัดการขยะด้วยหลัก 3R**. กรุงเทพฯ : การบริหารวิชาการเทศบาลตำบลบางม่วง
- ต่อวงศ์ ปุ้ยพันธุ์วงศ์. (2553). **ความคิดสร้างสรรค์เพื่อการออกแบบ**. กรุงเทพฯ : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- สิตาวีร์ ชีรวิรุฬห์. (2558). **ป่าไม้ แหล่งกำเนิดและความสมดุลของชีวิต**. กรุงเทพฯ : สำนักวิชาการ สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร.
- สุรพันธ์ จันทนะสุต. (2552). **การสร้างผลิตภัณฑ์หัตถกรรมจากเศษไม้เก่าเพื่อเพิ่มมูลค่าตามแนวพระราชดำรัสเศรษฐกิจพอเพียง**. กรุงเทพฯ : คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.



การออกแบบตราสินค้าส่งเสริมการขาย กลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิด
อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก

Design of Trade mark Promotional for Granite Mortar Network System in
Mae Slid Sub-District, Bantak District, Tak Province.

ต่อตระกูล ปัญญาไว*

Tortrakun Panyawai

พจน์ธรรม ณรงค์วิทย์*

Pojtom Narongwit

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการวิจัย 1. เพื่อออกแบบตราสินค้าส่งเสริมการขาย 2. เพื่อประเมินความพึงพอใจกลุ่มผู้ผลิต และกลุ่มผู้บริโภคที่มีต่อตราสินค้าส่งเสริมการขาย ผลการวิจัยพบว่า การออกแบบตราสินค้าส่งเสริมการขายครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก ควรใช้ตัวอักษรแบบไทย ในการออกแบบตราสินค้า เพื่อสื่อถึงความเป็นไทย และควรมีเนื้อหาสำหรับการส่งเสริมการขายอย่างครบถ้วน ควรมีการออกแบบตราสินค้าส่งเสริมการขาย ให้มีอัตลักษณ์เกี่ยวกับสถานที่ท่องเที่ยวของจังหวัดตาก เช่น ภาพครกหินใหญ่ ภาพพระธาตุ อีกทั้งสมควรมีการออกแบบให้มี ลวดลาย และสี สัน ที่สวยงามสอดคล้องกับตัวผลิตภัณฑ์และสื่อความหมายในเชิงอัตลักษณ์ ดังดูดให้ผู้บริโภคเกิดความสนใจต่อตัวผลิตภัณฑ์ พบว่า ควรใช้สีม่วงซึ่งแสดงให้เห็นถึงสีประจำจังหวัดตาก จากการประเมินรูปแบบโดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน พบว่า 1) ตราสินค้าและองค์ประกอบที่มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ แบบที่ 3 มีความเหมาะสมที่สุด โดยมีข้อเสนอแนะว่าจะต้องตัดดาว 3 ดาวในตัวโลโก้ ออก ซึ่งดาว 3 ดาว หมายถึงตราสินค้า OTOP ที่ได้รับการยกย่องในระดับ 3 ดาว 2) ด้านการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้บริโภค ที่มีต่อการออกแบบตราสินค้าส่งเสริมการขาย มีความพึงพอใจต่อตราสินค้า ในระดับมากที่สุด และผู้บริโภค มีความพึงพอใจในระดับมาก

คำสำคัญ : ออกแบบตราสินค้าส่งเสริมการขาย / ครกหิน / แม่สลิด

*นักวิจัยอิสระ

**อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

ABSTRACT

This research was aimed 1. to design the brand promotion and 2. to assess the satisfaction of manufacturers and customers toward designed brand. The finding indicated that brand design promotion for granite mortar from Tambon Mae-Slid, Ban Tak District, Tak, should be using Thai alphabets in the design to reflect Thai scent and should have sufficient information in promoting the brand. The designed brand should have the identity of Tak Province such as the picture of granite mortar or a famous pagoda in Ban Tak District. It should also have a pattern and color consistent with the product to attract customer attentions. From the evaluation of 3 qualified members found that 1) the 3rd designed brand is the most suitable design for the product with suggestion that 3 stars on the brand should be removed. Three stars on the brand of the product means it is a well-respected OTOP product. 2) The satisfaction of the customer on designed brand is at the highest level.

Keywords : Design of Trade mark Promotional / for Granite Mortar / Mae Slid

บทนำ

โครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ หรือเรียกว่า โอท็อป (OTOP) เป็นโครงการกระตุ้นธุรกิจประกอบการท้องถิ่น โดยมีเป้าหมายจะสนับสนุนผลิตภัณฑ์ลักษณะเฉพาะที่ผลิต และจำหน่ายในท้องถิ่นแต่ละตำบล ซึ่งผลิตภัณฑ์ครกหินแกรนิตเป็น OTOP ผลิตภัณฑ์สินค้าของกลุ่มแปรรูปครกหินแกรนิต ที่ตั้งกลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิตอยู่ ตำบลแม่สลิด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก โดยการนำหินแกรนิตมาทำเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปครกหินแกรนิต ครกหินแกรนิตตำบลแม่สลิด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก เป็นที่นิยมเป็นอย่างมากโดยได้รับการยกย่องให้เป็นสุดยอดผลิตภัณฑ์ OTOP เด่นของจังหวัดตาก (Provincial Star OTOP : PSO) ปี 2556 ผลิตภัณฑ์ประเภทของใช้ของตกแต่ง ของที่ระลึกครกหินแกรนิต อำเภอบ้านตาก ซึ่งมีปริมาณการขายที่ 600-700 ชิ้น/เดือน และเป็นยอดจำหน่าย 130,000-200,000 บาท/เดือน ทำให้สามารถเป็นอาชีพหลักในการเลี้ยงครอบครัวได้ และส่งผลให้มีชื่อเสียงในการผลิตครกหินที่มีคุณภาพแก่ชุมชนอีกด้วย

กลุ่มเครือข่ายครกหิน ตำบลแม่สลิด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก เป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่มีการก่อตั้งมาอย่างยาวนาน และขึ้นชื่อในการนำหินแกรนิตมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ครก และผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านต่างๆ มีการริเริ่มก่อตั้งตั้งแต่ 9 มีนาคม พ.ศ. 2549 โดย นางศรีนวล ครุฑหุ่น และได้จำหน่ายผลิตภัณฑ์ครกหินสืบทอดกันมา ผลิตภัณฑ์ครกหินแกรนิตของกลุ่มเครือข่ายครกหิน ตำบลแม่สลิด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก มีความโดดเด่นในเรื่องของความแข็งแรงทนทาน เนื่องจากใช้วัสดุหินแกรนิตภายในจังหวัดตาก ที่จัดว่าเป็นจังหวัดที่มีแหล่งหินแกรนิตที่ดีที่สุดในการผลิต ทำให้เป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่สร้างชื่อเสียงอย่างมากให้กับจังหวัดตาก และได้มีการจดทะเบียนหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ในวันที่ 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2554 โดยมีประธานเป็น นางศรีนวล ครุฑหุ่น ปัจจุบันมีสมาชิกในกลุ่มเครือข่ายรวมแล้วทั้งหมด 42 คน มีผลิตภัณฑ์ ที่โดดเด่น คือผลิตภัณฑ์ครกหินและสาก

ผลิตภัณฑ์ครกหินที่เป็นที่นิยม และประสบความสำเร็จในปัจจุบันล้วนมีตราสินค้าที่เป็นที่น่าจดจำ และดึงดูดสายตาผู้บริโภค ตราสินค้าจึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะส่งเสริมการขายให้แก่ผลิตภัณฑ์ครกหินตำบลแม่สลิด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก ตราสินค้าจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีส่วนช่วยให้ผลิตภัณฑ์ครกหิน ตำบลแม่สลิด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก สามารถจัดจำหน่ายในตลาดได้อย่างถูกต้องตามกฎหมาย นอกจากนั้นยังช่วย

เสริมสร้างศักยภาพในการแข่งขัน และจัดจำหน่ายได้ในระบบตลาดในปัจจุบันได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งปัจจุบัน
ครกหิน ตำบลแม่สลิต อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก ยังไม่มี ตราสินค้าที่ให้ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ ส่งเสริมการขาย
และส่งเสริมภาพลักษณ์ให้กับผลิตภัณฑ์ครกหิน ตำบลแม่สลิต อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก ผู้บริโภคที่มาซื้อของ
ฝาก และผู้ได้รับสินค้าไม่สามารถทราบได้ว่าต้นแหล่งของผลิตภัณฑ์มาจากที่ใด และกรณีต้องการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์
จะติดต่อได้ในช่องทางใด เนื่องจากมีแหล่งผลิตครกหินไม่ใช่ที่ตำบลแม่สลิต อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก เท่านั้น
แต่ยังมีอีกหลายตำบล หลายจังหวัด ที่ทำผลิตภัณฑ์ผลิตครกหิน และมีชื่อเสียงไม่แพ้กัน

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ที่จะออกแบบตราสินค้าส่งเสริม
การขาย กลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิต อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก เพื่อเป็นแนวทางในการทำตรา
สินค้ากลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิต อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก เพื่อให้ข้อมูลของผลิตภัณฑ์
ส่งเสริมการขาย และส่งเสริมภาพลักษณ์ให้กับผลิตภัณฑ์ครกหิน และทำให้ผลิตภัณฑ์ครกหิน ตำบลแม่สลิต
อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก เป็นที่รู้จักมากขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

การออกแบบตราสินค้าส่งเสริมการขายกลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิต อำเภอบ้านตาก
จังหวัดตาก มีวิธีการดำเนินการวิจัย ตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลทุติยภูมิและปฐมภูมิ เพื่อเป็นแนวทางของการออกแบบตราสินค้าส่งเสริม
การขาย กลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิต อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบเครื่องมือการวิจัย ได้แก่ เครื่องมือแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เครื่องมือ
ประเมินรูปแบบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ และเครื่องมือแบบประเมินความพึงพอใจ ตัวแทนกลุ่มเครือข่ายครกหิน
ตำบลแม่สลิต จังหวัดตาก จำนวน 20 คน

ขั้นตอนที่ 3 หาความเที่ยงตรงของเครื่องมือโดยผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อให้ได้เครื่องมือการวิจัยที่มีความ
เที่ยงตรง มีประสิทธิภาพในการใช้ในงานวิจัยในขั้นตอนการลงพื้นที่ เพื่อเก็บข้อมูล

ขั้นตอนที่ 4 ลงพื้นที่เก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง จากแหล่งข้อมูล โดยการลงพื้นที่
สอบถามจากกลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิต อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก จำนวน 20 คน จากการ
เลือกแบบเจาะจง เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่เป็นนามาปฏิบัติการออกแบบตราสินค้าส่งเสริมการขาย กลุ่ม
เครือข่ายครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิต อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก

ขั้นตอนที่ 5 สรุปข้อมูลจากการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์
แบบมีโครงสร้าง โดยนำข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง
แบบประเมินความพึงพอใจ และแบบสำรวจความคิดเห็น เพื่อที่จะนำมาปฏิบัติการออกแบบตราสินค้าส่งเสริม
การขาย กลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิต อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก

ขั้นตอนที่ 6 ปฏิบัติการออกแบบตราสินค้าส่งเสริมการขาย กลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต
ตำบลแม่สลิต อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก โดยการออกแบบร่างตราสินค้าส่งเสริมการขายกลุ่มเครือข่ายครก
หินแกรนิต ตำบลแม่สลิต อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก จำนวน 3 แบบ เพื่อเสนอแบบร่างต่อผู้ทรงคุณวุฒิ

ขั้นตอนที่ 7 เสนอแบบร่างต่อผู้ทรงคุณวุฒิ โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน เพื่อรับฟังความคิดเห็นและ
ข้อเสนอจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน จากการเลือกแบบเจาะจง

ขั้นตอนที่ 8 ปรับปรุงรูปแบบตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยการปรับแก้แบบที่ผู้ทรงคุณวุฒิ
คิดว่าจะเป็นไปได้มากที่สุดเพื่อนำไปสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

ขั้นตอนที่ 9 สร้างตราสินค้าต้นแบบ กลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก โดยใช้ข้อมูลจากการลงพื้นที่หาข้อมูลจากแหล่งข้อมูล และจากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ

ขั้นตอนที่ 10 ประเมินความพึงพอใจกลุ่มผู้ผลิต และกลุ่มผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ครกหินแกรนิตที่มีต่อตราสินค้าส่งเสริมการขาย กลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก โดยการนำแบบประเมินความพึงพอใจของต้นแบบตราสินค้า ตราสินค้าส่งเสริมการขายผลิตภัณฑ์ครกหินแกรนิต เป็นเครื่องมือการประเมินความพึงพอใจแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ ตามกรอบแนวคิดทางการออกแบบ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ กลุ่มผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก จำนวน 100 คน ทำการประเมิน เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลความพึงพอใจ นำมาวิเคราะห์สรุปผลโดยใช้การหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $\bar{X}$ และ S.D. และบรรยายในลักษณะความเรียง

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัย ตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. ผลการดำเนินการตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อออกแบบตราสินค้าส่งเสริมการขาย กลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก มีขั้นตอนดังนี้

1.1 ผลการสังเกตและการสัมภาษณ์ตัวแทนสมาชิกกลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก

จากการวิเคราะห์รูปแบบทั้งหมดของทรงครกหินแกรนิตที่มีอยู่ในปัจจุบัน ของกลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก โดยใช้วิธีการวัดขนาด ครกหินแกรนิตและสัมภาษณ์ถึงรายละเอียด เพื่อการออกแบบตราสินค้าส่งเสริมการขายกลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก โดยยึดจากขนาดของครกหินแกรนิตที่ขายดีที่สุด เพื่อการกำหนดขนาดของตราสินค้าส่งเสริมการขายกลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก มีผลการสังเกตว่ากลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต จำแนกประเภทของครกหิน ตามขนาดของหน้าครก ซึ่งเรียกตามหน่วยวัดเป็นนิ้ว เรียกเป็นครกหินหน้า 4 นิ้ว หน้า 5 นิ้ว หน้า 6 นิ้ว เป็นต้น โดยผลจากการสังเกตและการสัมภาษณ์ พบว่าทรงครกเป็นทรงที่ขายดีที่สุดในทรงทั้งหมดโดยเฉพาะทรงครกหน้า 4 นิ้ว และหน้า 5 นิ้ว ซึ่งส่วนมากผู้บริโภคจะซื้อเป็นของฝากและซื้อเป็นจำนวนมาก เพราะราคาไม่แพงจนเกินไปและทรงกระป๋องเป็นอีกทรงที่ขายดีมาก โดยเฉพาะหน้า 4 นิ้ว และ 5 นิ้ว เพราะมีลักษณะภายนอกที่คล้ายกับทรงครกแต่จะมีความลึกของข้างในครกที่ลึกกว่าซึ่งผู้บริโภคส่วนใหญ่ที่ซื้อจะเป็นแม่ค้า พ่อค้า และเจ้าของร้านอาหารที่จะซื้อไปตำพริกแกง ตำเครื่องเทศ ซึ่งจะไม่กระเด็น ซึ่งลักษณะลึกกว่าทรงอื่น ผู้วิจัยและกลุ่มเครือข่ายครกหิน จึงมีความเห็นสอดคล้องกันว่าควรใช้ครกหินหน้า 4 นิ้ว และหน้า 5 นิ้ว ของทรงครก และทรงกระป๋องเพื่อนำมาเป็นกรณีศึกษาในการทำการออกแบบตราสินค้าส่งเสริมการขายกลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก



ภาพที่ 1 ทรงของครกหิน “ทรงครก” และ “ทรงกระป๋อง” ที่คล้ายกัน แตกต่างกันตรงความลึกกันครก

ผลจากการสัมภาษณ์ ตัวแทนสมาชิกกลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวคิดด้านการออกแบบสิ่งพิมพ์บรรณภัณฑ์ (ศิริพรรณ และคนอื่นๆ 2549, หน้า 129-135) มาใช้ในการสัมภาษณ์ เพื่อหาแนวทางในการออกแบบตราสินค้าให้กับกลุ่มครกหินแกรนิต และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยทำการสัมภาษณ์ตัวแทนกลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต จังหวัดตาก ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมา ดังนี้

ผลการวิเคราะห์จากการสังเกต และสัมภาษณ์ ตัวแทนสมาชิกกลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก พบว่า ด้านข้อมูลที่ต้องการนำเสนอควรใช้ ตัวอักษรไทยเพราะสื่อถึงความเป็นไทย ส่วนเนื้อหาควรให้มีเบอร์โทรศัพท์ ที่อยู่ ตราโอท็อป และตราจังหวัดตาก เพื่อให้ผู้บริโภคสามารถติดต่อได้ ด้านข้อมูลการสื่อความหมายที่ชัดเจน และตรงกับวัตถุประสงค์ในการออกแบบ ควรใช้สัญลักษณ์สถานที่ท่องเที่ยวเกี่ยวกับจังหวัดตากเพื่อแสดงให้เห็นและสื่อความหมายในเชิงอัตลักษณ์ของจังหวัดตาก ด้านใช้ภาพประกอบได้สอดคล้องกับเนื้อหา มีความคิดเห็นสอดคล้องกัน ควรใช้เป็นภาพถ่ายจริงเพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหา ด้านตัวอักษรมีรูปแบบและขนาดที่เหมาะสม และสอดคล้อง กับระยะในการอ่าน มีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่ามีความเหมาะสมด้านการใช้สีได้อย่างสอดคล้องกันและประสมประสานอย่างกลมกลืนกับองค์ประกอบอื่น มีความคิดเห็นสอดคล้องกัน ควรใช้สีม่วง ซึ่งสีม่วงเป็นสีประจำของจังหวัดตากเพื่อแสดงถึงจังหวัดตาก ด้านการจัดวางองค์ประกอบที่ถูกต้องตามหลักการจัดวางองค์ประกอบอ่านได้ง่าย ควรใช้ภาพสถานที่สำคัญของตำบลแม่สลิดเป็นจุดเด่นในการจัดวางองค์ประกอบเพื่อให้ผู้บริโภคได้เห็นสถานที่สำคัญของตำบลแม่สลิด ด้านความสามารถผลิตในระบบอุตสาหกรรมและมีต้นทุน ที่เหมาะสม ตัวแทนสมาชิกกลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก มีความคิดเห็นสอดคล้องกัน ควรใช้กระดาษลูกฟูกในการผลิต เพราะต้นทุนต่ำจึงเหมาะสมใช้ในการผลิต โดยกลุ่มผู้วิจัย ได้นำข้อมูลจากการสังเกต และสัมภาษณ์ มาใช้ในการออกแบบตราสินค้าส่งเสริมการขายกลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก จำนวน 5 รูปแบบ เพื่อการประเมินรูปแบบโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบกราฟิก และแก้ไขปรับปรุงให้มีความเหมาะสม

1.2 ผลการออกแบบ และประเมินผลการออกแบบโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบกราฟิก

ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบตราสินค้าส่งเสริมการขาย ของกลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต จังหวัดตาก จากข้อมูลการวิเคราะห์ที่ได้จากการสังเกตและการสัมภาษณ์ และนำเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบกราฟิก เพื่อการแก้ไขปรับปรุงผลงานให้มีความเหมาะสม โดยแบ่งเป็นการออกแบบตราสินค้า และการออกแบบองค์ประกอบโดยรอบของตราสินค้า



ภาพที่ 2 การออกแบบตราสินค้าครกหิน ตำบลแม่สลิด จังหวัดตาก ทั้งหมด 5 รูปแบบ

จากข้อมูลการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบกราฟิก ระดับอุดมศึกษา จำนวน 3 ท่าน ได้ให้ข้อเสนอแนะด้านการออกแบบตราสินค้าว่า ผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นสอดคล้องกันว่า ควรมีการออกแบบตราสัญลักษณ์ ให้มีความเป็นไทย โดยได้ใช้ตัวอักษรไทยและออกแบบรูปทรงตัวอักษรเพื่อสื่อถึงความเป็นไทย ซึ่งมีความคิดเห็นสอดคล้องกับทางตัวแทนสมาชิกกลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก สัญลักษณ์สำคัญควรเป็นสัญลักษณ์ของครก ซึ่งมีความเห็นสอดคล้องกันว่า รูปแบบที่ 3 มีความเหมาะสมที่สุดในการนำไปใช้งาน แต่ต้องตัดดาว 3 ดวง ในตัวตราสัญลักษณ์ออก เนื่องจากดาว 3 ดวง ผู้ออกแบบได้ออกแบบให้สื่อถึงสินค้า OTOP ที่ได้รับการยกย่องในระดับ 3 ดาวของกลุ่มครกหินแกรนิต ปัจจุบัน ซึ่งในอนาคตอาจมีการเปลี่ยนแปลงเป็นดาว 4-5 ดวง ทำให้การใส่สัญลักษณ์ดาวโอท็อปลงไปบนตราสินค้านั้น ไม่เหมาะสมเนื่องจากข้อมูลเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำข้อเสนอจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบ ไปปรับปรุงรูปแบบของตราสินค้า ให้มีความเหมาะสม และออกแบบองค์ประกอบโดยรอบของตราสินค้าในส่วนของแผ่นปิดหน้าครก ซึ่งเป็นส่วนบอกรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ และยึดสากที่จำหน่ายพร้อมกับครกไม่ให้หลุดออกจากตัวครกเวลาซื้อขาย และขนย้าย ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบทั้งหมด 5 รูปแบบ ดังนี้



ภาพที่ 3 การออกแบบองค์ประกอบโดยรอบตราสินค้าครกหิน ตำบลแม่สลิด จังหวัดตาก ทั้งหมด 5 รูปแบบ

ผลการวิเคราะห์จากการสังเกตและสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบกราฟิก จำนวน 3 ท่าน พบว่าด้านข้อมูลที่ต้องการนำเสนอ มีความคิดเห็นสอดคล้องกัน ความถูกต้องแม่นยำในการ สะกดคำ และครบถ้วนของข้อมูลที่ต้องการนำเสนอดี การใช้คำถูกต้อง เหมาะสม มีข้อมูลที่สามารถติดต่อได้เพื่อ การส่งเสริมการขายให้แก่ผลิตภัณฑ์ครกหินแกรนิต ด้านข้อมูลการสื่อความหมายที่ชัดเจน และตรงกับ วัตถุประสงค์ในการออกแบบ การสื่อความหมายที่ชัดเจนตรงกับวัตถุประสงค์ในการออกแบบดีมาก แต่ควร เลือกใช้รูปทรงของครก เพียงชิ้นเดียวในส่วนหลังตราสินค้า เพื่อสร้างเอกลักษณ์และไม่ซับซ้อน ด้านใช้ ภาพประกอบได้สอดคล้องกับเนื้อหา ควรใช้เป็นภาพถ่ายจริงเพื่อสอดคล้องกับเนื้อหา ใช้ภาพประกอบได้ สอดคล้องกับเนื้อหา ตรงตามที่กลุ่มผู้ผลิตต้องการ อย่างเหมาะสม ภาพที่ใช้สื่อถึงสถานที่ท่องเที่ยวของอำเภอ บ้านตากสามารถบอกถึงแหล่งจำหน่ายและสถานที่สำคัญในจังหวัดได้เหมาะสม ด้านตัวอักษรมีรูปแบบและ ขนาดที่เหมาะสมและควรมีการเว้นระยะห่างของคำ และพื้นที่ว่างในการออกแบบเพื่อให้เหมาะสมแก่สายตา ด้านการใช้สีได้อย่างสอดคล้องกันและกลมกลืนกับองค์ประกอบอื่น โดยการใช้สีร่วมในการออกแบบและใช้เป็นสี หลัก ซึ่งเป็นสีประจำของจังหวัดตาก การจัดวางองค์ประกอบอ่านได้ง่าย และสมควรให้ภาพสถานที่สำคัญของ ตำบลแม่สลิตเป็นจุดเด่นในการจัดวางองค์ประกอบ เพื่อที่จะให้ผู้บริโภคได้เห็นสถานที่สำคัญของตำบลแม่สลิต เหมาะสมแก่การเป็นของฝาก ตราสัญลักษณ์อ่านได้เข้าใจง่าย แต่มีรายละเอียดเยอะเกินไป ควรมีการลดทอน รายละเอียดลงเล็กน้อย เพราะมีผลต่อประสิทธิภาพในการจดจำของกลุ่มผู้บริโภค ซึ่งรูปแบบที่ผู้ทรงคุณวุฒิมี ความเห็นสอดคล้องกันในการพัฒนาต่อยอดสู่การประเมิน มีรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 ซึ่งผู้วิจัย ได้นำมาปรับแก้ตามความเหมาะสมที่ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะ เพื่อการประเมินความพึงพอใจกลุ่มผู้ผลิตและกลุ่ม ผู้บริโภคกลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิต อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก ต่อไป ทั้งหมด 3 รูปแบบ ดังนี้



รูปแบบที่ 1



รูปแบบที่ 2



รูปแบบที่ 3

ภาพที่ 4 รูปแบบของฉลากและตราสินค้าครกหินแม่สลิต ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขจากคำแนะนำของ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบกราฟิก

2. ผลการดำเนินการตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อประเมินความพึงพอใจกลุ่มผู้ผลิต และกลุ่มบริโภค ที่มีต่อตราสินค้าส่งเสริมการขาย กลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิต อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก มีขั้นตอน ดังนี้

2.1 ผลการประเมินความพึงพอใจกลุ่มผู้ผลิตครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิต อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก ที่มีต่อตราสินค้าส่งเสริมการขาย

ผู้วิจัยได้นำตราสินค้าส่งเสริมการขาย ไปประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ผลิตครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิต อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก จำนวน 20 ร้าน โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

(พรสนอง, 2550, หน้า 125) จากตัวแทนกลุ่มเครือข่ายครกหินที่มีส่วนร่วมในการเข้าประชุมกลุ่มเครือข่ายประจำเดือน มีผลการประเมิน ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ผลิตที่มีต่อตราสินค้าส่งเสริมการขาย แบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ

ลำดับ	เกณฑ์การประเมิน	ผู้บริโภค (n=20)		
		$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1	ความถูกต้องแม่นยำในการสะกดคำ และครบถ้วนของข้อมูลที่ต้องการนำเสนอ	4.60	0.50	มากที่สุด
2	การสื่อความหมายที่ชัดเจนและตรงกับวัตถุประสงค์ในการออกแบบ	4.60	0.50	มากที่สุด
3	ใช้ภาพประกอบได้สอดคล้องกับเนื้อหา	4.90	0.31	มากที่สุด
4	ตัวอักษรมีรูปแบบและขนาดที่เหมาะสมและสอดคล้อง กับระยะในการอ่าน	4.75	0.44	มากที่สุด
5	ใช้สีได้อย่างสอดคล้องกันและประสมประสานอย่างกลมกลืนกับองค์ประกอบอื่น	4.70	0.47	มากที่สุด
6	การจัดวางองค์ประกอบที่ถูกต้องตามหลักการจัดวางองค์ประกอบอ่านได้ง่าย	4.85	0.37	มากที่สุด
7	สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรมและมีต้นทุนที่เหมาะสม	4.80	0.41	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมการประเมินความพึงพอใจ		4.74	0.43	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจการออกแบบตราสินค้าส่งเสริมการขาย กลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก โดยตัวแทนผู้ผลิต จำนวน 20 ท่าน พบว่า จากค่าเฉลี่ยรวมของเกณฑ์การประเมินมีค่าเฉลี่ยรวมการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ผลิตที่มีต่อตราสินค้าส่งเสริมการขาย แบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ พบว่า ความพึงพอใจตราสินค้ามีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.74$) ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.43) พบว่า ความถูกต้องแม่นยำในการสะกดคำ และครบถ้วนของข้อมูลที่ต้องการนำเสนอ มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.60$) ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.50) การสื่อความหมายที่ชัดเจนและตรงกับวัตถุประสงค์ในการออกแบบมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.60$) ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.50) ใช้ภาพประกอบได้สอดคล้องกับเนื้อหา มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.90$) ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.31) ตัวอักษรมีรูปแบบและขนาดที่เหมาะสมและสอดคล้อง กับระยะในการอ่านมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.75$) ส่วน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.44) ใช้สีได้อย่างสอดคล้องกันและประสมประสานอย่างกลมกลืนกับองค์ประกอบอื่น มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.70$) ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.47) การจัดวางองค์ประกอบที่ถูกต้องตามหลักการจัดวางองค์ประกอบอ่านได้ง่าย มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.85$) ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.37) สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรมและมีต้นทุน ที่เหมาะสมมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.80$) ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.41) โดยรวมถือว่าอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งจะพบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุดนั้น

เนื่องจากกลุ่มเครือข่ายครกหินยังไม่เคยมีตราสินค้ามาก่อน ทำให้กลุ่มผู้ผลิตครกหินมีความพึงพอใจกับตราสินค้าที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบให้เป็นอย่างมาก

2.2 ผลการประเมินความพึงพอใจกลุ่มผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิิด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก ที่มีต่อตราสินค้าส่งเสริมการขาย

ผู้วิจัยได้นำตราสินค้าส่งเสริมการขาย ไปประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิิด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก จำนวน 100 คน โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง โดยเลือกจากผู้บริโภคสินค้าและของฝากของจังหวัดตาก ณ บริเวณสถานที่จัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ครกหินแกรนิต (Purposive sampling) (พรสนอง, 2550, หน้า 125) มีผลการประเมิน ดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้บริโภคที่มีต่อตราสินค้าส่งเสริมการขาย
แบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ

ลำดับ	เกณฑ์การประเมิน	ผู้บริโภค (n=100)		
		$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1	ความถูกต้องแม่นยำในการสะกดคำ และครบถ้วนของข้อมูลที่ต้องการนำเสนอ	4.45	0.50	มาก
2	การสื่อความหมายที่ชัดเจนและตรงกับวัตถุประสงค์ในการออกแบบ	4.40	0.49	มาก
3	ใช้ภาพประกอบได้สอดคล้องกับเนื้อหา	4.40	0.59	มาก
4	ตัวอักษร มีรูปแบบและขนาดที่เหมาะสมและสอดคล้อง กับระยะในการอ่าน	4.20	0.75	มาก
5	ใช้สีได้อย่างสอดคล้องกันและประสมประสานอย่างกลมกลืนกับองค์ประกอบอื่น	3.48	0.73	ปานกลาง
6	การจัดวางองค์ประกอบที่ถูกต้องตามหลักการจัดวางองค์ประกอบอ่านได้ง่าย	4.10	0.54	มาก
7	สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรมและมีต้นทุนที่เหมาะสม	4.45	0.50	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมการประเมินความพึงพอใจ		4.21	0.59	มาก

จากตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจการออกแบบตราสินค้าส่งเสริมการขาย กลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิิด อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก โดยผู้บริโภคพบว่าค่าเฉลี่ยรวมการประเมินความพึงพอใจตราสินค้า มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X}=4.21$) ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.59) พบว่าความถูกต้องแม่นยำในการสะกดคำ และครบถ้วนของข้อมูลที่ต้องการนำเสนอ มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X}=4.45$) ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.=0.50) การสื่อความหมายที่ชัดเจนและตรงกับวัตถุประสงค์ในการออกแบบมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X}=4.40$) ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.= 0.49) ใช้ภาพประกอบได้สอดคล้องกับเนื้อหา มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X}=4.40$) ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.= 0.59) ตัวอักษร มีรูปแบบและขนาดที่เหมาะสมและสอดคล้อง กับระยะในการอ่าน มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X}=4.20$) ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.= 0.75) ใช้สีได้อย่างสอดคล้องกันและประสมประสานอย่างกลมกลืนกับองค์ประกอบอื่น มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง ($\bar{X}=3.48$)

ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.= 0.73) การจัดวางองค์ประกอบที่ถูกต้องตามหลักการจัดวางองค์ประกอบอ่านได้ง่าย มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X}=4.10$) ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.= 0.54) สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรมและมีต้นทุน ที่เหมาะสมมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X}=4.45$) ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.= 0.50)



ภาพที่ 5 รูปแบบของฉลากและตราสินค้าครกหินแม่สลิตร่วมผลิตภัณฑ์ครกหินแกรนิต

อภิปรายผล

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล การออกแบบตราสินค้าส่งเสริมการขายกลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิตร อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก ผู้วิจัยได้นำมาอภิปรายผลการวิจัย โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ตามหัวข้อวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. อภิปรายผลขั้นตอนเพื่อออกแบบตราสินค้าส่งเสริมการขาย กลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิตร อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก พบว่า กลุ่มผู้ผลิตมีความเห็นสอดคล้องกันว่า ควรใช้ตัวอักษรไทย ในการออกแบบตราสินค้า และออกแบบตัวอักษรให้สื่อถึงความเป็นไทย และควรมีเนื้อหาสำหรับการส่งเสริมการขายอย่างครบถ้วน พร้อมทั้งการใช้สีม่วงที่เป็นสีประจำจังหวัดตากมาใช้ในการออกแบบ ความเห็นสอดคล้องกันระหว่างกลุ่มเครือข่ายและการมีส่วนร่วมในการออกแบบนั้น มีความสอดคล้องกับแนวคิดของปราณี (2552) กล่าวว่า การสร้างความเข้าใจที่ตรงกันระหว่างบุคคลภายในองค์กรเป็นอันดับแรก ก่อนดำเนินการไปสื่อสารกับกลุ่มบุคคลอื่นๆ ที่อยู่ภายนอกองค์กร เพื่อให้เกิดการรับรู้ตราสินค้า และก่อให้เกิดภาพลักษณ์ต่อตราสินค้า ภายในใจของบุคคล ดังนั้นเอกลักษณ์ของตราสินค้าที่ดีส่งผลต่อภาพลักษณ์ของสินค้าที่ดีเป็นระยะเวลานานและต่อเนื่องก่อให้เกิดชื่อเสียงของตราสินค้าที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค และในด้านการประเมินรูปแบบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีความเห็นสอดคล้องกันว่า ตราสินค้าและองค์ประกอบที่มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ครกหิน คือรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 จากทั้งหมด 5 รูปแบบ โดยมีข้อเสนอแนะในการแก้ไขว่า จากข้อมูลการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบกราฟิก ได้ให้ข้อเสนอแนะด้านการออกแบบตราสินค้าว่า ผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นสอดคล้องกันว่า ควรมีการออกแบบตราสินค้า ให้มีเอกลักษณ์ ความเป็นไทยและมีความโดดเด่น ตราสินค้าที่ใช้ควรใช้รูปครกในตราสินค้าเพียงรูปเดียวเพื่อสื่อถึงผลิตภัณฑ์ เพราะหากลงรายละเอียดมากเกินไปจะทำให้องค์ประกอบดูไม่มีความสวยงาม ผู้ทรงคุณวุฒิจึงมีความเห็นสอดคล้องกันว่า จะต้องปรับปรุงโดยตัดดาว 3 ดวง ในตัวตราสัญลักษณ์ออก เนื่องจากดาว 3 ดวง ผู้ออกแบบได้ออกแบบให้สื่อถึงสินค้า OTOP ที่ได้รับการยกย่องในระดับ 3 ดาวของกลุ่มครกหิน ณ ปัจจุบัน ซึ่งในอนาคตอาจมีการเปลี่ยนแปลงเป็นดาว 4-5 ดวงก็เป็นได้ ทำให้การใส่ดาว 3 ดาวไปบนตราสินค้านั้น ไม่เหมาะสม เนื่องจากข้อมูลเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เมื่อได้ปรับปรุงแก้ไขรูปแบบตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว แบบที่ 3 ของตราสินค้าจึงมีความเป็นไปได้มากที่สุดที่จะนำมาใช้งานเพื่อให้ได้ตราสินค้าที่มี

ความเหมาะสม สอดคล้องกับกรอบแนวคิดด้านการออกแบบสิ่งพิมพ์บรรจุภัณฑ์ (ศิริพรรณ และคนอื่นๆ, 2549, หน้า 129-135) ได้กล่าวไว้ว่า การออกแบบสิ่งพิมพ์และบรรจุภัณฑ์ ต้องมีองค์ประกอบ ดังนี้ (1) ความถูกต้องแม่นยำในการสะกดคำ และครบถ้วนของข้อมูลที่ต้องการนำเสนอ (2) การสื่อความหมายที่ชัดเจนและตรงกับวัตถุประสงค์ในการออกแบบ (3) ใช้ภาพประกอบได้สอดคล้องกับเนื้อหา (4) ตัวอักษรมีรูปแบบและขนาดที่เหมาะสมและสอดคล้อง กับระยะในการอ่าน (5) ใช้สีได้อย่างสอดคล้องกันและประสมประสานอย่างกลมกลืนกับองค์ประกอบอื่น (6) การจัดวางองค์ประกอบที่ถูกต้องตามหลักการจัดวางองค์ประกอบอ่านได้ง่าย (7) สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรมและมีต้นทุนที่เหมาะสม

2. อภิปรายผลการประเมินความพึงพอใจกลุ่มผู้ผลิต และกลุ่มบริโภคที่มีต่อ ตราสินค้าส่งเสริมการขาย กลุ่มเครือข่ายครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิต อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก พบว่า จากการสอบถามกลุ่มผู้ผลิตครกหินแกรนิต ตำบลแม่สลิต อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก ทั้งหมด 20 คน มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด เนื่องจากกลุ่มเครือข่ายครกหินยังไม่เคยมีตราสินค้ามาก่อน ทำให้กลุ่มผู้ผลิตครกหินมีความพึงพอใจกับตราสินค้าที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบให้เป็นอย่างมาก และจากการประเมินความพึงพอใจกลุ่มผู้บริโภค พบว่ามีความพึงพอใจต่อตราสินค้าในระดับมาก ซึ่งประเด็นที่มีความพึงพอใจน้อยที่สุดคือเรื่องของการใช้สีกับองค์ประกอบอื่นๆ ซึ่งการนำภาพสถานที่ท่องเที่ยวต่างๆ ของจังหวัดมาเปลี่ยนสีให้เป็นโทนเดียวกันทั้งหมด ทำให้ภาพดูไม่ออกและไม่สามารถสื่อถึงสถานที่ต่างๆ ได้เท่าที่ควร

เอกสารอ้างอิง

- ปราณี เอี่ยมลออภักดี. (2552). บทบาทของเอกลักษณ์ตราสินค้าในการกำหนดความนิยมตราสินค้าที่มีชื่อเสียง. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, 29(3).
- พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. (2550). วิธีวิทยาการวิจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริพรณ์ ปิเตอร์ และคนอื่นๆ. (2549). เทคโนโลยีก่อนพิมพ์. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.



การกำจัดฟีนอลโดยการดูดซับบนถ่านกัมมันต์ที่ปรับปรุงด้วยเซทพิริดิเนียมคลอไรด์
Removal of Phenol by Adsorption on Modified Activated Carbon with
Cetylpyridinium Chloride

ทิชากร สวนใจดี*

Thichakorn Suanjaide

ปรีชา ปัญญา**

Preecha Panya

บทคัดย่อ

การศึกษาการดูดซับฟีนอลจากสารละลายบนถ่านกัมมันต์จากเห้งมันสำปะหลังที่ไม่ได้ปรับปรุงผิว (AC) และที่ปรับปรุงผิว (MAC) ด้วยเซทพิริดิเนียมคลอไรด์ (CPC) ซึ่งเป็นสารลดแรงตึงผิวชนิดไอออนบวก การปรับปรุงผิวถ่านกัมมันต์โดยใช้สารลดแรงตึงผิวที่มีความเข้มข้น 0.45, 0.9 และ 1.8 มิลลิโมลาร์ สอดคล้องกับ 0.5, 1.0 และ 2 เท่าของค่าความเข้มข้นวิกฤตไมเซลล์ (cmc) ผลการศึกษาพบว่า MAC ที่ปรับปรุงผิวด้วย CPC เข้มข้น 0.45, 0.9 และ 1.8 มิลลิโมลาร์มีพื้นที่ผิวสูงขึ้นเมื่อเทียบกับ AC สำหรับการศึกษาไอโซเทอร์มการดูดซับฟีนอลบน AC หรือ MAC พบว่า ข้อมูลจากสมการทดลองมีความสัมพันธ์กับไอโซเทอร์มแบบแลงเมียร์และฟรอยด์ลิค แต่สอดคล้องกับไอโซเทอร์มแบบแลงเมียร์มากกว่าทั้ง AC และ MAC และพบว่า MAC ที่ปรับปรุงผิวด้วย CPC ที่ความเข้มข้น 0.45, 0.9 และ 1.8 มิลลิโมลาร์มีความสามารถในการดูดซับฟีนอลเท่ากับ 0.0131, 0.0106 และ 0.0137 มิลลิโมลต่อกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าเมื่อเทียบกับ AC ซึ่งมีความสามารถในการดูดซับเท่ากับ 0.0056 มิลลิโมลต่อกรัม จึงสรุปได้ว่า MAC ที่ปรับปรุงผิวด้วย CPC ที่ความเข้มข้น 1.8 มิลลิโมลาร์มีความเหมาะสมในการกำจัดฟีนอลได้สูงสุด

คำสำคัญ : เห้งมันสำปะหลัง / ถ่านกัมมันต์ที่ปรับปรุง / ไอโซเทอร์มการดูดซับ /
เซทพิริดิเนียมคลอไรด์ / ฟีนอล

*นักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

**อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

ABSTRACT

The adsorption processes of phenol from aqueous solution onto a activated carbon from cassava root (AC) and a modified activated carbon (MAC) with cationic surfactant cetylpyridinium chloride (CPC) was investigated. AC was mixed with a surfactant solution of 0.45, 0.9 and 1.8 mM with correspond with 0.5, 1.0 and 2.0 time critical micelle concentration (cmc). The results showed that the MAC with a surfactant solution of 0.45, 0.9 and 1.8 mM have a higher surface area compared with the AC. Adsorption isotherm onto the AC or MACs was investigated in a batch adsorption experiment in order to obtain the optimum conditions for the phenol adsorption process. Experimental equilibrium data was obtained and correlated with Langmuir and Freundlich isotherms. The results are shown that the Langmuir isotherm model better fits the experimental data compared with the Freundlich isotherm for both AC and MAC. It was found that the MACs with a surfactant solution of 0.45, 0.9 and 1.8 mM CPC have a higher phenol adsorption capacity, with 0.0131, 0.0106 and 0.0137 mmol/g, respectively, compared with AC, which has a capacity of 0.0056 mmol/g. It can be conclude that MAC with 1.8 mM CPC is available for highest amount of phenol removal.

Keywords : Cassava Root / Modified Activated Carbon / Adsorption Isotherm / Cetylpyridinium Chloride

บทนำ

ถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) เป็นวัสดุดูดซับที่มีพื้นที่ผิวสูงมีความพรุนสูง (Mahaninia, et al., 2015) จึงมีความสามารถในการดูดซับสูง ถ่านกัมมันต์แบ่งออกเป็นชนิดผงและชนิดเม็ด ได้มีการนำถ่านกัมมันต์ชนิดผงมาใช้ในการกระบวนการต่างๆ ได้แก่ การบำบัดน้ำเสีย การตกตะกอนทางเคมี การแลกเปลี่ยนไอออน หรือนำไปใช้ในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับสารละลายหรือของเหลว เช่น ฟอกสีและดูดกลิ่นในอุตสาหกรรมน้ำตาล ฟอกสีและแต่งรสในอุตสาหกรรมน้ำมันพืช ฟอกสีและดูดกลิ่นในอุตสาหกรรมอาหาร ดูดกลิ่นและทำให้รสชาติดีขึ้นในอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม การทำน้ำให้บริสุทธิ์ในอุตสาหกรรมน้ำดื่ม เป็นต้น ส่วนชนิดเม็ดหรือเกล็ดจะใช้ในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทำแก๊สให้บริสุทธิ์ เช่น ดูดแก๊สในอุตสาหกรรมเครื่องกรองอากาศ ดูดซับแก๊สพิษและไอพิษในอุตสาหกรรมเครื่องกันแก๊สพิษ ดูดซับโลหะหนักในการบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ (Lo, et al., 2012) ปัจจุบันการใช้งานถ่านกัมมันต์เป็นไปอย่างกว้างขวาง และมีแนวโน้มการใช้งานขยายตัวเพิ่มขึ้นทั้งในประเทศและต่างประเทศ

ฟีนอลเป็นสารมลพิษที่เป็นอันตรายที่พบในน้ำเสีย และมักจะถูกปล่อยออกจากโรงกลั่นน้ำมัน โรงงานปิโตรเคมี โรงงานถ่านหิน โรงงานผลิตเรซิน และอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่มีปริมาณส่วนเกินของฟีนอล ทำให้เกิดอันตรายเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ในน้ำและยังเป็นอันตรายต่อเซลล์ของมนุษย์ คือเป็นพิษต่อหน่วยพันธุกรรม และอาจเป็นสาเหตุของการเกิดมะเร็ง จึงได้มีกระบวนการกำจัดฟีนอลจากการปนเปื้อนในน้ำเสียด้วยวิธีการต่างๆ ได้แก่ การกรอง การแลกเปลี่ยนไอออน และการดูดซับ เป็นต้น (ปรินทร, 2551) โดยเฉพาะเทคโนโลยีการดูดซับโดยใช้คาร์บอนได้เป็นที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากคาร์บอนหรือถ่านที่ใช้อยู่เป็นคาร์บอนกัมมันต์ หรือถ่านกัมมันต์จะมีโครงสร้างพื้นผิวที่มีรูพรุนสูงและมีประสิทธิภาพกว่าถ่านธรรมดา และไม่เป็นอันตรายกับสภาพแวดล้อม (Cheng, et al., 2016) เนื่องจากกระบวนการดูดซับใช้ต้นทุนต่ำ

แต่การที่จะได้ถ่านที่มีประสิทธิภาพ ราคาไม่แพงและทำหน้าที่เป็นตัวดูดซับที่ดี เพื่อเอาฟีนอลออกมาจากของเสีย ในสถานะของเหลว จึงได้มีการเพิ่มความจุของถ่านกัมมันต์ที่ใช้เป็นสารดูดซับ โดยใช้วิธีการปรับปรุงพื้นผิวของ ถ่านกัมมันต์ด้วยสารเคมี และการปรับเปลี่ยนโดยการใส่ด่างตั้งผิวเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถเพิ่มความจุในการ ดูดซับของถ่านกัมมันต์ได้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำหน้าที่ดูดซับได้มากขึ้น (Kilic, et al., 2011) ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ จึงเป็นการปรับปรุงพื้นผิวถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากเหง้ามันสำปะหลังด้วยเซพทิลพริดีเนียม- คลอไรด์ (CPC) ซึ่งเป็นสารลดแรงตึงผิวชนิดไอออนบวก ที่ความเข้มข้นที่สอดคล้องกับค่าความเข้มข้นวิกฤตของ ไมเซลล์ จากนั้นศึกษาพื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์จากเหง้ามันสำปะหลังที่ไม่ได้ปรับปรุงผิวและที่ปรับปรุงผิวด้วย CPC และทดสอบการใช้งานโดยการดูดซับฟีนอลในน้ำเสียสังเคราะห์

วิธีดำเนินการวิจัย

สารที่ใช้ในการทดลอง

สารละลายฟีนอล (Phenol crytallized, 99%) สารลดแรงตึงผิว เซพทิลพริดีเนียมคลอไรด์ (Cetylpyridinium chloride or CPC 99%) MW=340 g/mol (Fluka) โดยมีค่าความเข้มข้นวิกฤตของไมเซลล์ (critical micelle concentration, cmc) ของ CPC เท่ากับ 0.9 mM สำหรับเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ความเข้มข้นของสารละลายฟีนอล ได้แก่ เครื่องยูวีวิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-visible Spectrophotometer, UV) รุ่น UV-1800

การเตรียมถ่านกัมมันต์ (AC) และถ่านกัมมันต์ที่ปรับปรุงผิว (MAC)

นำถ่านกัมมันต์จากเหง้ามันสำปะหลังเตรียมได้จากผลการวิจัยของ (ธีระ และปรีชา, 2554) โดยวิธีการ กระตุ้นทางเคมีโดยใช้ซิงค์คลอไรด์เป็นสารกระตุ้นที่อุณหภูมิการคาร์โบไนซ์เท่ากับ 500 องศาเซลเซียส ที่เวลา ของการกระตุ้นเท่ากับ 30 นาที และที่อัตราส่วนถ่านต่อซิงค์คลอไรด์เท่ากับ 1 ต่อ 2 แล้วนำถ่านกัมมันต์จาก เหง้ามันสำปะหลังที่ได้มาปรับปรุงด้วยสารลดแรงตึงผิว CPC ที่ความเข้มข้น 0.45, 0.9 และ 1.8 มิลลิโมลาร์ ตามลำดับ

สำหรับวิธีการเตรียมถ่านกัมมันต์ที่ปรับปรุงผิว โดยเตรียมสารละลาย CPC เข้มข้น 0.45, 0.9 และ 1.8 มิลลิโมลาร์ ความเข้มข้นละ 50 mL ในขวดโพลีเอทิลีน ซึ่งถ่านกัมมันต์จากเหง้ามันสำปะหลัง 10 กรัม ใส่ลงใน แต่ละขวด Polyethylene ที่ค่าพีเอชเท่ากับ 7 เขย่าด้วยเครื่องเขย่าด้วยความเร็ว 150 rpm ที่ 25 °C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง กรองด้วยกระดาษกรอง Whattman No. 1 อบที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 5 ชั่วโมงหรือจนน้ำหนัก คงที่ เก็บไว้ในเดซิเคเตอร์ นำไปศึกษาพื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์ต่อไป

การศึกษาพื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์โดยวิธีการดูดซับเมทิลีนบลู

เตรียมถ่านกัมมันต์จากเหง้ามันสำปะหลังมา 0.1 กรัม ลงในขวดโพลีเอทิลีน เติมสารละลาย เมทิลีนบลู ที่ความเข้มข้นต่างๆ ลงไป 20.00 มิลลิลิตร เขย่าสารละลายด้วยเครื่องเขย่าที่ปรับความเร็วประมาณ 150 rpm เป็นเวลา 3 ชั่วโมง กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 นำสารละลายที่ได้จากการกรอง ไปวัด ค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-Visible ที่ความยาวคลื่น 660 nm เพื่อหาความเข้มข้นของสารละลาย เมทิลีนบลูที่สมดุลโดยเทคนิคกราฟมาตรฐาน นำไปสร้างสมการการดูดซับแบบแลงเมียร์แล้วนำค่าความชันจาก สมการเส้นตรงมาคำนวณค่าพื้นที่ผิวจากสมการ (ปรีชา, 2557)

การคำนวณค่าพื้นที่ผิวจำเพาะของถ่านกัมมันต์จากไอโซเทอร์มแบบแลงเมียร์

$$S_{MB} = (N_g \times a_{MB} \times N \times 10^{-20}) / M$$

เมื่อ S_{MB} = ค่าพื้นที่ผิว (m^2/g)

N_g = จำนวนโมเลกุลของเมทิลีนบลูที่ถูกดูดซับขึ้นเดียว

a_{MB} = $197.2 \text{ \AA}^2$

N = เลขอาโวกาโดร, 6.02×10^{23} โมเลกุล

M = น้ำหนักมวลโมเลกุลของเมทิลีนบลู 373.9 g/mol

การศึกษาไอโซเทอร์มการดูดซับฟีนอลโดยใช้ถ่านกัมมันต์ (AC) และถ่านกัมมันต์ที่ปรับปรุงผิว (MAC)

เตรียมถ่านกัมมันต์จากจากเหง้ามันสำปะหลังมา 0.2 กรัม ลงในขวดโพลีเอทิลีน เติมน้ำละลายฟีนอล ที่ความเข้มข้นต่างๆ ลงไป 20.00 มิลลิลิตร เขย่าสารละลายด้วยเครื่องเขย่าที่ปรับความเร็วประมาณ 150 rpm เป็นเวลา 4 ชั่วโมง กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 นำสารละลายที่ได้จากการกรอง ไปวัดค่าการ ดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-Visible Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 271.5 nm เพื่อหาความเข้มข้นของ สารละลายฟีนอลที่สมดุลโดยวิธีกราฟมาตรฐาน จากนั้นนำไปคำนวณไอโซเทอร์มการดูดซับจากสมการ (1)

ปริมาณการดูดซับ สามารถคำนวณโดยใช้สมการ

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)V}{M} \quad (1)$$

เมื่อ q_e คือปริมาณการดูดซับที่สมดุล

C_0 คือ ความเข้มข้นของฟีนอลเริ่มต้น

C_e คือ ความเข้มข้นของฟีนอลที่สมดุล

V คือ ปริมาตรของสารละลายที่ใช้ในการดูดซับ

M คือ มวลของตัวดูดซับ (ถ่านกัมมันต์)

สำหรับไอโซเทอร์มการดูดซับ ใช้สมการแบบแลงเมียร์ ดังสมการ (2)

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_m K_L} + \frac{C_e}{q_m} \quad (2)$$

และสมการแบบฟรอยด์ลิค ดังสมการ (3)

$$q_e = K_F \cdot C_e^{1/n}$$

$$\text{Log } q_e = \text{Log } K_F + \frac{1}{n} \text{Log } C_e \quad (3)$$

เมื่อ q_m คือ ปริมาณการดูดซับสูงสุดตามสมการแลงเมียร์

K_L คือ ค่าคงที่การดูดซับของแลงเมียร์

K_F คือ ค่าคงที่การดูดซับของฟรอยด์ลิค

n คือ ค่าคงที่

ผลการวิจัย

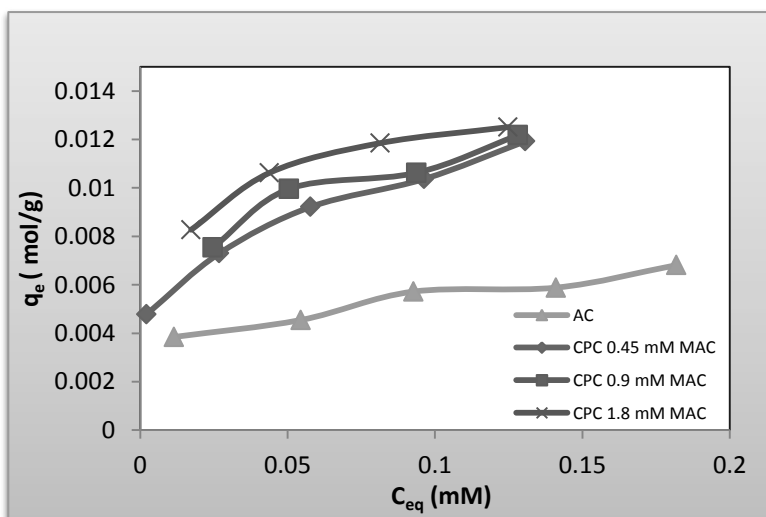
1. พื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์จากเหง้ามันสำปะหลังที่ไม่ได้ปรับปรุงผิวและที่ปรับปรุงผิวด้วย CPC แสดง ดังตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาพื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์จากเหง้ามันสำปะหลัง พบว่า ถ่านกัมมันต์ที่ปรับปรุง ผิวด้วย CPC ที่ความเข้มข้น 0.45, 0.9 และ 1.8 มิลลิโมลาร์ มีพื้นที่ผิวสูงขึ้นเมื่อเทียบกับถ่านกัมมันต์ที่ไม่ได้ ปรับปรุงผิว (AC)

ตารางที่ 1 ผลของความเข้มข้นของ CPC ที่มีต่อพื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์จากเหง้ามันสำปะหลัง

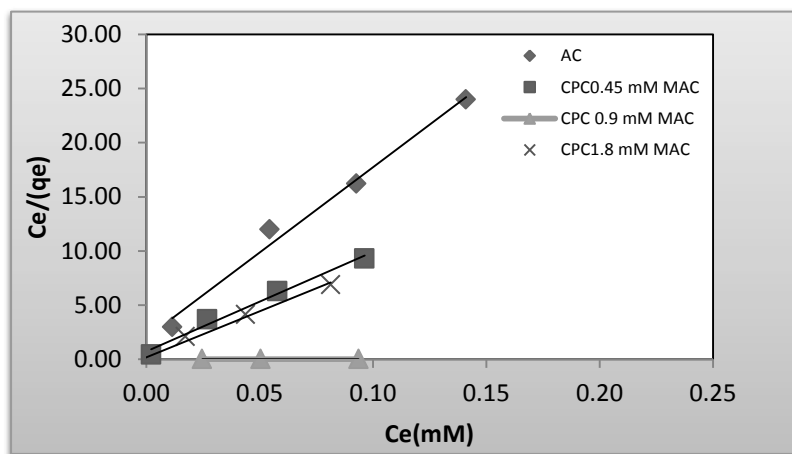
ตัวอย่าง	ชนิดของถ่านกัมมันต์จากเหง้ามันสำปะหลัง	พื้นที่ผิว (m^2/g)
1	Unmodified AC	6.316
2	CPC 0.45 mM modified with AC	176.39
3	CPC 0.9 mM modified with AC	174.45
4	CPC 1.8 mM modified with AC	119.81

2. ผลการศึกษาไอโซเทอร์มการดูดซับ

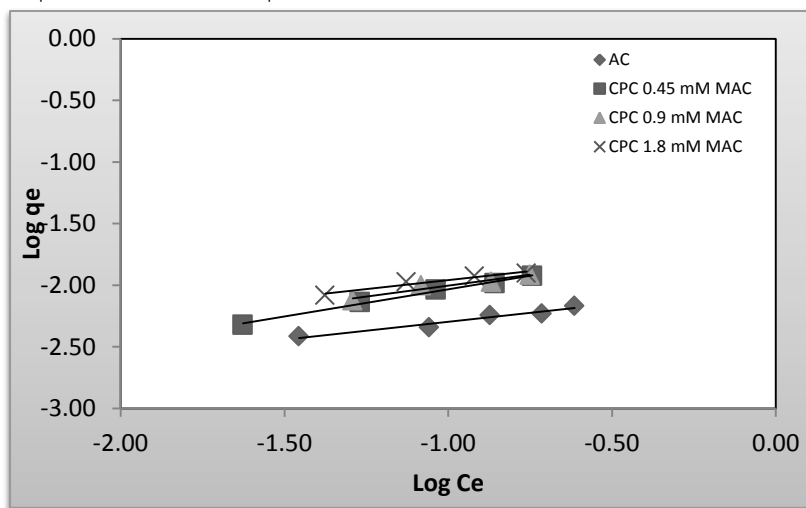
ภาพที่ 1 แสดงผลการศึกษาไอโซเทอร์มการดูดซับฟีนอลบน AC และ MAC พบว่าถ่านกัมมันต์ MAC ที่ปรับปรุงผิวด้วย CPC ที่ความเข้มข้น 0.45, 0.9 และ 1.8 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณการดูดซับฟีนอลสูงสุดตามสมการแลงเมียร์ เท่ากับ 0.0131, 0.0106 และ 0.0137 มิลลิโมลต่อกรัมตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าเมื่อเทียบกับถ่านกัมมันต์ที่ไม่ได้ปรับปรุงผิว ซึ่งมีความสามารถในการดูดซับเท่ากับ 0.0056 มิลลิโมลต่อกรัม ภาพที่ 2 และ 3 แสดงผลการศึกษาไอโซเทอร์มการดูดซับฟีนอลบน AC หรือ MAC พบว่า ข้อมูลจากสมการการทดลองมีความสัมพันธ์กับไอโซเทอร์มแบบแลงเมียร์มากกว่าแบบฟรอยด์ลิค (รูปที่ 3) โดยดูจาก r^2 มีค่าเข้าใกล้ 1 มากกว่า โดยมีค่าคงที่จากไอโซเทอร์มแบบแลงเมียร์และแบบฟรอยด์ลิคของการดูดซับสารละลายฟีนอลบนถ่านกัมมันต์จากเหง้ามันสำปะหลังที่ไม่ได้ปรับปรุงผิวและที่ปรับปรุงผิวด้วย CPC แสดงดังตารางที่ 2



ภาพที่ 1 ไอโซเทอร์มการดูดซับสารละลายฟีนอลบนถ่านกัมมันต์จากเหง้ามันสำปะหลังที่ไม่ได้ปรับปรุงผิว (AC) และที่ปรับปรุงผิวด้วย CPC (MAC)



ภาพที่ 2 แลงเมียร์ไอโซเทอร์มของการดูดซับสารละลายฟีนอลบนถ่านกัมมันต์จากเหง้ามันสำปะหลังที่ไม่ได้ปรับปรุงผิว (AC) และที่ปรับปรุงผิวด้วย CPC (MAC)



ภาพที่ 3 ฟรอยด์ลิกไอโซเทอร์มของการดูดซับสารละลายฟีนอลบนถ่านกัมมันต์จากเหง้ามันสำปะหลังที่ไม่ได้ปรับปรุงผิว (AC) และที่ปรับปรุงผิวด้วย CPC (MAC)

ตารางที่ 2 ค่าพารามิเตอร์จากไอโซเทอร์มแบบแลงเมียร์และแบบฟรอยด์ลิกของการดูดซับสารละลายฟีนอลบนถ่านกัมมันต์จากเหง้ามันสำปะหลังที่ไม่ได้ปรับปรุงผิว (AC) และที่ปรับปรุงผิวด้วย CPC (MAC)

ชนิดของถ่านกัมมันต์จากเหง้ามัน สำปะหลัง	พารามิเตอร์แบบแลงเมียร์			พารามิเตอร์แบบฟรอยด์ลิก		
	q_m (mmol/g)	K_L (L/mmol)	r^2	K_F	n	r^2
Unmodified AC	0.0056	21.8807	0.9632	0.0085	2.5291	0.9484
CPC 0.45 mM modified with AC	0.0131	18.7096	0.9993	0.0292	1.7352	0.9825
CPC 0.9 mM modified with AC	0.0106	50.0609	0.9698	0.0184	2.8719	0.9605
CPC 1.8 mM modified with AC	0.0137	29.6829	0.9981	0.0251	2.4408	0.9683

อภิปรายผล

จากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของถ่านกัมมันต์จากเหง้ามันสำปะหลัง พบว่า การปรับปรุงถ่านกัมมันต์จากเหง้ามันสำปะหลังด้วยสารลดแรงตึงผิวชนิดไอออนบวก CPC ที่ความเข้มข้น 0.45, 0.9 และ 1.8 มิลลิโมลาร์ ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่สอดคล้องกับ 0.5 1.0 และ 2.0 เท่าของค่า cmc ของ CPC ทำให้ถ่านกัมมันต์จากเหง้ามันสำปะหลังมีพื้นที่ผิวเพิ่มขึ้น โดยมีค่าพื้นที่ผิวเท่ากับ 176.39 174.45 119.81 m^2/g ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าถ่านกัมมันต์ที่ไม่ได้ปรับปรุง (6.316 m^2/g) สอดคล้องกับการรายงานของ Kilic, et al. (2011) ที่สรุปไว้ว่า การปรับปรุงผิวถ่านกัมมันต์ด้วยสารลดแรงตึงผิวเป็นการเพิ่มพื้นที่โมเลกุลผิว มีความสามารถในการเปียกผิวดีขึ้น มีความสามารถในการจัดระเบียบให้มีพื้นที่ผิวที่เป็นเนื้อเดียวกันมากขึ้น และการจัดระเบียบโครงสร้างที่มีรูพรุนได้ดีกว่า

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลของความเข้มข้นของสาร CPC ที่มีผลต่อการปรับปรุงถ่านกัมมันต์จากเหง้ามันสำปะหลัง พบว่า ที่ความเข้มข้น 1.8 มิลลิโมลาร์ มีพื้นที่ผิวถ่านกัมมันต์ลดลงกว่าความเข้มข้น 0.45 และ 0.90 มิลลิโมลาร์ เนื่องจากเป็นความเข้มข้นที่สูงกว่าจุด cmc ของ CPC ทำให้ CPC ที่ผิวของถ่านกัมมันต์อยู่ในรูปแบบที่จับกันแบบมีเสถียรภาพมากและยังคงอยู่ในโซนเป็นกลุ่มรวมกันสอดคล้องกับการรายงานของ Choi, et al., (2009)

เมื่อพิจารณาไอโซเทอร์มการดูดซับ พบว่าการดูดซับเหมาะกับไอโซเทอร์มแบบแลงเมียร์มากกว่าทั้งถ่านกัมมันต์ AC และ MAC และพบว่า MAC ที่ปรับปรุงผิวด้วย CPC ที่ความเข้มข้น 0.45, 0.9 และ 1.8 มิลลิโมลาร์ มีปริมาณการดูดซับฟีนอลสูงสุดตามสมการแลงเมียร์ เท่ากับ 0.0131, 0.0106 และ 0.0137 มิลลิโมลต่อกรัม ซึ่งมีค่าสูงกว่าเมื่อเทียบ AC ซึ่งมีความสามารถในการดูดซับเท่ากับ 0.0056 มิลลิโมลต่อกรัม สอดคล้องกับการรายงานของ Xu, et al., (2010) ที่สรุปไว้ว่า โมเลกุลของฟีนอลสามารถละลายในชั้นไมเซลล์ของ CPC โดยเกิดอันตรกิริยาระหว่างไอออน $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$ จากฟีนอล กับ $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}^+$ จาก CPC และในบริเวณกลุ่มหัวของไมเซลล์ CPC

จึงสรุปได้ว่า MAC ที่ปรับปรุงผิวด้วย CPC ที่ความเข้มข้น 1.8 มิลลิโมลาร์ มีความเหมาะสมที่สุดในการเตรียมถ่านกัมมันต์ปรับปรุง เพื่อให้เกิดการดูดซับฟีนอลได้สูงสุด โดยฟีนอลจะถูกกำจัดออกจากสารละลายในน้ำเสียสังเคราะห์โดยเกิดอันตรกิริยากับหมู่ฟังก์ชันบวกของถ่านกัมมันต์ (Xu, et al., 2010) ดังนั้น การปรับปรุงผิวถ่านกัมมันต์โดยการเพิ่มประจุบวกที่ผิวของถ่านกัมมันต์โดยโมเลกุลของ CPC ทำให้ถ่านกัมมันต์มีประสิทธิภาพในการดูดซับฟีนอลได้มากกว่าถ่านกัมมันต์ที่ไม่ได้ปรับปรุงผิวด้วย CPC

เอกสารอ้างอิง

- ธีระ วงศ์เนตร และปรีชา ปัญญา. (2554). การผลิตถ่านกัมมันต์จากเหง้ามันสำปะหลัง. **สัปดาห์ที่ 3 : วารสารการวิจัย**, 17(1), 13-20.
- ปรีชา ปัญญา. (2551). การเตรียมและการวิเคราะห์คุณลักษณะเฉพาะของถ่านกัมมันต์จากไผ่ตรงและไผ่หมาจู. **ปริญญาวิทยาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**.
- ปรีชา ปัญญา. (2557). **เคมีพื้นผิว**. กำแพงเพชร : มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- Cheng, W.P, Gao, W., Cui, X., Ma, J.H., & Li, R.F. (2016). Phenol adsorption equilibrium and kinetics on zeolite X/activated carbon composite. **Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers** 62, 192-198.
- Choi, H.D, Jung, W.S., Cho, J.M., Ryu, B.G., Yang, J.S. & Baek, K. (2009). Adsorption of Cr (VI) onto cationic surfactant-modified activated carbon. **Journal of Hazardous Materials**, 166, 642-646.
- Kilic, M., Varol, A.,E., Pütün. & A.E. (2011). Adsorptive removal of phenol from aqueous solutions on activated carbon prepared from tobacco residues: Equilibrium, kinetics and thermodynamics. **Journal of Hazardous Materials**, 189, 397-403.
- Lo, S.F., Wang, S.Y., Tsai, M.J. & Lin, L.D. (2012). Adsorption capacity and removal efficiency of heavy metal ions by Moso and Ma bamboo activated carbons. **Chemical Engineering Research and Design**, 90, 1397-1406.
- Mahaninia, M., Rahimian, P. & Kaghazchi, T. (2015). Modified activated carbons with amino groups and their copper adsorption properties in aqueous solution. **Chinese Journal of Chemical Engineering**, 23, 50-56.
- Xu, K., Rena, H.Q., Zeng, G.M., Ding, L.L. & Huang, J.H. (2010). Investigation of interaction between phenol and cetylpyridinium chloride micelle in the absence and in the presence of electrolyte by ¹H NMR spectroscopy. **Journal of Hazardous Materials**, 164, 1130-1136.



คำแนะนำ สำหรับผู้ส่งบทความ

คำแนะนำสำหรับผู้ส่งบทความ

สัททอง : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชรมีวัตถุประสงค์เพื่อตีพิมพ์ผลงานวิจัย ผลงานสร้างสรรค์ และผลงานวิชาการ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แก่ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา คณิตศาสตร์ วิทยาการคอมพิวเตอร์ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม วิทยาศาสตร์การอาหาร เทคโนโลยีการเกษตร วิทยาศาสตร์ประยุกต์และเทคโนโลยี สาธารณสุข เทคโนโลยีอุตสาหกรรม และอุตสาหกรรมศึกษา เผยแพร่แก่นักวิชาการและบุคคลทั่วไป ปีละ 2 ฉบับ บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารจะต้องผ่านการตรวจพิจารณาจากกองบรรณาธิการและผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาต่างๆ หากมีความเห็นว่ามีข้อบกพร่องทางกองบรรณาธิการจะส่งคืนเพื่อแก้ไขและขอสงวนสิทธิ์การพิจารณาไม่ลงพิมพ์เมื่อไม่ผ่านการพิจารณา ผู้ที่มีความประสงค์จะส่งบทความเพื่อรับการพิจารณาตีพิมพ์ให้ปฏิบัติตามข้อแนะนำ ดังต่อไปนี้

การส่งต้นฉบับและการพิมพ์บทความ

หลักเกณฑ์การส่งต้นฉบับและการพิมพ์บทความ

1. ต้นฉบับต้องพิมพ์ตามรูปแบบและข้อแนะนำในการเขียนบทความของวารสารนี้เท่านั้น
2. ต้นฉบับที่ส่งมาให้พิจารณาตีพิมพ์จะต้องไม่เคยตีพิมพ์ในวารสารฉบับอื่นมาก่อน และจะต้องไม่ส่งตีพิมพ์ซ้ำซ้อนในวารสารหลายฉบับในเวลาเดียวกัน
3. การตีพิมพ์บทความลงในวารสาร จะเรียงตามลำดับก่อนหลังตามวันที่ได้รับเรื่อง
4. กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการพิจารณาและตีพิมพ์บทความทุกเรื่องรวมทั้งการปรับปรุงบทความบางส่วนตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิที่เป็นผู้อ่านบทความ
5. กรณีเป็นบทความวิจัยหรือบทความวิชาการของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร กองบรรณาธิการจะคัดเลือกบทความที่นักศึกษาส่งซึ่งอาจไม่ได้ตีพิมพ์ทุกบทความ
6. บทความที่ตีพิมพ์ลงในวารสาร ถือว่าเป็นผลงานทางวิชาการหรืองานวิจัยของคณะผู้เขียนไม่ใช่ความคิดเห็นของกองบรรณาธิการ ผู้เขียนและคณะต้องรับผิดชอบต่อบทความของตน
7. บทความที่ได้ผ่านการพิจารณาแล้ว ทางกองบรรณาธิการจะแจ้งผลการพิจารณาให้ทราบเป็นลายลักษณ์อักษร

การส่งต้นฉบับ

ส่งต้นฉบับเอกสารพร้อมไฟล์ข้อมูลมาที่ http://research.kpru.ac.th/old/journal_science/ และสามารถสอบถามรายละเอียดได้ที่ สถาบันวิจัยและพัฒนา อาคาร 1 ชั้น 2 มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ตำบลนครชุม อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร 62000 โทรศัพท์ 0 5572 1879, 0 5572 2500 ต่อ 4231 หรือนายทวิช ปิ่นวิเศษ โทรศัพท์ 08 4593 9223

รูปแบบการพิมพ์บทความ

1. ให้พิมพ์ลงบนกระดาษ ตั้งค่ากระดาษเป็น B5 (JIS) โดยจำนวนหน้าของเนื้อหาและเอกสารอ้างอิง รวมทั้งสิ้นไม่เกิน 10 หน้า ใช้ตัวอักษร TH Sarabun PSK และแต่ละหน้าไม่เกิน 30 บรรทัด

2. ข้อปฏิบัติการพิมพ์แต่ละหัวข้อ/ส่วนประกอบ มีดังนี้

ที่	หัวข้อ/ส่วนประกอบ	คำอธิบาย
1	ชื่อบทความ	ระบุชื่อบทความทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ขนาดตัวอักษร 16 พอยท์ ตัวหนา ไว้กึ่งกลางหน้ากระดาษ
2	ชื่อผู้เขียนบทความ	ระบุชื่อผู้วิจัย, ผู้ร่วมวิจัย (ถ้ามี), อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์, กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ทุกคนทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ใช้ขนาดตัวอักษร 14 พอยท์ ตัวหนา ไว้กึ่งกลางหน้ากระดาษ
3	สังกัดผู้เขียนบทความ	ระบุวุฒิการศึกษา ชื่อสถาบันการศึกษา ตำแหน่งทางวิชาการ หน่วยงานที่สังกัดทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ใช้ขนาดตัวอักษร 12 พอยท์ ไว้ที่เชิงอรรถท้ายหน้า
4	บทคัดย่อ (Abstract)	บทคัดย่อมีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ เนื้อความของบทคัดย่อไม่เกิน 10 บรรทัดและภาษาอังกฤษ ไม่เกิน 300 คำ เป็นการเขียนข้อสรุปหลักของผลการวิจัยทั้งหมดแบบสรุป กระชับ และได้ใจความ ประกอบด้วย วัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีดำเนินการวิจัย ผลการวิจัย ใช้ขนาดตัวอักษร 14 พอยท์
5	คำสำคัญ (Keywords)	ระบุคำสำคัญ 2-5 คำทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ไว้ท้ายบทคัดย่อ ใช้ขนาดตัวอักษร 14 พอยท์
6	เนื้อหา (Content)	ทุกหัวข้อใช้ขนาดตัวอักษร 14 พอยท์ ตัวหนา วางไว้ชิดขอบซ้าย ส่วนรายละเอียดใช้ขนาดตัวอักษร 14 พอยท์ ประกอบด้วย 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา (Statement of the Problem) สรุปความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาอย่างเป็นลำดับและเรียบเรียงอย่างเชื่อมโยงกัน และมีการอ้างอิง 2. วิธีดำเนินการวิจัย (Objectives) อธิบายเกี่ยวกับประชากรและกลุ่มตัวอย่างหรือแหล่งข้อมูล เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลโดยเขียนให้กระชับและชัดเจน 3. ผลการวิจัย (Conclusion) รายงานผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ ควรมีตารางและภาพประกอบได้ ใช้คำที่เข้าใจง่าย และชัดเจน ไม่ซ้ำซ้อน ภาพเป็นไฟล์ .JPEG 4. อภิปรายผล (Discussion) วิเคราะห์ผลการวิจัยเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหลักวิชาการ อาจมีข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในอนาคตและแนวทางการนำไปใช้ประโยชน์

(ต่อ)

ที่	หัวข้อ/ส่วนประกอบ	คำอธิบาย
	เนื้อหา (Content) (ต่อ)	5. บทสรุป สรุปประเด็นที่พบและประเด็นการศึกษาและหากเป็นบทความวิชาการจะมี 3 หัวข้อ คือ บทนำ เนื้อหา และ การอ้างอิงแหล่งสารสนเทศ และสรุป
7	กิตติกรรมประกาศ	ควรมีเพื่อแสดงคำขอบคุณ สำหรับแหล่งทุนสนับสนุนหรือผู้ช่วยเหลืองานวิจัยและเตรียมเอกสาร
8	ตาราง (ถ้ามี)	ตารางที่แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลใช้ตารางแบบเส้นคู่ เปิด-ปิด ตาราง
9	การอ้างอิงในเนื้อหา	ลงรายการ (ชื่อผู้แต่ง, ปี) ตามรูปแบบที่กำหนดไว้ในวารสารนี้ (ยึดรูปแบบ APA)
10	เอกสารอ้างอิง (References)	การอ้างอิงในเนื้อหาทุกรายการต้องนำไปใส่ไว้ในเอกสารอ้างอิงท้ายบทความในรูปแบบการลงรายการบรรณานุกรมที่กำหนดไว้ในวารสารนี้ (ยึดรูปแบบ APA)

รูปแบบการอ้างอิงในเนื้อหาและบรรณานุกรม

หนังสือ

รูปแบบการลงรายการอ้างอิงและบรรณานุกรมหนังสือ

อ้างอิง	ภาษาไทย	(ชื่อ, ปี)
	ภาษาอังกฤษ	(นามสกุล, ตัวอักษรแรกของชื่อ., ปี)
บรรณานุกรม	ภาษาไทย	ชื่อ/นามสกุล./ (ปีที่พิมพ์)./ชื่อเรื่อง./ (ครั้งที่พิมพ์)./ สถานที่พิมพ์:/สำนักพิมพ์หรือโรงพิมพ์.
	ภาษาอังกฤษ	นามสกุล./อักษรย่อชื่อแรก ชื่อกลาง (ปีที่พิมพ์)./ ชื่อเรื่อง./ (ครั้งที่พิมพ์)./สถานที่พิมพ์:/สำนักพิมพ์ หรือโรงพิมพ์.

1. ผู้แต่งคนเดียว

(สมพงษ์, 2548)

สมพงษ์ ชูมาก. (2548). **กฎหมายระหว่างประเทศแผนกคดีเมือง**. (พิมพ์ครั้งที่ 3).

กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

(สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอเจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา, 2531)

กัลยาณิวัฒนา, สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอเจ้าฟ้า. (2531). **เจ้านายเล็กๆ ยุวกษัตริย์**.

(พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : ด้านสุทธาการพิมพ์.

(Wilson, 2007)

Wilson, K. (2007). **Smart choice**. (2 nd ed). London : Oxford University Press.

2. ผู้แต่งมากกว่า 3 คน

(อวยพร และคนอื่นๆ, 2548)

อวยพร พานิช และคนอื่นๆ. (2548). ภาษาและหลักการเขียนเพื่อการสื่อสาร.

กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

(Crouhy, et al., 2006)

Crouhy, M., et al. (2006). *The essentials of risk management*. New York : McGraw-Hill.

3. ผู้แต่งเป็นหน่วยงาน

(มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2546)

สุโขทัยธรรมาธิราช, มหาวิทยาลัย. (2546). เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาการ

วิจัยการบริหารการศึกษา. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

(สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2541)

การศึกษาแห่งชาติ, สำนักงานคณะกรรมการ. (2541). การปฏิรูปการเรียนรู้ตามแนวคิด

5 ทฤษฎี. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไอดีเอสแควร์,

(Ministry, 2002)

Education, Ministry of. (2002). *Chiangmai : Nop Bueri Si Nakon Ping*. Bangkok : Ministry of Education.

4. วิทยานิพนธ์

(เขวงศักดิ์, 2543)

เขวงศักดิ์ เขียวเงิน. (2543). การดำเนินงานการประกันคุณภาพการศึกษาของ

สถาบันราชภัฏกำแพงเพชร. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันราชภัฏกำแพงเพชร.

(โอกามา, 2550)

โอกามา จำเแะ. (2550). การจัดการตลาดทางเลือกเกษตรอินทรีย์ : กรณีศึกษา

สหกรณ์การเกษตรยั่งยืนแม่ทาจำกัด ตำบลแม่ทา กิ่งอำเภอแม่อน

จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์พัฒนาชุมชนมหาบัณฑิต

คณะสังคมสงเคราะห์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

(Almeida, 1990)

Almeida, D.M. (1990). *Father's participation in family work : Consequences for fathers' stress and father child relation*. Master's thesis, University of Victoria.

5. รายงานการประชุม

(นิทัศน์, 2540)

นิทัศน์ ภทรโยธิน. (2540). ตลาดซื้อขายสินค้าเกษตรล่วงหน้า ในการประชุม

นักบัญชีทั่วประเทศ ครั้งที่ 15 วิสัยทัศน์นักบัญชีไทย. วันที่ 27-28

มิถุนายน พ.ศ. 2540 (หน้า 19-35). กรุงเทพฯ : สมาคมนักบัญชีและผู้สอบ

บัญชีรับอนุญาตแห่งประเทศไทย.

(Paitoon, 1995)

Paitoon Sinlarat. (1995). Success and failure of facility in Thai university.

In Somwang Pitayanuwat, et al. (Eds), **Preparing teachers for All the World's Children: An Era of Transformation Proceedings of International Conference, Bangkok 1992.** (pp. 217-233).

Bangkok : UNICEF.

วารสาร

รูปแบบการลงรายการอ้างอิงและบรรณานุกรมวารสาร การลงรายการชื่อผู้แต่งเหมือนหนังสือ

อ้างอิง (ชื่อ/ปีที่พิมพ์)

บรรณานุกรม ชื่อ/นามสกุล/(ปี/เดือน/วัน)/ชื่อบทความ/ชื่อวารสาร/ปีที่(ฉบับที่)/หน้า (มัลลวีร์, นิตย และวิลาวลย์, 2549)

มัลลวีร์ อดุลวัฒน์ศิริ, นิตย บุษงามงคล และวิลาวลย์ จตุรอำนาจ. (2549, กรกฎาคม-ธันวาคม). การศึกษาและพัฒนาพฤติกรรมทางจริยธรรมของเยาวชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. **วารสารศึกษาศาสตร์**, 29(3-4), 83-92.

(Bekerian, 1993)

Bekerian, D.A. (1993, June). In search of the typical eyewitness. **American Psychologist**, 48, 574-576.

หนังสือพิมพ์

รูปแบบการลงรายการอ้างอิงและบรรณานุกรมหนังสือพิมพ์ การลงรายการชื่อผู้แต่งเหมือนหนังสือ

อ้างอิง (ชื่อ/ปี)

บรรณานุกรม ชื่อ/นามสกุล/(ปี/เดือน/วัน). ชื่อบทความหรือพาดหัวข่าว./ชื่อหนังสือพิมพ์/หน้า.

(สมศรี, 2550)

สมศรี หาญอนันตสุข. (2550, มิถุนายน 26). ภาครัฐธรรมนุญใหม่จะสร้างมิติใหม่ให้สังคมพุทธ. **มติชน**, หน้า 7.

(Krishman, 2007)

Krishman, E. (2007, June 26). Rebuilding self-esteem **Bangkok post**, p.1, 12.

จุลสาร

รูปแบบการอ้างอิงและบรรณานุกรมจุลสาร แผ่นพับ แผ่นปลิว

อ้างอิง

(ชื่อผู้แต่งหรือหน่วยงานที่ผลิต./ปี)

บรรณานุกรม

ชื่อผู้แต่งหรือหน่วยงานที่ผลิต./ปี./ชื่อเรื่อง./[แผ่นพับ]./สถานที่พิมพ์./ผู้แต่งหรือหน่วยงานที่ผลิต.

(การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย, 2541)

การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย. (2541). **ท่องเที่ยวสงขลา**. [แผ่นพับ].

สงขลา : การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย.

(Research and Training Center on Independent Living, 1993)

Research and Training Center on Independent Living. (1993).

Guidelines for reporting and writing about

people with disabilities. [Brochure]. Lawrence :

Research and Training Center on Independent Living.

โสตทัศนวัสดุ

รูปแบบการลงรายการอ้างอิงและบรรณานุกรมโสตทัศนวัสดุ

อ้างอิง

(ชื่อผู้สร้างหรือผู้ผลิต./ปี)

บรรณานุกรม

ชื่อผู้สร้างหรือผู้ผลิต./ปี./ชื่อเรื่อง./[ประเภทโสตทัศนวัสดุ]./สถานที่ผลิต:/หน่วยงานหรือบริษัทที่ผลิต.

(ยุพดี, 2530)

ยุพดี พยัคฆพันธ์ (ผู้บรรยาย). (2530). **ยาสมุนไพร**. [แถบบันทึกเสียง].

กรุงเทพฯ : องค์การวิทยาศาสตร์การแพทย์.

ซีดีรอม

รูปแบบการลงรายการอ้างอิงและบรรณานุกรมซีดี-รอม (CD-ROM)

อ้างอิง

(ชื่อผู้แต่ง./ปี)

บรรณานุกรม

ชื่อผู้แต่ง./ปี./ชื่อเรื่อง./[CD-ROM]./Available:/แหล่งที่มา./ปี./เดือน/วันที่สืบค้น]. (อุทยานประวัติศาสตร์กำแพงเพชร, 2543)

อุทยานประวัติศาสตร์กำแพงเพชร. (2543). [CD-ROM]. Available :

ฐานข้อมูลไปดูให้เต็มตาแล้วค่าความเป็นไทย. [2544, มิถุนายน 23].

(Social Science Index, 1999)

Social Science Index. (1999). [CD-ROM]. Available : UMI/Social

Science Index. [2005, June 26].

เอกสารอิเล็กทรอนิกส์

1. การลงรายการอ้างอิงและบรรณานุกรมหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

อ้างอิง	(ชื่อผู้แต่ง./ปี)
บรรณานุกรม	ชื่อผู้แต่ง./ปี./ชื่อเรื่อง./[Online]. Available : แหล่งที่มา./ปี, เดือน/วันที่สืบค้น]. (อรรถศิษฐ์, 2542). อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์. (2542). ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. [Online]. Available : http://158.108.200.11/soil009hom-1/009421/chap1.htm#era1 . [2550, กุมภาพันธ์ 20]. (Abell, 2002) Abell, S.K. (2002). Science teacher education : An international perspective. [Online]. Available : http://ebook.Springerlink.com/Search/Search Results.aspx? . [2007, June 30].
2. การลงรายการอ้างอิงและบรรณานุกรมวารสารอิเล็กทรอนิกส์

อ้างอิง	(ชื่อผู้แต่ง./ปี)
บรรณานุกรม	ชื่อผู้แต่ง./ปี./บทความ./ชื่อวารสาร [Online], /ปีที่./ฉบับที่). Available:/แหล่งที่มา./ปี./เดือน/วันที่สืบค้น]. (Kenneth, 1998) Kenneth, I. (1998). A Buddhist response to the nature of human rights. <i>Journal of Buddhist Ethics</i> [Online], 2, (9). Available : http://www.cac.psu.edu/Jbe/twocont.html . [2006, August 12].
3. การลงรายการอ้างอิงและบรรณานุกรมหนังสือพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์

อ้างอิง	(ชื่อผู้แต่ง, วัน/เดือน/ปี)
บรรณานุกรม	ชื่อผู้แต่ง./ปี./เดือน/วัน./บทความหรือพาดหัวข่าว ใน ชื่อหนังสือพิมพ์ [Online]. Available : แหล่งที่มา ปี, เดือน วันที่สืบค้น]. (ชุม, (นามแฝง), 25 ตุลาคม 2542) ชุม. (นามแฝง). (2542, ตุลาคม 25). บุญของคนไทย ใน <i>ไทยรัฐ</i> . [Online]. Available : http://www.thairath.co.th . [2542, ตุลาคม 25]. (ศธ. ยุติการถ่ายโอนสถานศึกษาบัญชี 2, 2550) ศธ. ยุติการถ่ายโอนสถานศึกษาบัญชี 2. (2550, มิถุนายน 23). ใน <i>ไทยรัฐ</i> . [Online]. Available : http://www.thairath.co.th . [2550, มิถุนายน 30].
4. การลงรายการอ้างอิงและบรรณานุกรมจากเว็บไซต์เว็บ (www.)

อ้างอิง	(ชื่อผู้แต่ง./ปี)
บรรณานุกรม	ชื่อผู้แต่ง./ปี./ชื่อเรื่องหรือหัวข้อเรื่อง./[Online]./Available:/แหล่งที่มา./ปี./เดือน/วันที่สืบค้น]. (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, ม.ป.ป.)

เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, ศูนย์. (ม.ป.ป.).

การจัดการศึกษาทางไกล. [Online]. Available : <http://www.nectec.or.th/eourseware/cai/0015.htm>. [2550, กรกฎาคม 1].

(Ministry of Education, 2005)

Education, Ministry of. (2005). **The Regional Seminar on Higher Education in Southeast Asian Countries**. [Online].

Available : <http://www.inter.mua.go.th/news/News%20January%202005.htm>. [2006, January 5].

การสัมภาษณ์

การลงรายการอ้างอิงและบรรณานุกรมจากการสัมภาษณ์

อ้างอิง (ชื่อผู้ให้สัมภาษณ์./ปี/เดือน/วันที่สัมภาษณ์)

บรรณานุกรม ชื่อผู้ให้สัมภาษณ์./ (ปี./เดือน/วันที่สัมภาษณ์)./ตำแหน่ง./สัมภาษณ์.
(ดิลก, 2543)

ดิลก บุญเรืองรอด. (2543, กรกฎาคม 14). อธิการบดี, สถาบันราชภัฏ
สวนสุนันทา. สัมภาษณ์.

(Page, 1991)

Page, O. (1991, March 5). President, Austin Peay State University.
Interview.



แบบฟอร์มการส่งบทความเพื่อเผยแพร่ใน สัปดาห์ : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
The Golden Teak : Science and Technology Journal
ของสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

1. ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว).....
2. ระดับการศึกษาสูงสุด.....ตำแหน่งทางวิชาการ.....
3. ปีที่คาดว่าจะสำเร็จการศึกษา (สำหรับนักศึกษา) วันที่.....เดือน.....พ.ศ.
4. สถานะภาพของผู้ส่งบทความ ☐ คณาจารย์ ☐ นักศึกษาระดับปริญญาเอก ☐ นักศึกษาระดับปริญญาโท
☐ บุคคลทั่วไป
5. ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้.....

เบอร์โทรศัพท์..... E-mail :

6. มีความประสงค์ขอส่งบทความวิจัย เรื่อง
- สาขาวิชา.....

เป็น ☐ บทความวิจัย ☐ บทความวิชาการ ☐ ผลงานสร้างสรรค์ เพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ลงใน สัปดาห์ :
วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ซึ่งบทความ
วิจัยดังกล่าวนี้ ข้าพเจ้าขอรับรองว่ายังไม่เคยถูกตีพิมพ์เผยแพร่ลงในวารสารใดมาก่อน

ในการนี้ข้าพเจ้าได้ดำเนินการจัดพิมพ์ ตามรูปแบบการเขียนบทความวิจัยที่มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
กำหนดไว้ทุกประการ และได้ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงได้จัดส่งเนื้อหาบทความวิจัย
จำนวน 3 ฉบับ พร้อมแผ่นบันทึกข้อมูลการวิจัย (CD) ตามเอกสารและสิ่งที่แนบมาพร้อมนี้ ให้แก่กองบรรณาธิการ
สัปดาห์ : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
หรือ ส่ง E-mail มาที่ airjordan_1123@hotmail.com เพื่อพิจารณาดำเนินการต่อไป

ลงชื่อ.....ผู้ส่งบทความวิจัย
(.....)

รายการตรวจสอบบทความ (Checklist Guideline)

ผู้เขียนต้องตรวจสอบต้นฉบับที่จัดเตรียมให้ครบถ้วนถูกต้องตรงตามรายการตรวจสอบบทความ และส่งมาพร้อมกับบทความ สำหรับบทความที่ส่งมาโดยไม่มีใบรายการตรวจสอบบทความ หรือมีไม่ครบหรือไม่ถูกต้องตามที่กำหนดไว้จะถูกลำเลียงกลับก่อนการดำเนินการใดๆ ทั้งสิ้น ผู้เขียนสามารถ download รายการตรวจสอบบทความได้จาก http://research.kpru.ac.th/old/journal_science/

หลักเกณฑ์การส่งต้นฉบับและการพิมพ์บทความ

- ☐ เป็นบทความที่ไม่เคยตีพิมพ์เผยแพร่ที่ไหนมาก่อน
- ☐ ไฟล์ถูกต้องตามรูปแบบที่ตามคำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับเท่านั้น อยู่ในรูปแบบของ Word และ ใช้ TH SarabunPSK จำนวนหน้าไม่เกิน 10 หน้า
- ☐ รูปภาพประกอบ (figure) บันทึกเป็นไฟล์ที่มีนามสกุล TIFF ที่มีความละเอียดไม่เกิน 300 dpi เท่านั้น

บทความวิชาการมีหัวข้อตามที่กำหนด ดังนี้

- ☐ ชื่อเรื่อง/บทความ มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- ☐ ชื่อ/ที่อยู่ผู้เขียน มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- ☐ บทคัดย่อ มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- ☐ คำสำคัญ มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- ☐ บทนำ
- ☐ เนื้อหา
- ☐ สรุป
- ☐ เอกสารอ้างอิง

บทความวิจัยมีหัวข้อตามที่กำหนด ดังนี้

- ☐ ชื่อบทความ มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- ☐ ชื่อ/ที่อยู่ผู้เขียนบทความ มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- ☐ บทคัดย่อ มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- ☐ คำสำคัญ มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- ☐ บทนำ
- ☐ วิธีดำเนินการวิจัย
- ☐ ผลการวิจัย
- ☐ อภิปรายผล
- ☐ กิตติกรรมประกาศ
- ☐ เอกสารอ้างอิง

แบบฟอร์มค่าใช้จ่ายในการตีพิมพ์บทความ สังกัด : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. ข้อมูลผู้ส่งบทความ

☐ บุคคล

ชื่อ นางสาว/นาง/นาย

อาชีพ.....

ที่อยู่(บ้าน).....

.....โทรศัพท์.....

ที่อยู่(ที่ทำงาน).....

.....

2. ค่าดำเนินการจัดพิมพ์บทความ บทความละ 2,000 บาท และผู้ส่งบทความได้รับวารสารฉบับนั้น 1 เล่ม

3. ชื้อวารสารเป็นรายเล่ม เล่มละ 300 บาท จำนวน.....เล่ม (ถ้าต้องการมากกว่า 1 ฉบับ)

4. การชำระเงิน

☐ เงินสด จำนวน.....บาท

☐ โอนเงินเข้าบัญชีธนาคารกรุงไทย สาขาชาวกังราว จำนวน.....บาท

เลขบัญชี 347-0-29774-6

ชื่อบัญชี วารสารสังกัด มหวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

แจ้งหลักฐานการชำระเงิน ได้ที่

- ทาง E-mail : airjordan_1123@hotmail.com

- ทาง(Fax) โทรสาร 0 5570 6518

- ทางไปรษณีย์ ส่งถึง สถาบันวิจัยและพัฒนา (วารสารสังกัด)

มหาวิทยาลัยราชภัฏ กำแพงเพชร 69 หมู่ 1 ตำบลนครชุม อำเภอเมือง

จังหวัดกำแพงเพชร 62000

5. สถานที่จัดส่งวารสารไปให้

☐ บ้าน

☐ ที่ทำงาน

ลงชื่อ.....

(.....)

...../...../.....

 แบบฟอร์มคำสมัครสมาชิกวารสาร สังกัด : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. ข้อมูลผู้สมัครสมาชิกวารสาร

☐ บุคคล

ชื่อ นางสาว/นาง/นาย

อาชีพ.....

ที่อยู่(บ้าน).....

.....โทรศัพท์.....

ที่อยู่(ที่ทำงาน).....

.....

☐ หน่วยงาน

ชื่อหน่วยงาน.....

ที่อยู่หน่วยงาน.....

.....โทรศัพท์.....

2. คำสมัครสมาชิกวารสาร

☐ 1 ปี 2 ฉบับ 500 บาท☐ 2 ปี 4 ฉบับ 900 บาท

3. ซื้อวารสารเป็นรายเล่ม เล่มละ 300 บาท จำนวน.....เล่ม

4. การชำระเงินคำสมัครสมาชิกวารสาร

☐ เงินสด จำนวน.....บาท☐ โอนเงินเข้าบัญชีธนาคารกรุงไทย สาขาชาชักงาว จำนวน.....บาท

เลขบัญชี 347-0-29774-6

ชื่อบัญชี วารสารสังกัด มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

แจ้งหลักฐานการชำระเงิน ได้ที่

- ทาง E-mail : airjordan_1123@hotmail.com

- ทาง(Fax) โทรสาร 0 5570 6518

- ทางไปรษณีย์ ส่งถึง สถาบันวิจัยและพัฒนา (วารสารสังกัด)

มหาวิทยาลัยราชภัฏ กำแพงเพชร 69 หมู่ 1 ตำบลนครชุม อำเภอเมือง

จังหวัดกำแพงเพชร 62000

5. สถานที่จัดส่งวารสารไปให้ (ตามที่อยู่ระบุในข้อ 1)

☐ บ้าน☐ ที่ทำงาน☐ หน่วยงาน

ลงชื่อ.....

(.....)

...../...../.....

คำแนะนำสำหรับผู้ส่งบทความ

สัททง : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชมมีวัตถุประสงค์เพื่อตีพิมพ์ผลงานวิจัย ผลงานสร้างสรรค์ และผลงานวิชาการ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แก่ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา คณิตศาสตร์ วิทยาการคอมพิวเตอร์ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม วิทยาศาสตร์การอาหาร เทคโนโลยีการเกษตร วิทยาศาสตร์ประยุกต์และเทคโนโลยี สาธารณสุข เทคโนโลยีอุตสาหกรรม และอุตสาหกรรมศึกษา เผยแพร่แก่นักวิชาการและบุคคลทั่วไป ปีละ 2 ฉบับ บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารจะต้องผ่านการตรวจพิจารณาจากกองบรรณาธิการและผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาต่างๆ หากมีความเห็นว่าต้องมีการแก้ไขทางกองบรรณาธิการจะส่งคืนเพื่อแก้ไขและขอสงวนสิทธิ์การพิจารณาไม่ลงพิมพ์เมื่อไม่ผ่านการพิจารณา ผู้ที่มีความประสงค์จะส่งบทความเพื่อรับการพิจารณาตีพิมพ์ให้ปฏิบัติตามข้อแนะนำ ดังต่อไปนี้

การส่งต้นฉบับและการพิมพ์บทความ

หลักเกณฑ์การส่งต้นฉบับและการพิมพ์บทความ

1. ต้นฉบับต้องพิมพ์ตามรูปแบบและข้อแนะนำในการเขียนบทความของวารสารนี้เท่านั้น
2. ต้นฉบับที่ส่งมาให้พิจารณาจะตีพิมพ์จะต้องไม่เคยตีพิมพ์ในวารสารฉบับอื่นมาก่อน และจะต้องไม่ส่งตีพิมพ์ซ้ำซ้อนในวารสารหลายฉบับในเวลาเดียวกัน
3. การตีพิมพ์บทความลงในวารสาร จะเรียงตามลำดับก่อนหลังตามวันที่ได้รับเรื่อง
4. กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการพิจารณาและตีพิมพ์บทความทุกเรื่องรวมทั้งการปรับปรุงบทความบางส่วนตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิที่เป็นผู้อ่านบทความ
5. กรณีเป็นบทความวิจัยหรือบทความวิชาการของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร กองบรรณาธิการจะคัดเลือกบทความที่นักศึกษาส่งซึ่งอาจไม่ได้ตีพิมพ์ทุกบทความ
6. บทความที่ตีพิมพ์ลงในวารสาร ถือว่าเป็นผลงานทางวิชาการหรืองานวิจัยของคณะผู้เขียนไม่ใช่ความคิดเห็นของกองบรรณาธิการ ผู้เขียนและคณะต้องรับผิดชอบต่อบทความของตน
7. บทความที่ได้ผ่านการพิจารณาแล้ว ทางกองบรรณาธิการจะแจ้งผลการพิจารณาให้ทราบเป็นลายลักษณ์อักษร

การส่งต้นฉบับ

ส่งต้นฉบับเอกสารพร้อมไฟล์ข้อมูลมาที่ <http://www.tci-thaijo.org/index.php/tgt> และสามารถสอบถามรายละเอียดได้ที่ สถาบันวิจัยและพัฒนา อาคาร 1 ชั้น 2 มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ตำบลนครชุม อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร 62000 โทรศัพท์ 0 5572 1879, 0 5572 2500 ต่อ 1760 หรือนายทวิช ปิ่นวิเศษ โทรศัพท์ 08 4593 9223

รูปแบบการพิมพ์บทความ

1. ให้พิมพ์ลงบนกระดาษ ตั้งค่ากระดาษเป็น B5 (JIS) โดยจำนวนหน้าของเนื้อหาและเอกสารอ้างอิง รวมทั้งสิ้นไม่เกิน 10 หน้า ใช้ตัวอักษร TH Sarabun PSK และแต่ละหน้าไม่เกิน 30 บรรทัด

2. ข้อปฏิบัติการพิมพ์แต่ละหัวข้อ/ส่วนประกอบ มีดังนี้

ที่	หัวข้อ/ส่วนประกอบ	คำอธิบาย
1	ชื่อบทความ	ระบุชื่อบทความทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ขนาดตัวอักษร 16 พอยท์ ตัวหนา ไว้กึ่งกลางหน้ากระดาษ
2	ชื่อผู้เขียนบทความ	ระบุชื่อผู้วิจัย,ผู้ร่วมวิจัย (ถ้ามี), อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์, กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ทุกคนทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ใช้ขนาดตัวอักษร 14 พอยท์ ตัวหนา ไว้กึ่งกลางหน้ากระดาษ
3	สังกัดผู้เขียนบทความ	ระบุวุฒิการศึกษา ชื่อสถาบันการศึกษา ตำแหน่งทางวิชาการ หน่วยงานที่สังกัดทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ใช้ขนาดตัวอักษร 12 พอยท์ ไว้ที่เชิงอรรถท้ายหน้า
4	บทคัดย่อ (Abstract)	บทคัดย่อมีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ เนื้อความของบทคัดย่อไม่เกิน 10 บรรทัดและภาษาอังกฤษ ไม่เกิน 300 คำ เป็นการเขียนข้อสรุปหลักของผลการวิจัยทั้งหมดแบบสรุป กระชับ และได้ใจความ ประกอบด้วย วัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีดำเนินการวิจัย ผลการวิจัย ใช้ขนาดตัวอักษร 14 พอยท์
5	คำสำคัญ (Keywords)	ระบุคำสำคัญ 2-5 คำทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ไว้ท้ายบทคัดย่อ ใช้ขนาดตัวอักษร 14 พอยท์
6	เนื้อหา (Content)	ทุกหัวข้อใช้ขนาดตัวอักษร 14 พอยท์ ตัวหนา วางไว้ชิดขอบซ้าย ส่วนรายละเอียดใช้ขนาดตัวอักษร 14 พอยท์ ประกอบด้วย 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา (Statement of the Problem) สรุปความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาอย่างเป็นลำดับและเรียบเรียงอย่างเชื่อมโยงกัน และมีการอ้างอิง 2. วิธีดำเนินการวิจัย (Objectives) อธิบายเกี่ยวกับประชากรและกลุ่มตัวอย่างหรือแหล่งข้อมูล เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลโดยเขียนให้กระชับและชัดเจน 3. ผลการวิจัย (Conclusion) รายงานผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ ควรมีตารางและภาพประกอบได้ ใช้คำที่เข้าใจง่าย และชัดเจน ไม่ซ้ำซ้อน ภาพเป็นไฟล์ .JPEG 4. อภิปรายผล (Discussion) วิจารณ์ผลการวิจัยเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหลักวิชาการ อาจมีข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในอนาคตและแนวทางการนำไปใช้ประโยชน์

(ต่อ)

ที่	หัวข้อ/ส่วนประกอบ	คำอธิบาย
	เนื้อหา (Content) (ต่อ)	5. บทสรุป สรุปประเด็นที่พบและประเด็นการศึกษาและหากเป็นบทความวิชาการจะมี 3 หัวข้อ คือ บทนำ เนื้อหา และการอ้างอิงแหล่งสารสนเทศ และสรุป
7	กิตติกรรมประกาศ	ควรมีเพื่อแสดงคำขอบคุณ สำหรับแหล่งทุนสนับสนุนหรือผู้ช่วยเหลืองานวิจัยและเตรียมเอกสาร
8	ตาราง (ถ้ามี)	ตารางที่แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลใช้ตารางแบบเส้นคู่ เปิด-ปิด ตาราง
9	การอ้างอิงในเนื้อหา	ลงรายการ (ชื่อผู้แต่ง, ปี) ตามรูปแบบที่กำหนดไว้ในวารสารนี้ (ยึดรูปแบบ APA)
10	เอกสารอ้างอิง (References)	การอ้างอิงในเนื้อหาทุกรายการต้องนำไปใส่ไว้ในเอกสารอ้างอิงท้ายบทความในรูปแบบการลงรายการบรรณานุกรมที่กำหนดไว้ในวารสารนี้ (ยึดรูปแบบ APA)

รูปแบบการอ้างอิงในเนื้อหาและบรรณานุกรม

หนังสือ

รูปแบบการลงรายการอ้างอิงและบรรณานุกรมหนังสือ

อ้างอิง	ภาษาไทย	(ชื่อ, ปี)
	ภาษาอังกฤษ	(นามสกุล, ตัวอักษรแรกของชื่อ., ปี)
บรรณานุกรม	ภาษาไทย	ชื่อ/นามสกุล./ (ปีที่พิมพ์)/ ชื่อเรื่อง./ (ครั้งที่พิมพ์)./ สถานที่พิมพ์:/ สำนักพิมพ์หรือโรงพิมพ์.
	ภาษาอังกฤษ	นามสกุล,/ อักษรย่อชื่อแรก ชื่อกลาง (ปีที่พิมพ์)./ ชื่อเรื่อง/ครั้งที่พิมพ์./ สถานที่พิมพ์:/ สำนักพิมพ์ หรือโรงพิมพ์.

1. ผู้แต่งคนเดียว

(สมพงษ์, 2548)

สมพงษ์ ชูมาก. (2548). **กฎหมายระหว่างประเทศแผนกคดีเมือง**. (พิมพ์ครั้งที่ 3).

กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

(สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอเจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา, 2531)

กัลยาณิวัฒนา, สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอเจ้าฟ้า. (2531). **เจ้านายเล็กๆ ยุวกษัตริย์**.

(พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : ด้านสุทธาการพิมพ์.

(Wilson, 2007)

Wilson, K. (2007). **Smart choice**. (2 nd ed). London : Oxford University Press.

2. ผู้แต่งมากกว่า 3 คน

(อวยพร และคนอื่นๆ, 2548)

อวยพร พานิช และคนอื่นๆ. (2548). ภาษาและหลักการเขียนเพื่อการสื่อสาร.

กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

(Crouhy, et al., 2006)

Crouhy, M., et al. (2006). *The essentials of risk management*. New York : McGraw-Hill.

3. ผู้แต่งเป็นหน่วยงาน

(มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2546)

สุโขทัยธรรมาธิราช, มหาวิทยาลัย. (2546). เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาการ
วิจัยการบริหารการศึกษา. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

(สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2541)

การศึกษาแห่งชาติ, สำนักงานคณะกรรมการ. (2541). การปฏิรูปการเรียนรู้ตามแนวคิด
5 ทฤษฎี. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์โอเดียนสแควร์,

(Ministry, 2002)

Education, Ministry of. (2002). *Chiangmai : Nop Bueri Si Nakon Ping*.
Bangkok : Ministry of Education.

4. วิทยานิพนธ์

(เชวงศักดิ์, 2543)

เชวงศักดิ์ เขียวเงิน. (2543). การดำเนินงานการประกันคุณภาพการศึกษาของ
สถาบันราชภัฏกำแพงเพชร. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันราชภัฏกำแพงเพชร.

(โอภามา, 2550)

โอภามา จำเภา. (2550). การจัดการตลาดทางเลือกเกษตรอินทรีย์ : กรณีศึกษา
สหกรณ์การเกษตรยั่งยืนแม่ทาจำกัด ตำบลแม่ทา กิ่งอำเภอแม่อน
จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์พัฒนาชุมชนมหาบัณฑิต
คณะสังคมสงเคราะห์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

(Almeida, 1990)

Almeida, D.M. (1990). *Father's participation in family work : Consequences
for fathers' stress and father child relation*. Master's thesis,
University of Victoria.

5. รายงานการประชุม

(นิทัศน์, 2540)

นิทัศน์ ภทรโยธิน. (2540). ตลาดซื้อขายสินค้าเกษตรล่วงหน้า ในการประชุม
นักบัญชีทั่วประเทศ ครั้งที่ 15 วิสัยทัศน์นักบัญชีไทย. วันที่ 27-28

มิถุนายน พ.ศ. 2540 (หน้า 19-35). กรุงเทพฯ : สมาคมนักบัญชีและผู้สอบ
บัญชีรับอนุญาตแห่งประเทศไทย.

(Paitoon, 1995)

Paitoon Sinlarat. (1995). Success and failure of facility in Thai university.

In Somwang Pitiyanuwat, et al. (Eds), **Preparing teachers for All the World's Children: An Era of Transformation Proceedings of International Conference, Bangkok 1992.** (pp. 217-233).

Bangkok : UNICEF.

วารสาร

รูปแบบการลงรายการอ้างอิงและบรรณานุกรมวารสาร การลงรายการชื่อผู้แต่งเหมือนหนังสือ

อ้างอิง (ชื่อ/ปีที่พิมพ์)

บรรณานุกรม ชื่อ/นามสกุล/(ปี/เดือน/วัน)/ชื่อบทความ/**ชื่อวารสาร**,**ปีที่**(ฉบับที่)/หน้า (มัลลวีร์, นิตย และวิลาวลย์, 2549)

มัลลวีร์ อุดลวัฒน์ศิริ, นิตย บุษงามงคล และวิลาวลย์ จตุรอำรง. (2549, กรกฎาคม-ธันวาคม). การศึกษาและพัฒนาพฤติกรรมทางจริยธรรมของเยาวชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. **วารสารศึกษาศาสตร์**, 29(3-4), 83-92.

(Bekerian, 1993)

Bekerian, D.A. (1993, June). In search of the typical eyewitness. **American Psychologist**, 48, 574-576.

หนังสือพิมพ์

รูปแบบการลงรายการอ้างอิงและบรรณานุกรมหนังสือพิมพ์ การลงรายการชื่อผู้แต่งเหมือนหนังสือ

อ้างอิง (ชื่อ/ปี)

บรรณานุกรม ชื่อ/นามสกุล/(ปี/เดือน/วัน). ชื่อบทความหรือพาดหัวข่าว./ **ชื่อหนังสือพิมพ์**,/หน้า.

(สมศรี, 2550)

สมศรี หาญอนันตสุข. (2550, มิถุนายน 26). ภาครัฐธรรมนุญใหม่จะสร้างมิติใหม่ให้สังคมพุทธ. **มติชน**, หน้า 7.

(Krishman, 2007)

Krishman, E. (2007, June 26). Rebuilding self-esteem
Bangkok post, p.1, 12.

จุลสาร

รูปแบบการอ้างอิงและบรรณานุกรมจุลสาร แผ่นพับ แผ่นปลิว

อ้างอิง (ชื่อผู้แต่งหรือหน่วยงานที่ผลิต/ปี)

บรรณานุกรม ชื่อผู้แต่งหรือหน่วยงานที่ผลิต/(ปี)/**ชื่อเรื่อง**./[แผ่นพับ]/สถานที่พิมพ์:/ผู้แต่งหรือหน่วยงานที่ผลิต.

(การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย, 2541)

การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย. (2541). **ท่องเที่ยวสงขลา**. [แผ่นพับ].

สงขลา : การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย.

(Research and Training Center on Independent Living, 1993)
Research and Training Center on Independent Living. (1993).
**Guidelines for reporting and writing about
people with disabilities.** [Brochure]. Lawrence :
Research and Training Center on Independent Living.

โสตทัศนวัสดุ

รูปแบบการลงรายการอ้างอิงและบรรณานุกรมโสตทัศนวัสดุ

อ้างอิง (ชื่อผู้สร้างหรือผู้ผลิต./ปี)
บรรณานุกรม ชื่อผู้สร้างหรือผู้ผลิต./ปี./ชื่อเรื่อง./ประเภทโสตทัศนวัสดุ./สถานที่ผลิต:/
หน่วยงานหรือบริษัทที่ผลิต.
(ยุพดี, 2530)
ยุพดี พยักมพันธ์ (ผู้บรรยาย). (2530). **ยาสมุนไพร**. [แถบบันทึกเสียง].
กรุงเทพฯ : องค์การวิทยาศาสตร์การแพทย์.

ซีดีรอม

รูปแบบการลงรายการอ้างอิงและบรรณานุกรมซีดี-รอม (CD-ROM)

อ้างอิง (ชื่อผู้แต่ง./ปี)
บรรณานุกรม ชื่อผู้แต่ง./ปี./ชื่อเรื่อง./[CD-ROM]. Available : แหล่งที่มา./ปี./เดือน/วันที่สืบค้น].
(อุทยานประวัติศาสตร์กำแพงเพชร, 2543)
อุทยานประวัติศาสตร์กำแพงเพชร. (2543). [CD-ROM]. Available :
ฐานข้อมูลไปดูให้เต็มตาแล้วค่าความเป็นไทย. [2544, มิถุนายน 23].
(Social Science Index, 1999)
Social Science Index. (1999). [CD-ROM]. Available : UMI/Social
Science Index. [2005, June 26].

เอกสารอิเล็กทรอนิกส์

1. การลงรายการอ้างอิงและบรรณานุกรมหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

อ้างอิง (ชื่อผู้แต่ง./ปี)
บรรณานุกรม ชื่อผู้แต่ง./ปี./ชื่อเรื่อง./[Online]. Available : แหล่งที่มา./
ปี, เดือน/วันที่สืบค้น].
(อรรถศิษฐ์, 2542).
อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์. (2542). **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน**. [Online].
Available : [http://158.108.200.11/soil009hom-1/009421/
chap1.htm#era1](http://158.108.200.11/soil009hom-1/009421/chap1.htm#era1). [2550, กุมภาพันธ์ 20].
(Abell, 2002)
Abell, S.K. (2002). **Science teacher education : An international
perspective**. [Online]. Available : [http://ebook.Springerlink.
com/Search/SearchResults.aspx?](http://ebook.Springerlink.com/Search/SearchResults.aspx?). [2007, June 30].

2. การลงรายการอ้างอิงและบรรณานุกรมวารสารอิเล็กทรอนิกส์

- อ้างอิง (ชื่อผู้แต่ง,/ปี)
บรรณานุกรม ชื่อผู้แต่ง./ (ปี)/บทความ./ชื่อวารสาร [Online], /ปีที่./ (ฉบับที่).
Available:/แหล่งที่มา./[ปี,/เดือน/วันที่สืบค้น].
(Kenneth, 1998)
Kenneth, I. (1998). A Buddhist response to the nature of human rights. **Journal of Buddhist Ethics** [Online], 2, (9).
Available : <http://www.cac.psu.edu/Jbe/twocont.html>.
[2006, August 12].

3. การลงรายการอ้างอิงและบรรณานุกรมหนังสือพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์

- อ้างอิง (ชื่อผู้แต่ง, วัน/เดือน/ปี)
บรรณานุกรม ชื่อผู้แต่ง./ (ปี,/เดือน/วัน)/บทความหรือพาดหัวข่าว ใน ชื่อหนังสือพิมพ์
[Online]. Available : แหล่งที่มา [ปี, เดือน วันที่สืบค้น].
(ชุม, (นามแฝง), 25 ตุลาคม 2542)
ชุม. (นามแฝง). (2542, ตุลาคม 25). บุญของคนไทย ใน **ไทยรัฐ**. [Online].
Available : <http://www.thairath.co.th>. [2542, ตุลาคม 25].
(ศธ. ยุติการถ่ายโอนสถานศึกษาบัญชี 2, 2550)
ศธ. ยุติการถ่ายโอนสถานศึกษาบัญชี 2. (2550, มิถุนายน 23). ใน **ไทยรัฐ**.
[Online]. Available : <http://www.thairath.co.th>. [2550, มิถุนายน 30].

4. การลงรายการอ้างอิงและบรรณานุกรมจากเว็บไซต์เว็บ (www.)

- อ้างอิง (ชื่อผู้แต่ง,/ปี)
บรรณานุกรม ชื่อผู้แต่ง./ (ปี)/ชื่อเรื่องหรือหัวข้อเรื่อง./[Online]./Available:/แหล่งที่มา./
[ปี,/เดือน/วันที่สืบค้น].
(ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, ม.ป.ป.)
เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, ศูนย์. (ม.ป.ป.).
การจัดการศึกษาทางไกล. [Online]. Available : <http://www.nectec.or.th/courseware/cai/0015.htm>. [2550, กรกฎาคม 1].
(Ministry of Education, 2005)
Education, Ministry of. (2005). **The Regional Seminar on Higher Education in Southeast Asian Countries**. [Online].
Available : <http://www.inter.mua.go.th/news/News%20January%202005.htm>. [2006, January 5].

การสัมภาษณ์

การลงรายการอ้างอิงและบรรณานุกรมจากการสัมภาษณ์

- อ้างอิง (ชื่อผู้ให้สัมภาษณ์,/ปี/เดือน/วันที่สัมภาษณ์)
บรรณานุกรม ชื่อผู้ให้สัมภาษณ์./ (ปี,/เดือน/วันที่สัมภาษณ์)/ตำแหน่ง/สัมภาษณ์.

(ดิลก, 2543)

ดิลก บุญเรืองรอด. (2543, กรกฎาคม 14). อธิการบดี, สถาบันราชภัฏ
สวนสุนันทา. สัมภาษณ์.

(Page, 1991)

Page, O. (1991, March 5). President, Austin Peay State University.
Interview.



แบบฟอร์มการส่งบทความเพื่อเผยแพร่ใน สัปดาห์ : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

The Golden Teak : Science and Technology Journal

ของสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

1. ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว).....
2. ระดับการศึกษาสูงสุด.....ตำแหน่งทางวิชาการ.....
3. ปีที่คาดว่าจะสำเร็จการศึกษา (สำหรับนักศึกษา) วันที่.....เดือน.....พ.ศ.
4. สถานะภาพของผู้ส่งบทความ ☐ คณาจารย์ ☐ นักศึกษาระดับปริญญาเอก ☐ นักศึกษาระดับปริญญาโท
☐ บุคคลทั่วไป
5. ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้.....

เบอร์โทรศัพท์..... E-mail :

6. มีความประสงค์ขอส่งบทความวิจัย เรื่อง

สาขาวิชา.....

เป็น ☐ บทความวิจัย ☐ บทความวิชาการ ☐ ผลงานสร้างสรรค์ เพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ลงใน สัปดาห์ :

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ซึ่งบทความ
วิจัยดังกล่าวนี้ ข้าพเจ้าขอรับรองว่ายังไม่เคยถูกตีพิมพ์เผยแพร่ลงในวารสารใดมาก่อน

ในการนี้ข้าพเจ้าได้ดำเนินการจัดพิมพ์ ตามรูปแบบการเขียนบทความวิจัยที่มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
กำหนดไว้ทุกประการ และได้ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงได้จัดส่งเนื้อหาบทความวิจัย
จำนวน 3 ฉบับ พร้อมแผ่นบันทึกข้อมูลการวิจัย (CD) ตามเอกสารและสิ่งที่แนบมาพร้อมนี้ ให้แก่กองบรรณาธิการ
สัปดาห์ : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
หรือ ส่ง E-mail มาที่ airjordan_1123@hotmail.com เพื่อพิจารณาดำเนินการต่อไป

ลงชื่อ.....ผู้ส่งบทความวิจัย
(.....)

รายการตรวจสอบบทความ (Checklist Guideline)

ผู้เขียนต้องตรวจสอบต้นฉบับที่จัดเตรียมให้ครบถ้วนถูกต้องตรงตามรายการตรวจสอบบทความ และส่งมาพร้อมกับบทความ สำหรับบทความที่ส่งมาโดยไม่มีใบรายการตรวจสอบบทความ หรือมีไม่ครบหรือไม่ถูกต้องตามที่กำหนดไว้จะถูกส่งกลับก่อนการดำเนินการใดๆ ทั้งสิ้น ผู้เขียนสามารถ download รายการตรวจสอบบทความได้จาก http://research.kpru.ac.th/old/journal_science/

หลักเกณฑ์การส่งต้นฉบับและการพิมพ์บทความ

- ☐ เป็นบทความที่ไม่เคยตีพิมพ์เผยแพร่ที่ไหนมาก่อน
- ☐ ไฟล์ถูกต้องตามรูปแบบที่ตามคำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับเท่านั้น อยู่ในรูปแบบของ Word และ ใช้ TH SarabunPSK จำนวนหน้าไม่เกิน 10 หน้า
- ☐ รูปภาพประกอบ (figure) บันทึกเป็นไฟล์ที่มีนามสกุล TIFF ที่มีความละเอียดไม่เกิน 300 dpi เท่านั้น

บทความวิชาการมีหัวข้อตามที่กำหนด ดังนี้

- ☐ ชื่อเรื่อง/บทความ มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- ☐ ชื่อ/ที่อยู่ผู้เขียน มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- ☐ บทคัดย่อ มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- ☐ คำสำคัญ มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- ☐ บทนำ
- ☐ เนื้อหา
- ☐ สรุป
- ☐ เอกสารอ้างอิง

บทความวิจัยมีหัวข้อตามที่กำหนด ดังนี้

- ☐ ชื่อบทความ มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- ☐ ชื่อ/ที่อยู่ผู้เขียนบทความ มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- ☐ บทคัดย่อ มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- ☐ คำสำคัญ มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- ☐ บทนำ
- ☐ วิธีดำเนินการวิจัย
- ☐ ผลการวิจัย
- ☐ อภิปรายผล
- ☐ กิตติกรรมประกาศ
- ☐ เอกสารอ้างอิง



แบบฟอร์มการส่งบทความเพื่อเผยแพร่ใน สัปดาห์ : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

The Golden Teak : Science and Technology Journal

ของสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

1. ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว).....
2. ระดับการศึกษาสูงสุด.....ตำแหน่งทางวิชาการ.....
3. ปีที่คาดว่าจะสำเร็จการศึกษา (สำหรับนักศึกษา) วันที่.....เดือน.....พ.ศ.
4. สถานะภาพของผู้ส่งบทความ ☐ คณาจารย์ ☐ นักศึกษาระดับปริญญาเอก ☐ นักศึกษาระดับปริญญาโท
☐ บุคคลทั่วไป
5. ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้.....

เบอร์โทรศัพท์..... E-mail :

6. มีความประสงค์ขอส่งบทความวิจัย เรื่อง

สาขาวิชา.....

เป็น ☐ บทความวิจัย ☐ บทความวิชาการ ☐ ผลงานสร้างสรรค์ เพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ลงใน สัปดาห์ :

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ซึ่งบทความวิจัยดังกล่าวนี้ ข้าพเจ้าขอรับรองว่ายังไม่เคยถูกตีพิมพ์เผยแพร่ลงในวารสารใดมาก่อน

ในการนี้ข้าพเจ้าได้ดำเนินการจัดพิมพ์ ตามรูปแบบการเขียนบทความวิจัยที่มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร กำหนดไว้ทุกประการ และได้ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงได้จัดส่งเนื้อหาบทความวิจัย จำนวน 3 ฉบับ พร้อมแผ่นบันทึกข้อมูลการวิจัย (CD) ตามเอกสารและสิ่งที่แนบมาพร้อมนี้ ให้แก่กองบรรณาธิการ สัปดาห์ : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร หรือ ส่ง E-mail มาที่ airjordan_1123@hotmail.com เพื่อพิจารณาดำเนินการต่อไป

ลงชื่อ.....ผู้ส่งบทความวิจัย
(.....)

รายการตรวจสอบบทความ (Checklist Guideline)

ผู้เขียนต้องตรวจสอบต้นฉบับที่จัดเตรียมให้ครบถ้วนถูกต้องตรงตามรายการตรวจสอบบทความ และส่งมาพร้อมกับบทความ สำหรับบทความที่ส่งมาโดยไม่มีใบรายการตรวจสอบบทความ หรือมีไม่ครบหรือไม่ถูกต้องตามที่กำหนดไว้จะถูกลำเลียงก่อนการดำเนินการใดๆ ทั้งสิ้น ผู้เขียนสามารถ download รายการตรวจสอบบทความได้จาก http://research.kpru.ac.th/old/journal_science/

หลักเกณฑ์การส่งต้นฉบับและการพิมพ์บทความ

- ☐ เป็นบทความที่ไม่เคยตีพิมพ์เผยแพร่ที่ไหนมาก่อน
- ☐ ไฟล์ถูกต้องตามรูปแบบที่ตามคำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับเท่านั้น อยู่ในรูปแบบของ Word และ ใช้ TH SarabunPSK จำนวนหน้าไม่เกิน 10 หน้า
- ☐ รูปภาพประกอบ (figure) บันทึกเป็นไฟล์ที่มีนามสกุล TIFF ที่มีความละเอียดไม่เกิน 300 dpi เท่านั้น

บทความวิชาการมีหัวข้อตามที่กำหนด ดังนี้

- ☐ ชื่อเรื่อง/บทความ มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- ☐ ชื่อ/ที่อยู่ผู้เขียน มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- ☐ บทคัดย่อ มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- ☐ คำสำคัญ มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- ☐ บทนำ
- ☐ เนื้อหา
- ☐ สรุป
- ☐ เอกสารอ้างอิง

บทความวิจัยมีหัวข้อตามที่กำหนด ดังนี้

- ☐ ชื่อบทความ มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- ☐ ชื่อ/ที่อยู่ผู้เขียนบทความ มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- ☐ บทคัดย่อ มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- ☐ คำสำคัญ มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- ☐ บทนำ
- ☐ วิธีดำเนินการวิจัย
- ☐ ผลการวิจัย
- ☐ อภิปรายผล
- ☐ กิตติกรรมประกาศ
- ☐ เอกสารอ้างอิง

แบบฟอร์มคำสมัครสมาชิกวารสาร สักทอง : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. ข้อมูลผู้สมัครสมาชิกวารสาร

☐ บุคคล

ชื่อ นางสาว/นาง/นาย

อาชีพ.....

ที่อยู่(บ้าน).....

.....โทรศัพท์.....

ที่อยู่(ที่ทำงาน).....

.....

☐ หน่วยงาน

ชื่อหน่วยงาน.....

ที่อยู่หน่วยงาน.....

.....โทรศัพท์.....

2. ค่าสมัครสมาชิกวารสาร

☐ 1 ปี 2 ฉบับ 500 บาท

☐ 2 ปี 4 ฉบับ 900 บาท

3. ชี้อวารสารเป็นรายเล่ม เล่มละ 300 บาท จำนวน.....เล่ม

4. การชำระเงินค่าสมัครสมาชิกวารสาร

☐ เงินสด จำนวน.....บาท

☐ โอนเงินเข้าบัญชีธนาคารกรุงไทย สาขาชาวกังราว จำนวน.....บาท

เลขบัญชี 347-0-29774-6

ชื่อบัญชี วารสารสักทอง มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

แจ้งหลักฐานการชำระเงิน ได้ที่

- ทาง E-mail : airjordan_1123@hotmail.com

- ทาง(Fax) โทรสาร 0 5570 6518

- ทางไปรษณีย์ ส่งถึง สถาบันวิจัยและพัฒนา (วารสารสักทอง)

มหาวิทยาลัยราชภัฏ กำแพงเพชร 69 หมู่ 1 ตำบลนครชุม อำเภอเมือง

จังหวัดกำแพงเพชร 62000

5. สถานที่จัดส่งวารสารไปให้ (ตามที่อยู่ระบุในข้อ 1)

☐ บ้าน

☐ ที่ทำงาน

☐ หน่วยงาน

ลงชื่อ.....

(.....)

...../...../.....

แบบฟอร์มค่าใช้จ่ายในการตีพิมพ์บทความ สักทอง : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. ข้อมูลผู้ลงบทความ

☐ บุคคล

ชื่อ นางสาว/นาง/นาย

อาชีพ.....

ที่อยู่(บ้าน).....

.....โทรศัพท์.....

ที่อยู่(ที่ทำงาน).....

.....

2. ค่าดำเนินการจัดพิมพ์บทความ บทความละ 2,000 บาท และผู้ลงบทความได้รับวารสารฉบับนั้น 1 เล่ม

3. ชื้อวารสารเป็นรายเล่ม เล่มละ 300 บาท จำนวน.....เล่ม (ถ้าต้องการมากกว่า 1 ฉบับ)

4. การชำระเงิน

☐ เงินสด จำนวน.....บาท

☐ โอนเงินเข้าบัญชีธนาคารกรุงไทย สาขาชากรุงว จำนวน.....บาท

เลขบัญชี 347-0-29774-6

ชื่อบัญชี วารสารสักทอง มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

แจ้งหลักฐานการชำระเงิน ได้ที่

- ทาง E-mail : airjordan_1123@hotmail.com

- ทาง(Fax) โทรสาร 0 5570 6518

- ทางไปรษณีย์ ส่งถึง สถาบันวิจัยและพัฒนา (วารสารสักทอง)

มหาวิทยาลัยราชภัฏ กำแพงเพชร 69 หมู่ 1 ตำบลนครชุม อำเภอเมือง

จังหวัดกำแพงเพชร 62000

5. สถานที่จัดส่งวารสารไปให้

☐ บ้าน

☐ ที่ทำงาน

ลงชื่อ.....

(.....)

...../...../.....



สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ตำบลนครชุม อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร

โทรศัพท์ : 0-5572-2500 ต่อ 1760