



การอาชีวศึกษาภาคกลาง

Vocational Education Central Region Journal

ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2562

Vol. 3 No.1 January - June 2019

บทความวิจัย (Research Article)

1. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาริต เรื่องวงจรมัลติไวเบรเตอร์ รายวิชาวงจรพัลส์และสวิตซ์
2. การสร้างและหาประสิทธิภาพแบบแจ้งเตือนการมีไข้
3. การทดลองสภาวะการทำงานของแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ทำความเย็นเพื่อรักษาอุณหภูมิวัคซีนยา
4. การพัฒนาชุดสาริตการควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบลูปิดด้วยวงจรอปแอมป์
5. การออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ดำจับไฟฉาย แอลอีดี แอนด์ เฮล เวิร์ค แลี่ยม
6. การหาประสิทธิภาพแบบฝึกทักษะการเขียนคำศัพท์ สำหรับงานแม่บ้านโรงแรมในสวนงาน การทำความสะอาดห้องพัก สำหรับนักศึกษาในระดับชั้น ปวส. 1 สาขาวิชาการโรงแรม วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุพรรณบุรี
7. การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสาริตและฝึกปฏิบัติ วงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda Wave 110i
8. การพัฒนาขนมจับปลาสดเสริมพริกแกง
9. ผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์กรอบเสริมเคลือบจากคางกุ้ง
10. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาดอกขี้เหล็กผสมดอกเก๊กฮวยพร้อมซอง

เจ้าของ	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 4	สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
ที่ปรึกษา	นายโกเมศ แดงทองดี	นายกสภาสถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 4
	ดร.ณัฐ ศรีสวัสดิ์	ผู้อำนวยการศูนย์ประสานงานสถาบันการอาชีวศึกษา
	นายไชยศิริ สมสกุล	ผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 1
	ผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 2	
	นายศิริ จันบำรุง	ผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 3
	นายสมศักดิ์ บุญโพธิ์	ผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 5
บรรณาธิการอาวุโส	ศาสตราจารย์ ดร.ธีรวัณ บุญยโสภณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
	ศาสตราจารย์ ดร.สันทัต ศิริอนันต์ไพบุลย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (อดีต)
	รองศาสตราจารย์ ดร.สมคิด พรหมจ้อย	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
	รองศาสตราจารย์ ดร.จิรวัดน์ พิระสันต์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
	รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย สิงห์ยะบุศย์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มาเรียม นิลพันธุ์	มหาวิทยาลัยศิลปากร
บรรณาธิการ	ดร.อินดา แดงอ่อน	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 4
รองบรรณาธิการ	นางสาวฉันทนา พิพัฒน์บรรณกิจ	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 4
ผู้ช่วยบรรณาธิการ	ดร.ภิญญาดา อยู่สำราญ	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 4
กองบรรณาธิการ	รองศาสตราจารย์ ดร.อัศครัตน์ พูลกระจำง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
	รองศาสตราจารย์ ดร.นิรนาท แสนสา	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
	รองศาสตราจารย์ ดร.อลิสรา ทรงศรีวิทยา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภูษิต ภูขำนิ	มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริวรรณ วณิชวัฒนวรชัย	มหาวิทยาลัยศิลปากร
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิษฐา ชัยรัตนวรรณ	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุจิราพร รามศิริ	โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แสงเดือน เจริญนิม	โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานตยุทธ ตรีบุญนิธิ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อุดลย์ พัฒนภักดี	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
	ดร.จรรุวรรณ รัตนโกคา	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 1
	ดร.กิจจา บานชื่น	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 3
	ดร.วีระ ทองประสิทธิ์	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 4
	ดร.สมพงษ์ พนมชัย	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 4
	ดร.กมลวรรณ เข้าว้างเหล็ก	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 4
	ดร.ณัฐวุฒิ ไถ่เงิน	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 4
	ดร.คมกฤษ ขำยัง	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 4
	ดร.ฤกษ์ชัย ศรีสมบัติ	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 4
	ดร.มนต์ชัย พงศกรณถวัช	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 4
	ดร.ศรายุทธ ทองอทัย	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 5

เลขานุการกองบรรณาธิการ	นางสาวกนกวรรณ ส่งสมบูรณ์	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 4
ผู้ช่วยเลขานุการกองบรรณาธิการ	นางประยูร มีต้องปัน	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 4
	นางสาวปิยวรรณ เตชะศิริกุล	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 4
ผู้ประสานงาน	นางสาวอัญญิกา สุขโพธิ์เพชร	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 4
	นางอักษรา บังชะภา	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 4
	นายพงศ์เชณฐ อีระคานนท์	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 4
	นางสาววรรณพร โพธิ์ปาน	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 4
	นางสาวจุฑาการณ์ หล้ารอด	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 4
	โทรศัพท์ 034-242856 โทรสาร 034-242858 E-mail : ivec4journal@gmail.com	
ที่อยู่กองบรรณาธิการ	อาคารสำนักงานอาชีวศึกษามณฑล 4 สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 4	
	เลขที่ 90 ถนนเทศบาลพระปฐมเจดีย์ อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม 73000	
	โทรศัพท์ 0-3424-2856 โทรสาร 0-3424-2858	
	อีเมล : ivec4journal@gmail.com เว็บไซต์สถาบันฯ : www.ivec4.ac.th	
กำหนดออก	ปีละ 2 ฉบับ (มกราคม - มิถุนายน และกรกฎาคม - ธันวาคม)	
พิมพ์ที่	บริษัท ธรรมรักษ์การพิมพ์ จำกัด	

-
- เนื้อหาและข้อมูลในบทความที่ลงตีพิมพ์ในวารสารการอาชีวศึกษาภาคกลาง ถือเป็นแนวคิดและความรับผิดชอบของผู้เขียนบทความ โดยตรง
 - บทความ ข้อมูล เนื้อหา รูปภาพ ฯลฯ ที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารการอาชีวศึกษาภาคกลาง ถือเป็นลิขสิทธิ์ของวารสารการอาชีวศึกษาภาคกลาง หากบุคคลหรือหน่วยงานใดต้องการนำทั้งหมดหรือส่วนใดส่วนหนึ่งไปเผยแพร่ต่อหรือเพื่อกระทำการใด ๆ กองบรรณาธิการไม่สงวนสิทธิ์ในการคัดลอกบทความเพื่อการศึกษาแต่ให้อ้างอิงแหล่งที่มาให้ครบถ้วนสมบูรณ์

บทบรรณาธิการ

วารสารการอาชีวศึกษาภาคกลาง สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง มีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นสื่อกลางในการเผยแพร่ผลงานการศึกษา การวิจัยด้านอาชีวศึกษาและเทคโนโลยีแก่ชุมชนและสังคม ส่งเสริมและสนับสนุนการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการของบุคลากรทางการศึกษา นักวิชาการ นักวิจัยและผู้สนใจทั่วไป และส่งเสริมสนับสนุนการศึกษา การค้นคว้าให้เกิดการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์และองค์ความรู้ทางวิชาการในวิชาชีพแก่บุคลากรทางการศึกษาด้านอาชีวและเทคนิคศึกษา และได้พัฒนาคุณภาพวารสารเพื่อทำให้เป็นวารสารที่มีมาตรฐานสูง

วารสารฉบับปีที่ 3 ฉบับที่ 1 มีบทความนำเสนอทั้งหมด 10 เรื่อง เป็นบทความวิจัย จำนวน 10 เรื่อง ซึ่งล้วนแต่มีความน่าสนใจ มีคุณค่าทางวิชาการ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานด้านการจัดการอาชีวศึกษา

วารสารฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความร่วมมือจากหลายฝ่าย คือ คณะที่ปรึกษาวารสาร คณะทำงานวารสาร การอาชีวศึกษาภาคกลาง กองบรรณาธิการ ผู้ทรงคุณวุฒิภายในและภายนอกที่กรุณาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขบทความให้มีความสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

กองบรรณาธิการหวังว่าวารสารฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ทางวิชาการสำหรับผู้อ่านทุกท่าน ถ้าท่านใดสนใจประสงค์ส่งบทความเพื่อเผยแพร่ กองบรรณาธิการยินดีรับตีพิมพ์โดยไม่ต้องผ่านการพิจารณากลั่นกรองจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้งภายในและภายนอก และหากท่านมีข้อเสนอแนะประการใดกองบรรณาธิการยินดีน้อมรับคำแนะนำเพื่อจะได้นำไปปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพวารสารให้มีความดียิ่งขึ้นต่อไป

ดร.อินดา แต่งอ่อน

บรรณาธิการ

สารบัญ

	หน้า
บทความวิจัย (Research Article)	
การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต เรื่องวงจรมัลติไวเบรเตอร์ รายวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิง	1
พนา เจนจบ และจิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์	
การสร้างและหาประสิทธิภาพเบาะนั่งเตือนการมีไข้	10
ประภาส พุ่มพวง, ธัญพร พุ่มพวง และจิโรษณ์ วัฒนา	
การทดลองสภาวะการทำงานของแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ทำความเย็นเพื่อรักษาอุณหภูมิวัคซีนยา	17
อชนิษฐ์ เครือนันต์	
การพัฒนาชุดสาธิตการควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบลูบปิดด้วยวงจรอปแอมป์	25
สมศักดิ์ ปาวรรณ	
การออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ด้ามจับไฟฉาย แอลอีดี แฮนด์ เฮล เวอร์ค แล็ม	33
พรเทพ ไทยสวัสดิ์, พงศกร อุ๋นสุพรรณ และธีรรัช จันทรวง	
การหาประสิทธิภาพแบบฝึกทักษะการเขียนคำศัพท์ สำหรับงานแม่บ้านโรงแรมในส่วนงานการทำงาน	43
ความสะอาดห้องพัก สำหรับนักศึกษาระดับชั้น ปวส. 1 สาขาวิชาการโรงแรม วิทยาลัยอาชีวศึกษา	
สุพรรณบุรี	
รัชดาภรณ์ ตันติกำธน	
การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติ วงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda Wave 110i	49
ประดิษฐ์ เลิศไพฑูรย์	
การพัฒนาขนมจีบปลาสดเสริมพริกแกง	58
ปิยวรรณ เตชะศิริกุล, มาร์ตอร์ ฮวบจันทร์, ศรีพัฑรา ยิ้มเจริญ, พิษญาภา สุขสงวน และชลีพร ศิริฤกษ์	
ผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง	63
พิษญาภา สุขสงวน	
การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาดอกขี้เหล็กผสมดอกเก๊กฮวยพร้อมซอง	71
ณัฐญา อัมรินทร์ และสุทธิ อัมรินทร์	

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต เรื่องวงจรมัลติไวเบรเตอร์ รายวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิง

The development of Computer Assisted Instruction with Demonstration Techniques

Title Multivibrator Circuit in Pulse and Switching Circuit Course

พนา เจนจบ¹ และจิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์^{2*}

Pana Janejob¹ and Jiraphun Srisomphon^{2*}

^{1,2}คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
กรุงเทพมหานคร 10800

^{1,2}Faculty of Industrial Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok,
Bangkok 10800

Received : March 5, 2019 Revised : March 21, 2019 Accepted : April 4, 2019

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต เรื่องวงจรมัลติไวเบรเตอร์ รายวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิง 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต เรื่องวงจรมัลติไวเบรเตอร์ รายวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิง และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต เรื่องวงจรมัลติไวเบรเตอร์ รายวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิง กลุ่มประชากรตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิง ประจำปีภาคฤดูร้อน ปีการศึกษา 2560 ทั้งหมด จำนวน 16 คนซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิตที่พัฒนาขึ้น 2) แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน 3) แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค 4) แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต เรื่องวงจรมัลติไวเบรเตอร์ รายวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิง สถิติที่ใช้ในการวิจัยคือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) ได้สื่อบทเรียน

*จิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์

E-mail : jpp@kmutnb.ac.th

คอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต เรื่องวงจรมัลติไวเบรเตอร์ รายวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิงที่พัฒนาขึ้น 2) ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี และความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคอยู่ในระดับดีมาก 3) นักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต เรื่องวงจรมัลติไวเบรเตอร์ รายวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิงมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 และ 4) นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต เรื่องวงจรมัลติไวเบรเตอร์ รายวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิง อยู่ในระดับมาก สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

คำสำคัญ : บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติ, เทคนิคสาธิต, วงจรมัลติไวเบรเตอร์

Abstract

The research purposes were: 1) To develop and compare learning achievement before and after learning with computer assisted instruction for demonstration technique, title multi-vibrator circuit for pulse and switching circuits course with the computer assisted instruction in practice using demonstration techniques 2) To evaluate the quality of the content professionals and technical experts on the development of computer assisted instruction technique demonstrations and 3) To find

students satisfaction for computer assisted instruction with technique demonstrations. The population sample used in this research was students enrolled in the course cycle pulse and switching in summer academic year 2017, a total of 16 people. All were the Higher Vocational Certificate students in electronics branch, faculty of Industrial Education at Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi Nonthaburi campus. Research instrument include: 1) Computer assisted instruction with demonstration techniques developed. 2) Pre-test and post-test 3) Content and technical expert satisfaction assessment form 4) The evaluation form for the students satisfaction with the computer assisted instruction in practice using demonstration techniques, title multi-vibrator circuit for pulse and switching circuits course. The statistics used in the research were percentage, mean, standard deviation. The results of research showed that 1) Can develop computer assisted instruction in practice using demonstration techniques, title multivibrator circuit for pulse and switching circuits course 2) The level of satisfaction of the content experts was good and the satisfaction level of technical experts was very good 3) Learning achievement of students from computer assisted instruction in practice using demonstration techniques, title multi-vibrator circuit for pulse and switching circuits course was higher than before learning of significance at the 0.05 level and 4) The students were satisfied with the learning by using computer assisted instruction in practice using demonstration techniques, title multi-vibrator circuit for pulse and switching circuits course were at a high level and can be used in teaching.

Keywords : Computer Assisted Instruction , Demonstration Techniques , Multi-vibrator Circuit

1. บทนำ

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ได้มีการปรับปรุงหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2557) สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อผลิตนักศึกษาที่มีความรู้ความเข้าใจและสมรรถนะทางวิชาชีพช่างอิเล็กทรอนิกส์ในระดับเทคนิค รวมทั้งศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์กันสามารถปรับตัวทันต่อความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี และสร้างงาน นวัตกรรม ประกอบอาชีพอย่างมีคุณธรรมและจรรยาวิชาชีพ โดยสาขาวิชามีวัตถุประสงค์ให้ผู้สำเร็จการศึกษา มีความรู้ ความสามารถ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีสมรรถนะในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับวิชาชีพอิเล็กทรอนิกส์อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนมีกิจนิสัยในการค้นคว้าพัฒนาตนเอง

จากผลการเรียนที่ผ่านมาในสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิศูนย์นนทบุรี ภาคเรียนที่ 2/2559 มีผลการเรียนของนักเรียนอยู่ในระดับ 2, 1.5 และ 1 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ มีจำนวน 17 คน (จากทั้งหมด 22 คน) คิดเป็นร้อยละ 77.27

ผู้วิจัยได้สำรวจปัญหาในรายวิชาพบว่าวิชางจรพลัสและสวิตซึ่งถูกกำหนดให้เป็นกลุ่มทักษะวิชาชีพเฉพาะ ซึ่งนักศึกษาสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ต้องเรียนในรายวิชานี้ จึงทำให้ต้องใช้ผู้สอนหลายคน ซึ่งผู้สอนแต่ละคนจะมีความรู้ความสามารถ และประสบการณ์สอนไม่เท่ากันทำให้การเลือกใช้วิธีการสอน การกำหนดเนื้อหา การสอน การจัดเตรียมเอกสารประกอบการเรียนการสอน การเลือกใช้สื่อการสอน ตลอดจนการวัดผลและการประเมินผลการเรียนมีความแตกต่างกันซึ่งส่งผลให้การเรียนการสอนขาดความเป็นเอกภาพ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยต่าง ๆ เพื่อศึกษาวิธีการพัฒนาผู้เรียน เช่น กิตติพงษ์ ไชยเสนา (2553) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บ วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสาธิต พบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 80.67/80.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือการเปรียบเทียบ ความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่าน เว็บให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 และความพึงพอใจของผู้เรียนตอบที่เรียนที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมาก

ดังกล่าวผู้วิจัยมีความสนใจจึงได้คิดหาทางที่จะพัฒนาผลการเรียนของผู้เรียนให้มีคะแนนผลการเรียนดีขึ้นและ

ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ทักษะการฝึกปฏิบัติการประกอบวงจร และสร้างให้ผู้เรียนมีทักษะทางปฏิบัติที่ดีและเป็นผู้ที่มีความชำนาญในด้านรายวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิง โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต เรื่องวงจรมัลติไวเบอร์เตอร์ รายวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิง ซึ่งเป็นวิธีการส่งเสริมการเรียนรู้ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้อีกทางหนึ่งให้กับผู้เรียน รวมทั้งเป็นการส่งเสริมให้การสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้นต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

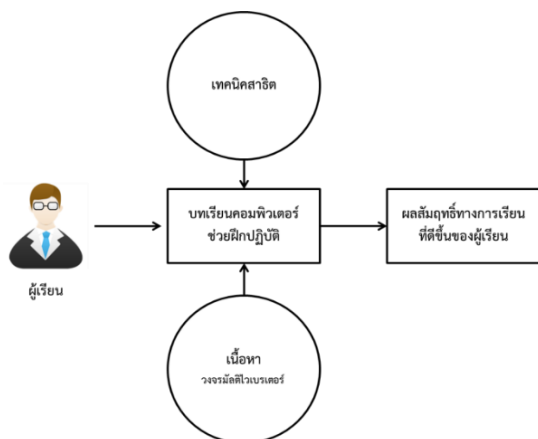
2.1 เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต เรื่องวงจรมัลติไวเบอร์เตอร์ รายวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิง

2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต เรื่องวงจรมัลติไวเบอร์เตอร์ รายวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิง

2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต เรื่องวงจรมัลติไวเบอร์เตอร์ รายวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิง

3. กรอบแนวคิดการวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัยประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ ปัจจัยนำเข้า (Input) คือ เนื้อหา เรื่องวงจรมัลติไวเบอร์เตอร์, เทคนิคสาธิต 2) กระบวนการ (Process) คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติ 3) ผลลัพธ์ (Output) คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้นของผู้เรียน



ภาพที่ 1 ภาพแสดงกรอบแนวความคิดในการวิจัย

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 ขอบเขตของการวิจัย

4.1.1 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากร ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรีที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิง ประจำภาคฤดูร้อน ปีการศึกษา 2560 ทั้งหมด จำนวน 16 คน

4.2 เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิง เรื่องวงจรมัลติ ไวเบอร์เตอร์ รหัสวิชา 194 - 12 - 04 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2557) กลุ่มทักษะวิชาชีพเฉพาะสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ นำมาเฉพาะการทดลองปฏิบัติเรื่องนี้นักศึกษายังขาดความรู้ความเข้าใจมากที่สุด คือ หน่วยการเรียนรู้ เรื่องวงจรมัลติไวเบอร์เตอร์ รายวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิง โดยมีการประกอบวงจร จำนวน 8 การทดลอง ได้แก่

4.2.1 วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบอร์เตอร์ชนิดมีไดโอดต่อร่วมขาอิมิตเตอร์

4.2.2 วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบอร์เตอร์แบบใช้อุปแอมป์

4.2.3 วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบอร์เตอร์แบบใช้ไอซีเบอร์ 555

4.2.4 วงจรโมนอสเตเบิลมัลติไวเบอร์เตอร์แบบใช้อุปแอมป์

4.2.5 วงจรโมนอสเตเบิลมัลติไวเบอร์เตอร์แบบใช้ไอซีเบอร์ 555

4.2.6 วงจรการจูนขบวนวงจรไบรสเตเบิลมัลติไวเบอร์เตอร์

4.2.7 วงจรไบสเตเบิลมัลติไวเบอร์เตอร์แบบอิมิตเตอร์คัปเปิล

4.2.8 วงจรฟลิปฟล็อป

โดยบทเรียนที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย การนำเสนอเนื้อหาด้วยข้อความ ภาพนิ่ง และวิดีโอสาธิตแสดงขั้นตอนการทำงานของการทำงานของประกอบวงจรทั้ง 8 การทดลอง

4.3 ขอบเขตด้านเครื่องมือ

4.3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต เรื่องวงจรมัลติไวเบอร์เตอร์ รายวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิง

4.3.2 แบบทดสอบประสิทธิภาพของพัฒนา
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต
เรื่องวงจรมัลติไวเบอร์เตอร์ รายวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิง

4.3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของผู้เรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต เรื่องวงจรมัลติไวเบอร์
เตอร์ รายวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิง

4.3.4 แบบทดสอบความพึงพอใจของผู้เรียนต่อ
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต
เรื่องวงจรมัลติไวเบอร์เตอร์รายวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิง

4.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

4.4.1 การศึกษาข้อมูล

4.4.1.1 ศึกษาเนื้อหาวิชาวงจรพัลส์
และสวิตชิง เรื่องวงจรมัลติไวเบอร์เตอร์ หลักสูตร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2557)
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

4.4.1.2 ศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการสร้าง
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต
เรื่องวงจรมัลติไวเบอร์เตอร์ รายวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิง
ซึ่งโปรแกรมที่สามารถสร้างข้อความ ภาพนิ่ง เสียง
แบบทดสอบ และการสรุปผลคะแนน ได้แก่ โปรแกรม
Adobe Photoshop CS6 ใช้ในการตัดต่อตกแต่ง
รูปภาพ โปรแกรม Pinnacle Studio 19 ใช้ในการ
ตัดต่อวิดีโอ และโปรแกรมออนไลน์ Google

Application ได้แก่ Google Site ใช้ในการทำเว็บไซต์
Google Form ใช้ในการทำแบบทดสอบก่อนเรียน
หลังเรียนและแบบสอบถาม Google Drive ใช้ใน
การจัดเก็บข้อมูลภาพ เสียง วิดีโอ ฯลฯ

4.4.1.3 ศึกษาการสร้างแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียน
ที่สามารถวัดผลได้จริงและมีประสิทธิภาพซึ่งผู้วิจัยได้เลือก
รูปแบบข้อสอบแบบเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก

4.4.1.4 ศึกษาหลักการสร้างแบบประเมิน
คุณภาพของผู้เชี่ยวชาญเพื่อวัดความคิดเห็นที่มีต่อบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต เรื่องวงจรมัลติ
ไวเบอร์เตอร์ รายวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิง ที่พัฒนาขึ้น
ทั้งด้านเทคนิคและด้านเนื้อหา

4.4.1.5 ศึกษาการประเมินความพึงพอใจ
ของผู้เรียนที่มีต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติ
ด้วยเทคนิคสาธิต เรื่องวงจรมัลติไวเบอร์เตอร์ รายวิชาวงจร
พัลส์และสวิตชิง

4.4.2 การกำหนดแบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง
(Experimental Research) โดยใช้แบบแผนการทดลอง
แบบกลุ่มเดียว สอบก่อน – สอบหลัง (One – Group
Pretest - Posttest Control Design) ซึ่งมีขั้นตอนตาม
ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แบบแผนการทดลองแบบ One - Group Pretest - Posttest Control Design

กลุ่มทดลอง	สอบก่อนเรียน	ทดลอง	สอบหลังเรียน
E	T1	X	T2

โดย E แทน กลุ่มทดลอง

T1 แทน การทดสอบก่อนเรียน

X แทน การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย
ฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต

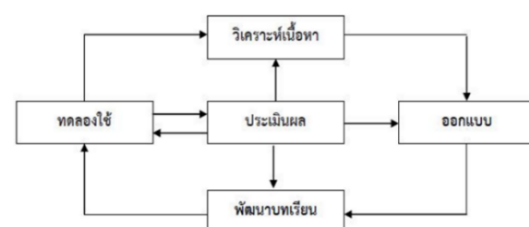
T2 แทน การทดสอบหลังเรียน

4.4.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีการวางแผนเพื่อ
การออกแบบเครื่องมือและเทคนิคต่าง ๆ รวมทั้ง
การทดสอบและการประเมินผลเพื่อให้ผู้เรียนได้บรรลุ
วัตถุประสงค์ของการเรียน การวิจัยครั้งนี้จึงเลือกการใช้
รูปแบบการพัฒนาบทเรียนตามกระบวนการของ ADDIE
Model ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การวิเคราะห์
(A : Analysis) 2) การออกแบบ (D : Design) 3) การพัฒนา

(D : Development) 4) การทดลองใช้ (I : Implementation)

5) การประเมินผล (E : Evaluation)



ภาพที่ 2 ภาพแสดงการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอน (มนต์ชัย เทียนทอง, 2554)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีทั้งหมด 3 ส่วนคือ

1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติ ด้วยเทคนิคสาธิต

เรื่องวงจรมัลติไมเตอร์ รายวิชาวงจรพัลส์และสวิตซิ่ง 2) แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน 3) แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต โดยมีขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือตามหลักการของ ADDIE Model ดังต่อไปนี้

4.4.4 วิเคราะห์เนื้อหา

4.4.4.1 วิเคราะห์เนื้อหาบทเรียน ศึกษาเนื้อหารายวิชาและวิเคราะห์หลักสูตร โดยผู้วิจัยได้รวบรวมเนื้อหาและวิเคราะห์จากคำอธิบายรายวิชา มาตรฐานรายวิชา วัตถุประสงค์รายวิชา และกลุ่มผู้เรียนเพื่อใช้ในการวิเคราะห์เนื้อหา

4.4.4.2 วิเคราะห์เนื้อหา ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ เก็บรวบรวมข้อมูลเนื้อหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้สอดคล้องกับคำอธิบายรายวิชาและวัตถุประสงค์รายวิชา จากนั้นทำการวิเคราะห์เนื้อหา

4.4.4.3 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยระบุพฤติกรรมที่ต้องการ

4.4.4.4 สร้างแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยใช้ข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือกตอบ ได้ข้อสอบจำนวน 51 ข้อ

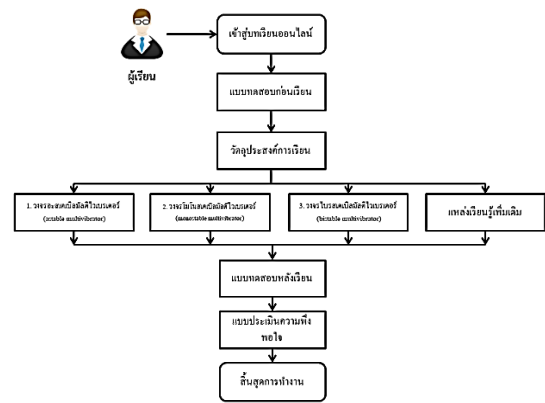
4.4.4.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อปรับปรุงและแก้ไข ก่อนให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน ประเมินเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency : IOC) โดยค่า IOC ที่ใช้ได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

ซึ่งผลการหาค่า IOC พบว่ามีข้อสอบที่มีค่าประเมิน IOC มากกว่า 0.5 ทั้งหมด 41 ข้อที่สามารถนำไปใช้งานได้ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการคัดแยกข้อสอบที่มีความสอดคล้องวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยจำแนกข้อสอบตามหน่วยเรียนได้ข้อสอบ จำนวน 25 ข้อ

4.4.4.6 นำข้อสอบที่ได้มาสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

4.4.5 ออกแบบบทเรียน

ออกแบบการนำเสนอของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต เรื่องวงจรมัลติไมเตอร์ รายวิชาวงจรพัลส์และสวิตซิ่ง โดยลำดับเนื้อหา ดังภาพ



ภาพที่ 3 ภาพแสดงขั้นตอนการเข้าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต

4.4.6 การพัฒนาบทเรียน

4.4.6.1 การเตรียมการ โดยเตรียมส่วนของเนื้อหาที่ได้วิเคราะห์ในข้างต้นจัดเตรียมรูปภาพข้อความและวิดีโอที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4.4.6.2 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต เรื่องวงจรมัลติไมเตอร์ รายวิชาวงจรพัลส์และสวิตซิ่ง โดยใช้โปรแกรม Adobe Photoshop CS6 ใช้ในการตัดต่อตกแต่งรูปภาพ โปรแกรม Pinnacle Studio 19 ใช้ในการตัดต่อวิดีโอ และโปรแกรมออนไลน์ Google Application ได้แก่ Google Site ใช้ในการทำเว็บไซต์ Google Form ใช้ในการทำแบบทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน และแบบสอบถาม Google Drive ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลภาพเสียง วิดีโอ ฯลฯ

4.4.7 ทดลองใช้งาน

4.4.7.1 การทดสอบโดยผู้พัฒนา คือผู้วิจัยทดลองใช้ด้วยตัวเอง ตรวจสอบความถูกต้องและแก้ไขข้อผิดพลาดในส่วนย่อยต่าง ๆ เช่น การแสดงผลที่ถูกต้องเมื่อใช้เมาส์คลิก

4.4.7.2 การทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค เมื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว จึงนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค ด้านละ 3 ท่าน ประเมินความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต ซึ่งมีผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สรุปผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	รายการ	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความคิดเห็น
1.	ประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา	4.27	ดี
2.	ประเมินคุณภาพด้านเทคนิค	4.74	ดีมาก

4.4.7.3 ประสานงานกับอาจารย์ผู้สอนประจำรายวิชาเพื่อกำหนดวันและเวลาในการทดลองชี้แจงวิธีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต โดยจัดการเรียนให้นักศึกษาในคาบเรียนวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิง เรื่องวงจรมัลติไวเบเรเตอร์

4.4.7.4 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนที่พัฒนาขึ้นจาก Application Google Form

4.4.7.5 ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนเทคนิคสาธิตการประกอบวงจรตามสื่อวิดีโอตามหัวข้อการเรียนรู้ ทั้ง 8 หัวข้อ และผู้เรียนสามารถศึกษาแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้นในการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในประกอบวงจรตามหัวข้อการเรียนรู้ทั้ง 8 หัวข้อ จาก Application Google site

4.4.7.6 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนที่พัฒนาขึ้นจาก Application Google Form

4.4.8 วิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

4.4.8.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต โดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

4.4.8.2 การหาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต โดยใช้แบบสอบถาม

5. ผลการวิจัย

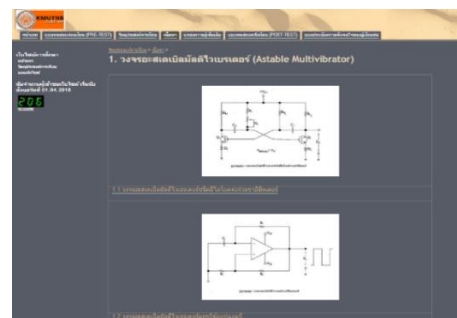
การวิจัย เรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต เรื่องวงจรมัลติไวเบเรเตอร์ รายวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิง ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยตามลำดับดังต่อไปนี้

5.1 ผลพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต มีลักษณะดังภาพที่ 4 ภาพที่ 5 และภาพที่ 6



ภาพที่ 4 ภาพแสดงหน้าจอหน้าแรกเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต

จากภาพที่ 4 แสดงหน้าจอหน้าแรกของเว็บไซต์บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต ผู้เรียนสามารถเลือกทำแบบทดสอบก่อนเรียน ทำแบบทดสอบหลังเรียน และเข้าสู่บทเรียนจากหน้านี้



ภาพที่ 5 ภาพแสดงหน้าจอสำหรับเลือกหัวข้อย่อยภายในบทเรียน

จากภาพที่ 5 แสดงหน้าจอสำหรับเลือกหัวข้อย่อยภายในบทเรียน โดยผู้เรียนสามารถคลิกเลือกเรียนได้ตามหัวข้อ



ภาพที่ 6 ภาพแสดงหน้าจอสำหรับการเรียนรู้ตามวิดีโอสาธิตในการประกอบวงจร

จากภาพที่ 6 แสดงหน้าจอการเรียนรู้ตามวิดีโอสาธิตในการประกอบวงจร โดยผู้เรียนเลือกตามหัวข้อย่อย

ตารางที่ 3 ผลการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและ หลังเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต โดยใช้แบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน

การสอบ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	S.D.	t	Sig (1-tailed)
ก่อนเรียน	16	25	12.93	2.69	15.36	1.58
หลังเรียน	16	25	22.40	1.63		

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05, df = 15

จากตารางที่ 3 พบว่าผลการทดสอบก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.93 คะแนน และการทดสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.40 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบคะแนน

ก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่า คะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตารางที่ 4 ผลการหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิตที่พัฒนาขึ้น

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	(S.D.)	ความพึงพอใจ
1. การอธิบายเนื้อหาเข้าใจง่าย	4.14	0.4	มาก
2. เนื้อหาสอดคล้องกับบทเรียน	4.14	0.4	มาก
3. ภาพวงจรสอดคล้องกับบทเรียน	4.14	0.4	มาก
4. ความสะดวกในการใช้สื่อบทเรียนออนไลน์	4.00	0	มาก
5. สื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ สร้างความเข้าใจในบทเรียน	4.00	0	มาก
6. สื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ มีความสวยงาม	4.43	0.5	มาก
7. เนื้อหาความรู้จากสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์	4.43	0.5	มาก
8. ท่านมีความพึงพอใจสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์	4.43	0.5	มาก
เฉลี่ยรวม	4.20	0.20	มาก

จากตารางที่ 4 พบว่าผลการหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิตอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.20$ และ $S.D. = 0.20$)

6. สรุปผลการวิจัย

6.1 ผลการศึกษาวิจัยทำให้ได้สื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต เรื่องวงจรมัลติไวเบรเตอร์ รายวิชาวงจรพัลส์และสวิตซ์ที่พัฒนาขึ้น

6.2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี และความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคอยู่ในระดับดีมาก

6.3 นักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต เรื่องวงจรมัลติไวเบรเตอร์ รายวิชาวงจรพัลส์และสวิตซ์มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

6.4 นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิตเรื่องวงจรมัลติไวเบรเตอร์ รายวิชาวงจรพัลส์และสวิตซ์ซึ่งอยู่ในระดับมาก สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

7. อภิปรายผลการวิจัย

7.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิต

ที่พัฒนาขึ้นมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.5 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะบทเรียนหลักเป็นวิดีโอช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิตได้มีส่วนช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความตั้งใจและสนใจการเรียนรู้ เพราะในบทเรียนการนำเสนอเนื้อหา ข้อความ รูปภาพและวิดีโอ โดยจัดการเรียนการสอนแบบเน้นเนื้อหาให้ตรงวัตถุประสงค์ และผู้เรียนสามารถนำไปใช้งานได้จริง สอดคล้องกับงานวิจัยของ รุ่งทิพย์ จันตะวงค์ (2555) ได้ศึกษาเรื่องการสร้างชุดฝึกทักษะคอมพิวเตอร์ เรื่องการออกแบบงานกราฟิกด้วยโปรแกรม คอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบทักษะปฏิบัติของ แฮร์โรว์ ผลการดำเนินงาน พบว่า 1) ชุดฝึกทักษะคอมพิวเตอร์ เรื่องการออกแบบงานกราฟิกด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ รูปแบบทักษะปฏิบัติการของแฮร์โรว์ (Harrow's Instructional Model for Psychomotor Domain) ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 82.66/82.35 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80.2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยชุดฝึกทักษะคอมพิวเตอร์ เรื่องการออกแบบงานกราฟิกด้วยโปรแกรม คอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบทักษะปฏิบัติการของแฮร์โรว์ (Harrow's Instructional Model for Psychomotor Domain) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยสุนทร เสี้ยวสกุล (2553) ทำการศึกษาเรื่องการพัฒนาบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บวิชา ระบบเสียง ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสาธิต ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บวิชา ระบบเสียง ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสาธิตที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 85.75/84.75 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7.2 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกปฏิบัติด้วยเทคนิคสาธิตที่พัฒนาขึ้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.20 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับความพึงพอใจมาก ตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับ คุณทล หนูทวน, ชุตินา จันทรจิตร และปรีดา เบญจการ (2561, หน้า 1234-1245) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคอมพิวเตอร์และสารสนเทศเพื่องานอาชีพ ของ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยใช้รูปแบบการเรียนของแฮร์โรว์ร่วมกับการสาธิต พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพที่มี

ต่อรูปแบบการเรียนของแฮร์โรว์ ร่วมกับการสาธิต ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ความพร้อมของห้องเรียน จะมีผลต่อความสนใจของนักศึกษา ควรจัดเตรียมห้องเรียนและอุปกรณ์ให้พร้อมก่อนทำการทดลอง

8.2 ควรเพิ่มเติมรูปภาพในเนื้อหา เพราะเมื่อผู้เรียนได้เห็นรูปภาพหรือวงจรจะสามารถเข้าใจในเนื้อหาได้มากยิ่งขึ้น

8.3 ควรเพิ่มห้องการสนทนาและปรับปรุงกราฟิกให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

9. เอกสารอ้างอิง

- กิตติพงษ์ ไชยเสนา. (2553). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บ วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสาธิต. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- คุณทล หนูทวน, ชุตินา จันทรจิตร และปรีดา เบญจการ. (2561). พลวัตการศึกษายุคเศรษฐกิจและสังคมดิจิทัล. ใน การประชุมมหาดไทยวิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 9. (20 กรกฎาคม หน้า 1234 – 1245). สงขลา: มหาวิทยาลัยมหาดไทย.
- มนต์ชัย เทียนทอง. (2554). การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียนมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- รุ่งทิพย์ จันตะวงค์. (2555). การสร้างชุดฝึกทักษะคอมพิวเตอร์ เรื่องการออกแบบงานกราฟิกด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบทักษะปฏิบัติของแฮร์โรว์ (Harrow's Instructional Model for psychomotor Domain). การค้นคว้าอิสระ การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุนทร เลี้ยวสกุล. (2553). การพัฒนาบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บวิชาระบบเสียง
ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสาธิต.

วิทยานิพนธ์ครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

พระนครเหนือ.

การสร้างและหาประสิทธิภาพเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้ Creating and Finding a Cure for Fever Alert

ประภาส พุ่มพวง^{1*}, ธัญพร พุ่มพวง² และจิโรธ วัฒนา³

Prabhas Phumphuang^{1*}, Thanyaporn Phumphuang², and Jirot Watana³

^{*1,2,3}สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง, ²แผนกสามัญสัมพันธ์,

^{*1,2,3}วิทยาลัยเทคนิคลพบุรี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 2 ลพบุรี 15000

^{*1,3}Electrical Power Department, ²General Academics Department,

^{*1,2,3}Lopburi Technical college, Institute of Vocational Education : Central Region 2, Lopburi 15000

Received : February 14, 2019 Revised : March 6, 2019 Accepted : April 18, 2019

บทคัดย่อ

การสร้างและหาประสิทธิภาพเบาะแจ้งเตือนการมีไข้ มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย 1) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้ และ 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้เบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้ พบว่าเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ อุณหภูมิจากจอแสดงผลของเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้ และแอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟน มีความเที่ยงตรง สามารถแจ้งเตือนการมีไข้ได้โดยมีเสียงสัญญาณการแจ้งเตือนจากเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้ และแอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟน เมื่อวัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 37.50 องศาเซลเซียส และระดับความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้เบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.07 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ผู้ทดลองใช้มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ซึ่งเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้สามารถแจ้งเตือนเมื่อผู้ป่วยมีอุณหภูมิสูงได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : การมีไข้, เบาะรองนอน

**ประภาส พุ่มพวง*

E-mail : pr_abhas@hotmail.com

Abstract

Creating and Finding a Cure for Fever Alert with the purpose of research were : 1) To study the effectiveness of the sleeping cushion pad for fever alert. 2) To study the satisfaction of sleep cushion patient. The result found that the fever cushion was created correctly and efficiently. The temperature from the cushion pad display alert fever and on smartphone applications were accurate by giving a warning signal at 37.50 degree Celsius. The satisfactory level of the sleeping cushion pad for fever alert was 4.65. The standard deviation was 0.07. The comparison with the criteria set out, the trial users were satisfied at the highest level.

Keywords : Fever, Sleeping Cushion Pad

1. บทนำ

ไข้เป็นสัญญาณเตือนความผิดปกติในร่างกายที่บ่งบอกถึงความเจ็บป่วย เป็นภาวะที่อุณหภูมิของร่างกายเปลี่ยนแปลงสูงขึ้นกว่าปกติ ซึ่งมักจะเป็นสัญญาณเตือนว่าระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายกำลังทำงานตามหน้าที่เพื่อต่อสู้กับเชื้อโรคบางอย่างที่บุกรุกเข้าสู่ร่างกาย (สุดประนอม สมันตเวคิน และวรรณ กิ่งแก้วก้านทอง, 2547) และถือว่าเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่ง โดยเฉพาะในเด็ก เนื่องจากเด็กที่มีภาวะไข้เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วมักเกิดอันตรายแก่เด็ก ที่สำคัญคือภาวะชักจากไข้สูง (สุรเกียรติ์ อาชานานภาพ, 2553)

ผู้สูงอายุ ผู้ป่วยติดเตียง หรือเด็กที่มีอายุต่ำกว่า 5 ปี กับการมีไข้เป็นสิ่งที่ลำบากมากสำหรับผู้ดูแล เพราะคนเหล่านั้นไม่สามารถบอกได้ว่าไข้เป็นไข้ บางคนอาจแสดงอาการไม่เป็น และไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้โดยการวัดไข้เป็นวิธีการที่ช่วยตรวจสอบภาวะการมีไข้โดยใช้อุปกรณ์ที่นิยมใช้กัน เรียกว่า พรอทวัดไข้ เพื่อป้องกันภาวะไข้สูงจึงต้องวัดไข้บ่อย ๆ และวัดตลอดเวลา

พรอทวัดไข้เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับ วัดอุณหภูมิของร่างกาย นิยมใช้กันมายาวนาน ในปัจจุบันทางการแพทย์กำลังมีแผนการให้ทุกประเทศเลิกใช้อย่างถาวรเนื่องจากพรอทมีผลข้างเคียงกรณีพรอทวัดไข้แตกอาจเกิดการปนเปื้อนและเข้าสู่ร่างกายได้ทำให้เป็นอันตรายกับร่างกายและสิ่งแวดล้อมได้

ผู้วิจัยเห็นความสำคัญของการวัดอุณหภูมิของผู้สูงอายุ ผู้ป่วยติดเตียง หรือเด็กที่ไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ตลอดเวลาและมีการ แฉงเตือนเมื่อเป็นไข้ จึงได้วิจัยสร้างและหาประสิทธิภาพเบาะรองนอนแฉงเตือนการมีไข้ขึ้น

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของเบาะรองนอนแฉงเตือนการมีไข้

2.2 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้เบาะรองนอนแฉงเตือนการมีไข้

3. สมมติฐานของการวิจัย

3.1 เบาะรองนอนแฉงเตือนการมีไข้ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ

3.2 ความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้เบาะรองนอนแฉงเตือนการมีไข้อยู่ในระดับมากที่สุด

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 การออกแบบและสร้างเบาะรองนอนแฉงเตือนการมีไข้

การสร้างเบาะรองนอนแฉงเตือนการมีไข้ประกอบด้วย เบาะรองนอน และอุปกรณ์แฉงเตือนซึ่งเบาะรองนอนสร้างขึ้นจากผลการศึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ เรื่องการศึกษาอุปกรณ์ช่วยยกตัวผู้ป่วยและอุปกรณ์แฉงเตือนการมีไข้ มีวัสดุและอุปกรณ์ดังนี้

4.1.1 หน้เทียม 5 เมตร

4.1.2 แผ่นโฟมพีวีซีหนา 0.5 เซนติเมตร 1 ม้วน

4.1.3 แผ่นทองแดง ขนาด 3 ออนซ์ 1 แผ่น

4.1.4 เซนเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิ DS18B20 1 ตัว

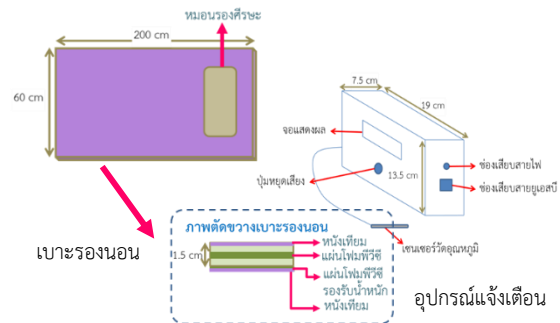
4.1.5 บอร์ดอาดยโน้ 1 ชุด

4.1.6 ชุดลำโพง 1 ชุด

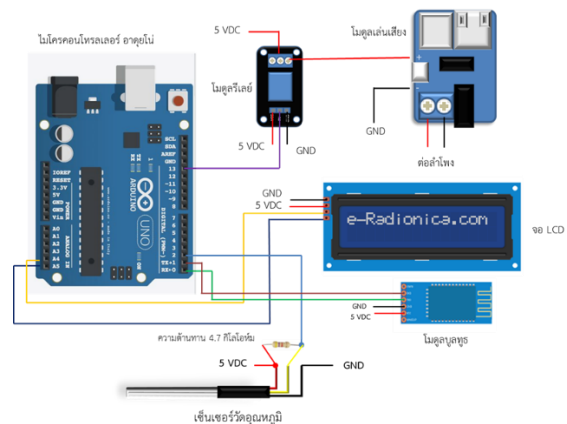
4.1.7 บลูทูธ 1 ตัว

4.1.8 แหล่งจ่ายไฟสำรอง 1 ชุด

โดยแบบร่างและวงจรการต่อใช้งานแสดงดังภาพที่ 1 และภาพที่ 2



ภาพที่ 1 ภาพแสดงแบบร่างของเบาะรองนอนแฉงเตือนการมีไข้

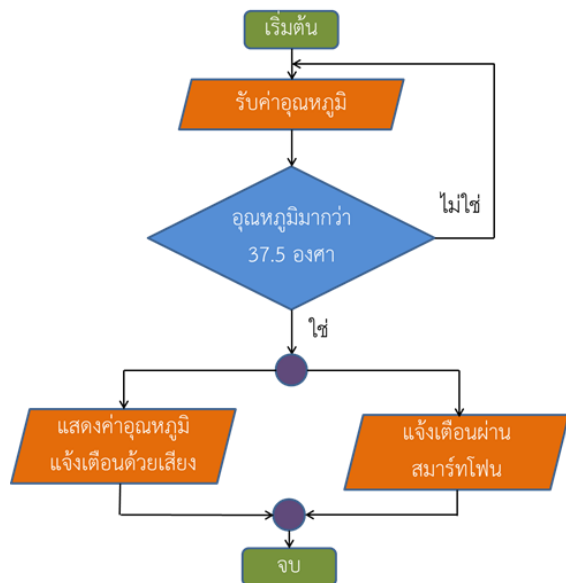


ภาพที่ 2 ภาพแสดงวงจรการต่อใช้งาน



ภาพที่ 3 ภาพแสดงเบาะรองนอนแฉงเตือนการมีไข้ที่เสร็จสมบูรณ์

4.2 การออกแบบและสร้างแอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟน

4.2.1 การเขียนผังงานการทำงานของแอปพลิเคชัน
แสดงดังภาพที่ 4ภาพที่ 4 ภาพแสดงผังงานการทำงานของ
แอปพลิเคชัน4.2.2 การเขียนแอปพลิเคชันโดยใช้โปรแกรม
Appinventor 2 แสดงดังภาพที่ 5ภาพที่ 5 ภาพแสดงหน้าต่างการใช้งานแอปพลิเคชัน
การแจ้งเตือนการมีไข้4.3 วิธีการศึกษาประสิทธิภาพของเบาะรองนอนแจ้ง
เตือนการมีไข้4.3.1 วิธีการศึกษาความเที่ยงตรงในการวัด
อุณหภูมิของเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้

ตัวแปรการทดลอง

ตัวแปรต้น : อุณหภูมิของแผ่นความร้อน

ตัวแปรตาม : ความเที่ยงตรงในการวัด

อุณหภูมิ

ตัวแปรควบคุม :

4.3.1.1 สถานที่ทดลอง

4.3.1.2 เบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้

4.3.1.3 แผ่นความร้อน

4.3.1.4 เวลาในการวางแผ่นความร้อนบน

เบาะรองนอนฯ

4.3.1.5 เทอร์โมมิเตอร์

4.3.1.6 ระยะทางการเชื่อมต่อสัญญาณ

บลูทูธ

4.3.1.7 สมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการ

แอนดรอยด์ วิธีการทดลอง

1) เชื่อมต่อบลูทูธระหว่างสมาร์
ทโฟนกับเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้ เปิดแอปพลิเคชัน
แสดงอุณหภูมิและแจ้งเตือนการมีไข้

2) นำแผ่นความร้อนที่มีอุณหภูมิ
35.00 องศาเซลเซียส วางบนเบาะรองนอนฯเป็นเวลา
2 นาที อ่านค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากจอแสดงผลของเบาะ
รองนอนฯ และแอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟน บันทึก
ผลการทดลอง

3) ทำการทดลองเช่นเดียวกับ
ข้อ 2) ซ้ำ 2 ครั้ง บันทึกผลการทดลอง

4) ทำการทดลองเช่นเดียวกับ
ข้อ 2) โดยเปลี่ยนอุณหภูมิเป็น 40.00, 45.00 และ
50.00 องศาเซลเซียส

5) ทำการทดลองเช่นเดียวกับ
ข้อ 4) ซ้ำ 2 ครั้ง บันทึกผลการทดลอง

4.3.2 วิธีการศึกษาความสามารถในการแจ้งเตือน
ของเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้

ตัวแปรการทดลอง

ตัวแปรต้น : อุณหภูมิของแผ่นความร้อน

ตัวแปรตาม : เสียงสัญญาณการแจ้งเตือน

ตัวแปรควบคุม :

4.3.2.1 สถานที่ทดลอง

4.3.2.2 เบาะรองนอน

4.3.2.3 แผ่นความร้อน

4.3.2.4 เวลาในการวางแผนความร้อนบน
เบาะรองนอน

4.3.2.5 เทอร์โมมิเตอร์

4.3.2.6 ระยะทางการเชื่อมต่อสัญญาณ
บลูทูธ

4.3.2.7 สมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการ
แอนดรอยด์

4.4 วิธีการทดลอง

4.4.1 เชื่อมต่อบลูทูธระหว่างสมาร์ทโฟนกับ
เบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้ เปิดแอปพลิเคชันแสดง
อุณหภูมิและแจ้งเตือนการมีไข้

4.4.2 นำแผ่นความร้อนที่มีอุณหภูมิ 35.00
องศาเซลเซียส วางบนเบาะรองนอนเป็นเวลา 2 นาที
สังเกตเสียงแจ้งเตือนของเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้
และแอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟน บันทึกผลการทดลอง

4.4.3 ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2) ซ้ำ
2 ครั้ง บันทึกผลการทดลอง

4.4.4 ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2) โดย
เปลี่ยนอุณหภูมิเป็น 40.00, 45.00 และ 50.00 องศา
เซลเซียส

4.4.5 ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 4) ซ้ำ
2 ครั้ง บันทึกผลการทดลอง

5. ผลการวิจัย

จากการสร้างเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้
สามารถสรุปผลการศึกษาดังนี้

5.1 ผลการสร้างเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้ผลที่
ได้คือ ได้เบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้ โดยขนาดของ
เบาะรองนอนมีความกว้าง 60 เซนติเมตร ยาว 200
เซนติเมตร หนา 1.50 เซนติเมตร อุปกรณ์แจ้งเตือน
มีความกว้าง 13.50 เซนติเมตร ยาว 19 เซนติเมตร
หนา 7.50 เซนติเมตร ใช้แรงดันไฟฟ้าเลี้ยงวงจร
5 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 40 มิลลิแอมป์

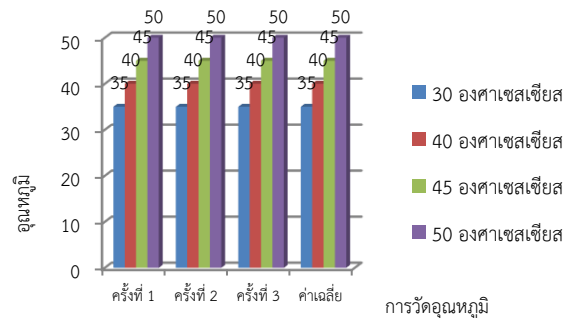
5.2 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของเบาะรองนอน
แจ้งเตือนการมีไข้ผลการศึกษาความเที่ยงตรงในการวัด
อุณหภูมิของเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้ เบาะรอง
นอนแจ้งเตือนการมีไข้ที่สร้างขึ้นมีความเที่ยงตรง โดย
อุณหภูมิเฉลี่ยที่วัดได้จากเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้ที่
จอแสดงผลและแอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนเท่ากับ
อุณหภูมิของแผ่นความร้อนในทุก ๆ อุณหภูมิทั้งสามครั้ง

5.3 ผลการศึกษาความสามารถในการแจ้งเตือนของ
เบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้

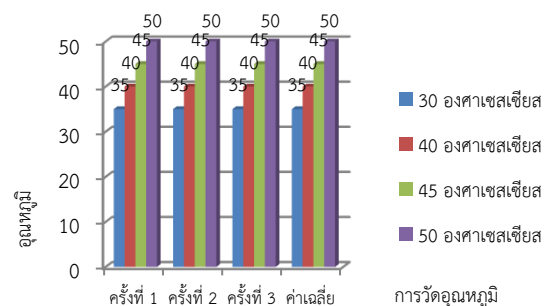
แผ่นความร้อนที่มีอุณหภูมิตั้งแต่ 35.00 ถึง
37.00 องศาเซลเซียส ไม่มีเสียงสัญญาณการแจ้งเตือน

จากเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้และแอปพลิเคชันใน
สมาร์ทโฟนที่อุณหภูมิตั้งแต่ 37.50 องศาเซลเซียส
เป็นต้นไป เบาะรองนอน แจ้งเตือนการมีไข้และ
แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนมีเสียงสัญญาณแจ้งเตือน
การมีไข้ทั้ง 3 ครั้ง

ดังนั้นเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้ที่สร้างขึ้น
มีประสิทธิภาพ มีความเที่ยงตรงและสามารถส่งเสียง
สัญญาณแจ้งเตือนการมีไข้ได้



ภาพที่ 6 ภาพแสดงการหาประสิทธิภาพในการวัด
อุณหภูมิของเบาะแจ้งเตือนการมีไข้
ที่อุปกรณ์แจ้งเตือน



ภาพที่ 7 ภาพแสดงการหาประสิทธิภาพในการวัด
อุณหภูมิของ เบาะแจ้งเตือนการมีไข้
ที่สมาร์ทโฟน

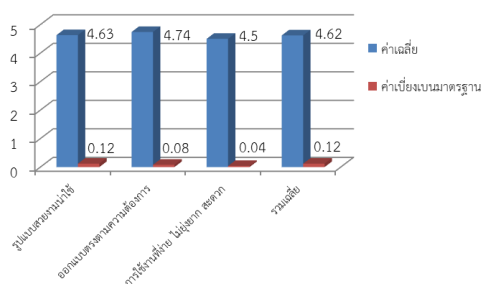
5.4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้
เบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้

ผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดมีจำนวน 50 คน
ส่วนใหญ่เป็นผู้ดูแลผู้สูงอายุ ผู้ป่วยติดเตียงหรือเด็ก
ร้อยละ 68.00 เพศหญิง ร้อยละ 60.00 มีอายุระหว่าง
31-60 ปี ร้อยละ 44.00 ผู้ตอบแบบสอบถาม มีความพึงพอใจ
ต่อการใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.65
โดยสรุปดังนี้

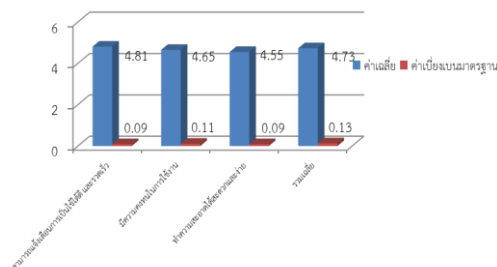
ด้านการออกแบบเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้
ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.62
การออกแบบตรงความต้องการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ

4.74 ส่วนการใช้งานที่ง่ายไม่ยุ่งยาก สะดวก มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 4.50 ด้านประโยชน์ของการใช้งานในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.73 เท่ากับเดือนสามารถแจ้งเตือน การมีใช้ได้ดี และรวดเร็ว มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 4.81 ส่วนการทำความสะอาดได้สะดวกและง่าย มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 4.55

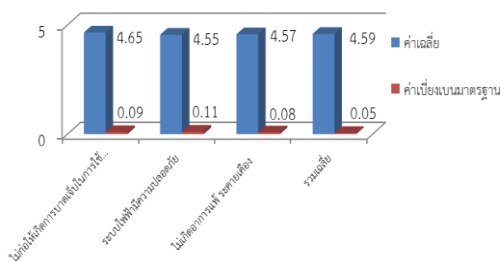
ด้านความปลอดภัยในการใช้งานในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.59 ไม่ก่อให้เกิดการบาดเจ็บในการใช้งาน และการติดเชื้อโรค มีค่าเฉลี่ยเท่ากันที่ 4.65 ส่วนระบบไฟฟ้ามีความปลอดภัย มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 4.55



ภาพที่ 8 ภาพแสดงด้านการออกแบบเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้



ภาพที่ 9 ภาพแสดงด้านประโยชน์ในการใช้งาน



ภาพที่ 10 ภาพแสดงด้านความปลอดภัยในการใช้งาน

6. สรุปผลการวิจัย

จากการสร้างเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้ สามารถสรุปผลการศึกษาดังนี้

6.1 ผลการสร้างเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้ ผลที่ได้คือได้เบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้ โดยขนาดของเบาะรองนอนมีความกว้าง 60 เซนติเมตร ยาว 200 เซนติเมตร หนา 1.50 เซนติเมตร อุปกรณ์แจ้งเตือนมีความกว้าง 13.50 เซนติเมตร ยาว 19 เซนติเมตร หนา 7.50 เซนติเมตร ใช้แรงดันไฟฟ้าเลี้ยงวงจร 5 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 40 มิลลิแอมป์

6.2 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้

ผลการศึกษาความเที่ยงตรงในการวัดอุณหภูมิของเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้ ที่สร้างขึ้นมีความเที่ยงตรง โดยอุณหภูมิเฉลี่ยที่วัดได้จากเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้ที่จ่อแสดงผลและแอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนเท่ากับอุณหภูมิของแผ่นความร้อนในทุก ๆ อุณหภูมิทั้งสามครั้ง

ผลการศึกษาความสามารถในการแจ้งเตือนของเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้

แผ่นความร้อนที่มีอุณหภูมิตั้งแต่ 35.00 ถึง 37.00 องศาเซลเซียส ไม่มีเสียงสัญญาณการแจ้งเตือนจากเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้และแอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนที่อุณหภูมิตั้งแต่ 37.50 องศาเซลเซียส เป็นต้นไป เบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้และแอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนมีเสียงสัญญาณแจ้งเตือนการมีไข้ทั้งสามครั้ง

ดังนั้นเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพโดยการทดลองตามผลที่ได้จากกราฟในภาพที่ 6 มีความเที่ยงตรงและสามารถส่งเสียงสัญญาณแจ้งเตือนการมีไข้ได้อย่างถูกต้อง

6.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้เบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้

ผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดมีจำนวน 50 คน ส่วนใหญ่เป็นผู้ดูแลผู้สูงอายุ ผู้ป่วยติดเตียงหรือเด็ก ร้อยละ 68.00 เพศหญิง ร้อยละ 60.00 มีอายุระหว่าง 31-60 ปี ร้อยละ 44.00 ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจต่อการใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.65 โดยสรุปดังนี้

ด้านการออกแบบเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย 4.62 การออกแบบตรงความต้องการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 4.74 ส่วนการใช้งานที่ง่าย ไม่ยุ่งยาก สะดวกมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 4.50

ด้านประโยชน์ของการใช้งานในภาพรวม อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.73 สามารถแจ้งเตือน การเป็นไข้ได้ดี และรวดเร็ว มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 4.81 ส่วนการทำความสะอาดได้สะดวกและง่าย มีค่าเฉลี่ยน้อย ที่สุด คือ 4.55

ด้านความปลอดภัยในการใช้งานในภาพรวม อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.59 ไม่ก่อให้เกิด การบาดเจ็บในการใช้งาน และการติดเชื้อโรคมีค่าเฉลี่ย เท่ากันที่ 4.65 ส่วนระบบไฟฟ้ามีความปลอดภัย มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด 4.55

7. อภิปรายผลการวิจัย

การสร้างเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้ ออกแบบส่วน เบาะรองนอนที่ทำจากหนังเทียมและแผ่นโฟมพีวีซี โดยวิธีการทำได้จากการศึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่อง การศึกษาอุปกรณ์ช่วยยกตัวผู้ป่วยของ ญัฐธนิชา พิมพ์จันทร์ และคณะ (2558) ซึ่งได้ศึกษาคุณสมบัติของวัสดุที่เหมาะสม ในการทำอุปกรณ์ช่วยยกตัวผู้ป่วย พบว่าเบาะที่ทำจาก หนังเทียมและแผ่นโฟมพีวีซีทำความสะอาดง่าย และ การป้องกันฝุ่นละออง ที่อาจทำให้เกิดโรคมะเร็ง แพ้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณิชนนท์ อารีย์การเลิศ และญัฐ มาลัยนวล (2556, หน้า 82-90) ซึ่งศึกษา ประสิทธิภาพของหนังเทียมในการป้องกันไรฝุ่นและสารก่อ ภูมิแพ้จากไรฝุ่น จึงได้เบาะรองนอนที่เหมาะสมกับ ผู้สูงอายุ ผู้ป่วยติดเตียงหรือเด็กที่ไม่สามารถช่วยเหลือ ตนเองได้ ส่วนอุปกรณ์ แจ้งเตือนการมีไข้ประกอบด้วย เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ส่วนประมวลผลค่าอุณหภูมิ ส่วนแสดงผลอุณหภูมิ และแจ้งเตือนโดยอาศัยหลักการ ถ่ายเทความร้อนจากอุณหภูมิร่างกายของผู้สูงอายุ ผู้ป่วย ติดเตียง และเด็กที่นอนบนเบาะรองนอนไปยังทองแดง ในเบาะรองนอน และอาศัยหลักการนำความร้อนจากแผ่น ทองแดงไปยังเซนเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิและแจ้งเตือน การมีไข้ได้ สอดคล้องกับ เทพพิทย กำเพ็ชร และวิริยะ กองรัตน์ (2555, หน้า 89-100) ซึ่งศึกษา เครื่องวัดอุณหภูมิแบบไร้สาย โดยใช้อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ จากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและแสดงค่าบนจอ LCD จนได้ เบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้ โดยขนาดของเบาะ รองนอน มีความกว้าง 60 เซนติเมตร ยาว 200 เซนติเมตรหนา 1.50 เซนติเมตร อุปกรณ์ แจ้งเตือน มีความกว้าง 13.50 เซนติเมตร ยาว 19 เซนติเมตรหนา 7.50 เซนติเมตร ใช้แรงดันไฟฟ้าเลี้ยง วงจร 5 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 40 มิลลิแอมป์

เบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ โดยการศึกษาความเที่ยงตรงในการวัด

อุณหภูมิของเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้ และศึกษา ความสามารถในการแจ้งเตือนของเบาะรองนอนแจ้งเตือน การมีไข้ จะเห็นว่าเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้ มีความเที่ยงตรง โดยอุณหภูมิเฉลี่ยที่อ่านค่าได้จากเบาะ รองนอนแจ้งเตือนการมีไข้แสดงผลทางจอแสดงผลและ แอปพลิเคชัน วัดอุณหภูมิในสมาร์ตโฟนเท่ากับอุณหภูมิ ของแผ่นความร้อนในทุก ๆ อุณหภูมิ และเมื่อแผ่น ความร้อนที่วางบนเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้ มีอุณหภูมิตั้งแต่ 37.50 องศาเซลเซียส จะมีเสียง สัญญาณการแจ้งเตือนจากเบาะรองนอนแจ้งเตือนการมีไข้ และแอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟน ซึ่งเสียงสัญญาณแจ้งเตือน จากเบาะรองนอนจะดังตลอด ดังนั้นเบาะรองนอน แจ้งเตือนการมีไข้จึงสามารถแจ้งเตือนการมีไข้ได้ สอดคล้องกับปฐมพล หน่อเรือง และอนุสรณ์ วงศ์แปง (2555) ซึ่งได้ศึกษาเครื่องวัดอุณหภูมิเครื่องยนต์และ แรงดันไฟฟ้าแบตเตอรี่ในรถยนต์บนโทรศัพท์มือถือระบบ แอนดรอยด์ โดยอาศัยแผ่นทองแดงกับเซนเซอร์วัด อุณหภูมิ

การศึกษาความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้เบาะรองนอน แจ้งเตือนการมีไข้ขึ้นนั้น ผู้ทดลองใช้เกิดความพึงพอใจ ในด้านประโยชน์ในการใช้งานมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.73 ทั้งนี้เพราะสามารถแจ้งเตือนการมีไข้ได้ดี และรวดเร็ว มีความคงทนในการใช้งาน และทำความสะอาดได้สะดวก และง่าย จึงทำให้ผู้ทดลองใช้มีความพึงพอใจในระดับ มากที่สุด รองลงมาคือด้านการออกแบบเบาะรองนอน แจ้งเตือนการมีไข้ มีค่าเฉลี่ย 4.62 และด้านความปลอดภัย ในการใช้งาน มีค่าเฉลี่ย 4.59 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน ที่ตั้งไว้

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 พัฒนาการแจ้งเตือนให้สามารถเลือกเสียง แจ้งเตือน ปรับเพิ่มลดระดับเสียงได้

8.2 พัฒนาการส่งข้อมูลอุณหภูมิให้แสดงผลและ แจ้งเตือนการมีไข้จากแอปพลิเคชันไลน์ในสมาร์ตโฟน

9. เอกสารอ้างอิง

ญัฐธนิชา พิมพ์จันทร์ และคณะ. (2558). การศึกษา

อุปกรณ์ช่วยยกตัวผู้ป่วย. ลพบุรี:

วิทยาลัยเทคนิคลพบุรี.

ณิชนนท์ อารีย์การเลิศ และญัฐ มาลัยนวล. (2556,

เมษายน-มิถุนายน). ประสิทธิภาพของผ้าหนัง

เทียมในการป้องกันไรฝุ่นและสารก่อภูมิแพ้.

พยาบาลศาสตร์, 2, (31), หน้า 82-90.

- เทพพิทย กำเพ็ชร และวิริยะ กองรัตน์. (2555, มกราคม-มิถุนายน). เครื่องวัดอุณหภูมิแบบไร้สาย. **วิทยาศาสตร์ลาดกระบัง**, 21, (1), หน้า 89-100.
- ปฐมพล หน่อเรือง และอนุสรณ์ วงศ์แปง. (2555). **เครื่องวัดอุณหภูมิเครื่องยนต์และแรงดันไฟฟ้าแบบเตอรีในรถยนต์บนโทรศัพท์มือถือระบบแอนดรอยด์**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.
- สุดประนอม มั่นตเวคิน และวรวรรณ กิ่งแก้วก้านทอง. (2547). **พยาธิสรีรวิทยาสำหรับพยาบาล**. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: บางกอกบลิ๊ก.
- สุรเกียรติ์ อาชานานุภาพ. (2553). **ตำราการตรวจโรคทั่วไป 2 : 350 โรคกับการดูแลรักษาและการป้องกัน**. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: โฮลิสติก พับลิชชิง.

การทดลองสภาวะการทำงานของแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ทำความเย็น เพื่อรักษาอุณหภูมิวัคซีนยา

An Experiment Of Thermoelectric Sheet For Keep Cooling in Vaccine Temperature

อชนิษฐ์ เครืออนันต์*

Akhanid Khrua-anan*

*วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 3 ปราจีนบุรี 25000

*Prachinburi Technical College, Institute of Vocational Education : Central Region 3,
Prachinburi 25000

Received : April 1, 2019 Revised : April 23, 2019 Accepted : May 16, 2019

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการทดลองสภาวะการทำงานของแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ทำความเย็นเพื่อรักษาอุณหภูมิวัคซีนยา เพื่อนำไปรักษาอุณหภูมิวัคซีนยาซึ่งวัคซีนยาบางชนิดจะต้องรักษาอุณหภูมิเพื่อรักษาประสิทธิภาพของตัวยา เพื่อให้ประชาชนได้รับการรักษาอย่างมีคุณภาพ ซึ่งมีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อทดลองการทำงานของแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์สามารถทำความเย็นได้ 2) เพื่อได้ความเย็นที่ได้จากแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์สามารถรักษาอุณหภูมิวัคซีนยา 3) ความเย็นที่ได้แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์มีอุณหภูมิที่สามารถรักษาวัคซีนได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ ซึ่งมีผลสรุปการวิจัยได้ดังนี้ ถ้าน้ำปกติจะสามารถลดอุณหภูมิได้ต่ำสุด 14.8 องศาเซลเซียส ในกล่องระบายความร้อน 6,000 ลูกบาศก์เซนติเมตรแต่ น้ำหล่อเย็นลดอุณหภูมิได้ต่ำสุด 12.3 องศาเซลเซียส ในกล่องระบายความร้อน 6,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร เช่นกันและยังใช้เวลาคงที่ 30 นาทีที่อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลงแล้ว ซึ่งน้ำหล่อเย็นจะลดอุณหภูมิได้ดีกว่า จึงส่งผลทำให้กล่องรักษาอุณหภูมิวัคซีนยาที่ทำความเย็นด้วยแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์สามารถนำไปใช้งานได้จริง และยังมีระบบการทำงานที่มีประสิทธิภาพดี

คำสำคัญ : แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์, รักษาอุณหภูมิวัคซีนยา

Abstract

This article presented the experimental conditions of thermo mechanical refrigeration plates to preserve the temperature of vaccines. In order to preserve the temperature of the vaccine, some vaccine needs to be maintained the effectiveness of them, so that people received quality treatment. The aims were 1) To test the operation of the thermoelectric sheets which can be cooled 2) To get the coldness obtained from the small thermoplastic sheet that can maintain medication vaccine temperatures 3) The coldness of the thermoelectric sheet has a temperature that can effectively treat the vaccine.

The results of the research were as follows: If normal water can be lowered to a minimum of 14.8 degree Celsius in a 6,000 cubic centimeter cooled box, the coolant cooled to a minimum of 12.3 degree Celsius in a 6,000 cubic centimeter cooling box also, and there was still 30 minutes at unchanged temperature which the coolant reduced the temperature better. As a result, the Thermocouple Vacuum keeping Box can be used effectively and there was a system that worked well.

*อชนิษฐ์ เครืออนันต์

E-mail : mided63@gmail.com

Keywords : Thermoelectric, Temperature of Vaccine

1. บทนำ

ปัจจุบันเนื่องจากมีประชาชนป่วยเป็นจำนวนมากในพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทย จึงมีการจัดตั้งโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพประจำตำบล เพื่อให้ความช่วยเหลือและเข้าถึงประชาชนได้สะดวก แต่ก็ยังมีพื้นที่บางส่วนที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ เช่น ในที่ห่างไกลความเจริญและผู้ป่วยไม่สามารถเดินทางมาสถานพยาบาลได้ เป็นต้น เจ้าหน้าที่จึงต้องใช้เวลาในการเข้าถึงผู้ป่วยเพื่อที่สามารถเข้าไปช่วยเหลือได้พร้อมกับอุปกรณ์ทางการแพทย์และวัคซีนยาซึ่งวัคซีนยาบางชนิดจะต้องรักษาอุณหภูมิเพื่อรักษาประสิทธิภาพของตัวยาเพื่อให้ประชาชนได้รับการรักษาอย่างมีคุณภาพ

ซึ่งปัจจุบันการรักษาอุณหภูมิวัคซีนยาของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพประจำตำบลที่จะออกพื้นที่ส่วนใหญ่จะแช่ถังหรือกระติกน้ำแข็ง แต่การทำเช่นนี้จะทำให้การรักษาอุณหภูมิวัคซีนยามีอุณหภูมิที่ไม่คงที่และอาจจะส่งผลทำให้วัคซีนยาด้อยประสิทธิภาพ

ดังนั้นผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจึงได้ทดลองสถานการณ์การทำงานของแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ทำความเย็นเพื่อรักษาอุณหภูมิวัคซีนยา โดยคุณสมบัติของแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ จะมี 2 ด้าน คือด้านร้อนกับด้านเย็น การทำงานของแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์จะเปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานไฟฟ้าจะเกิดขึ้นเมื่อป้อนความร้อนเข้าทางด้านร้อนของแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ (ธนัท ชัยยุทธ, 2545) และควบคุมให้อุณหภูมิด้านเย็นของแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์มีค่าต่ำกว่าโดยอาจจะใช้อีทซิงค์ (Heatsink) เป็นตัวระบายความร้อน (อุณหภูมิทางด้านร้อนของแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ต้องสูงกว่าอุณหภูมิทางด้านเย็น) ยิ่งระบายความร้อนได้ดีเท่าไรความเย็นก็จะเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย โดยที่แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ยังสามารถใช้พลังงานไฟฟ้าจากรถยนต์ 12 โวลต์ ได้จึงทำให้ความเย็นของแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์มีความเย็นคงที่

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อทดลองการทำงานของแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์สามารถทำความเย็นได้

2.2 เพื่อได้ความเย็นที่ได้จากแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์สามารถรักษาอุณหภูมิวัคซีนยาได้

2.3 ความเย็นที่ได้แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์มีอุณหภูมิที่สามารถรักษาวัคซีนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. สมมติฐานการวิจัย

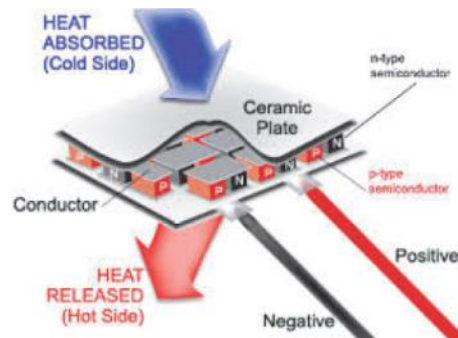
3.1 แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์สามารถทำความเย็นได้

3.2 แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์มีอุณหภูมิสามารถรักษาวัคซีนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. กรอบแนวคิดการวิจัย

4.1 วัสดุเทอร์โมอิเล็กทริกส์

วัสดุเทอร์โมอิเล็กทริกส์ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยใช้ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของจุดสองจุด โดยอิเล็กตรอนจะเดินทางจากจุดที่มีอุณหภูมิสูงไปยังจุดที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าบนวัสดุ ทำให้เกิดขั้วไฟฟ้าและความต่างศักย์ซึ่งสามารถนำพลังงานไฟฟ้าที่ได้มาใช้ประโยชน์ได้ (เจนศักดิ์ เอกบุรณะวัฒน์ และสมิต อินศิริพงษ์, 2548, หน้า AE02-1 – AE02-4)



ภาพที่ 1 ภาพแสดงการทดลองของ Thomas Seebeck

4.2 การทำงานของเทอร์โมอิเล็กทริกส์โมดูลแบ่งเป็น 2 โหมดดังนี้ โหมดแรก เรียกว่า “โหมดผลิตไฟฟ้า (Generator mode)” โดยให้ความต่างของอุณหภูมิบนแผ่นเซรามิคด้านบนและล่างทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลเนื่องจากพาหะเอ็นและพีในสารกึ่งตัวนำเหล่านั้นในสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นซึ่งมีพาหะข้างมากเป็นอิเล็กตรอน (Electron) หรือประจุลบ เมื่อมีความร้อนที่ผิวด้านบนมากกว่าด้านล่าง การไหลของความร้อนจะทำให้เกิดการไหลของพาหะข้างมากเหล่านั้น อิเล็กตรอนจะไหลจากผิวด้านบนไปสู่ด้านล่าง ส่วนในสารกึ่งตัวนำชนิดพีมีพาหะข้างมากเป็นโฮล (Hole) หรือประจุบวก เมื่อมีความร้อนที่ผิวด้านบนมากกว่าด้านล่าง โฮลก็จะไหลจากผิวด้านบนไปด้านล่างเช่นเดียวกัน ดังนั้นทิศทางการไหลของไฟฟ้าในเทอร์โมอิเล็กทริกส์โมดูลจึงไหลตามกันในทิศเดียวกัน

4.3 หลักการทำงานของเทอร์โมอิเล็กทริกส์โมดูล

การเปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานไฟฟ้าจะเกิดขึ้นเมื่อป้อนความร้อนเข้าทางด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกส์และควบคุมให้อุณหภูมิด้านเย็นของเทอร์โมอิเล็กทริกส์มีค่าต่ำกว่า โดยอาจจะใช้ฮีทซิงค์ (Heatsink) เป็นตัวระบายความร้อน (อุณหภูมิทางด้านร้อนของเทอร์โมอิเล็กทริกส์ต้องสูงกว่าอุณหภูมิทางด้านเย็น) ซึ่งจะเกิดความแตกต่างของอุณหภูมิ เมื่อนำภาระทางไฟฟ้ามาต่อกับเทอร์โมอิเล็กทริกส์จะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลจากสารกึ่งตัวนำชนิด p - type ไปยังสารกึ่งตัวนำชนิด n - type ลักษณะการเชื่อมต่อของสารกึ่งตัวนำชนิด n - type และ p - type จะมีลักษณะการต่อเป็นคู่ๆ แบบอนุกรมและแบบขนาน โดยหากต้องการใช้งานทางด้านไฟฟ้าก็นำมาต่อเป็นแบบอนุกรมหรือขนานเพื่อให้ได้ขนาดของพลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสมตามความต้องการ

เทอร์โมอิเล็กทริกส์โมดูลนอกจากผลิตไฟฟ้าแล้วยังสามารถทำให้เกิดอุณหภูมิร้อนและเย็นได้โดยการป้อนไฟฟ้าเข้าไปยังเทอร์โมอิเล็กทริกส์โมดูล จะทำให้เกิดความร้อนด้านหนึ่งและความเย็นอีกด้านหนึ่ง อุณหภูมิความเย็นจะเย็นหรือร้อนอยู่ได้ในระยะเวลาอันนานจะต้องมีอุปกรณ์ระบายความร้อนหรือระบายความเย็นให้แก่ด้านร้อนหรือด้านเย็น เมื่อมีการจ่ายไฟฟ้าและมีอุปกรณ์ระบายความร้อนหรือระบายความเย็นที่เหมาะสมแล้ว ก็จะได้ความร้อนหรือความเย็นตามต้องการ

4.4 ประเภทของเทอร์โมอิเล็กทริกส์

เทอร์โมอิเล็กทริกส์โมดูลสามารถแบ่งออกตามลักษณะได้ 2 แบบ คือ

4.4.1 เทอร์โมอิเล็กทริกส์แบบขั้นเดียว (Single Stage Module) เป็นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ที่มีผลต่างของอุณหภูมิด้านร้อนกับด้านเย็นในการใช้งานไม่สูงมากซึ่งมีค่าประมาณ 67 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นผลต่างของอุณหภูมิขณะที่ไม่มีภาระความร้อน ลักษณะของเทอร์โมอิเล็กทริกส์มีหลายรูปแบบทั้งขนาดและรูปร่าง อีกทั้งมีสมบัติหลายอย่างให้เลือกตามลักษณะการใช้งาน เช่น ค่ากระแสไฟฟ้าค่าแรงดัน และความสามารถในการถ่ายเทความร้อน โดยสามารถสรุปลักษณะและสมบัติได้ดังนี้

4.4.1.1 ขนาดพื้นที่ผิวหน้าซอร์มิก 1.8×3.4 ตารางมิลลิเมตร ถึง 62×62 ตารางมิลลิเมตร

4.4.1.2 ขนาดความสูงตั้งแต่ 2.54 มิลลิเมตร ถึง 5.8 มิลลิเมตร

4.4.1.3 ค่าการถ่ายเทความร้อนสูงสุดตั้งแต่ 0.2 ถึง 125 วัตต์

4.4.1.4 ค่ากระแสสูงสุดตั้งแต่ 0.8 ถึง 60 แอมป์

4.4.1.5 ค่าแรงดันสูงสุดตั้งแต่ 0.4 ถึง 15.4 โวลต์



ภาพที่ 2 ภาพแสดงเทอร์โมอิเล็กทริกส์แบบขั้นเดียว (Single Stage Module)

4.4.2 เทอร์โมอิเล็กทริกส์แบบหลายชั้น (Multistage Module) เป็นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ที่มีการต่อตั้งแต่ 2 ชั้นขึ้นไป ลักษณะและสมบัติของเทอร์โมอิเล็กทริกส์แบบหลายชั้นที่สำคัญคือ

4.4.2.1 พื้นที่ผิวด้านเย็นมีขนาดตั้งแต่ 3.2×3.2 ตารางมิลลิเมตร ถึง 62×62 ตารางมิลลิเมตร และมีผิวด้านร้อนขนาดตั้งแต่ 3.8×3.8 ตารางมิลลิเมตร ถึง 62×62 ตารางมิลลิเมตร

4.4.2.1 ขนาดความสูงตั้งแต่ 3.8 มิลลิเมตร ถึง 21.4 มิลลิเมตร

4.4.2.3 ค่าการถ่ายเทความร้อนสูงสุดตั้งแต่ 0.39 ถึง 59 วัตต์

4.4.2.4 ค่ากระแสสูงสุดตั้งแต่ 0.7 ถึง 9.5 แอมป์

4.4.2.5 ค่าแรงดันสูงสุดตั้งแต่ 0.8 ถึง 14 โวลต์

ซึ่งจำนวนชั้นของเทอร์โมอิเล็กทริกส์แบบหลายชั้น มีการเชื่อมต่อตั้งแต่ 2 ชั้น ถึง 6 ชั้น



ภาพที่ 3 ภาพแสดงเทอร์โมอิเล็กทริกส์แบบหลายชั้น (Multistage Module)

4.5 ประเภทของเทอร์โมอิเล็กทริกส์

กระบวนการถ่ายเทความร้อน เป็นกระบวนการเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายถ่ายเทและเปลี่ยนพลังงานความร้อน ซึ่งอยู่ในขอบเขตของกฎข้อที่หนึ่งและข้อที่สองของเทอร์โมไดนามิกส์ที่ว่า “พลังงานต่าง ๆ ไม่ถูกสร้างขึ้นหรือถูกทำลายได้แต่สามารถเปลี่ยนจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่งได้” และ “ไม่มีกระบวนการใด ๆ ที่จะเคลื่อนย้ายถ่ายเทพลังงานจากอุณหภูมิต่ำกว่าไปยังอุณหภูมิที่สูงกว่า” วิทยาศาสตร์ทางการถ่ายเทความร้อนกล่าวถึงหลักการที่ว่าความร้อนจะเคลื่อนที่จากแหล่งที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่แหล่งที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ซึ่งเป็นหลักการเดียวกัน อัตราการถ่ายเทความร้อนมีความสำคัญมากต่อการออกแบบเครื่องมืออื่น ๆ (ภานุพงศ์ ศิริกุล, 2553)

การถ่ายเทความร้อนโดยวิธีต่าง ๆ ที่กล่าวแล้ว แต่ละวิธีของกระบวนการถ่ายเทความร้อนอาจจะแบ่งแยกออกเป็นประเภทได้ตามสภาวะการถ่ายเทพื้นฐานภายนอกและจำนวนมิติที่เกิดการถ่ายเท

4.5.1 การถ่ายเทความร้อนในสภาวะสม่ำเสมอ (Steady State) เป็นการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นเมื่ออัตราการเคลื่อนไหลของความร้อนในระบบหรือในกระบวนการไม่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลาที่เปลี่ยนไป เช่น เมื่อเวลาผ่านไปหรือเมื่อพิจารณาหาค่าการถ่ายเทความร้อนที่เวลาใดเวลาหนึ่งอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ จะคงที่ไม่มีเปลี่ยนแปลง

4.5.2 การถ่ายเทความร้อนในสภาวะไม่สม่ำเสมอ (Unsteady or Transient State) การถ่ายเทความร้อนในสภาวะนี้เกิดขึ้นอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ในระบบเปลี่ยนไปตามเวลาที่เปลี่ยนอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปนี้แสดงให้เห็นถึงการเกิดการเปลี่ยนแปลงของพลังงานภายในระบบ

4.5.3 การถ่ายเทความร้อนตามลักษณะสัณฐานภายนอก (Configuration) การถ่ายเทความร้อนในลักษณะนี้ อาจเป็นไปตามรูปลักษณะทรงเรขาคณิตศาสตร์ เช่น การถ่ายเทความร้อนของวัตถุรูปผืนงา แผ่นเรียบ รูปทรงกระบอก รูปท่อและรูปแผ่นขนาน

หรือเป็นไปตามลักษณะการวางตัวของวัตถุ เช่น การถ่ายเทความร้อนในแนวดิ่งหรือแนวตั้งในแนวราบหรือแนวนอนและในแนวเอียงลาด เป็นต้น

หรือเป็นไปตามลักษณะการไหลของเหลวหรือก๊าซผ่านไปตามวัตถุแข็ง เช่น การถ่ายเทความร้อนในลักษณะการไหลผ่านภายนอก เป็นต้น

4.5.4 การถ่ายเทความร้อนตามจำนวนมิติการถ่ายเท (Number of Dimension) การถ่ายเทความร้อนอาจมีทิศทางไปทางเดียวเรียกว่าการถ่ายเท

ความร้อนหนึ่งมิติ เช่น การถ่ายเทความร้อนของท่อที่ฝังอยู่ใต้พื้นดิน หรือมีทิศทางไปสามทางเป็นการถ่ายเทความร้อนสามมิติ เช่น การถ่ายเทความร้อนจากท่อที่ยื่นออกมาจากตึก เป็นต้น

4.6 วิธีการถ่ายเทความร้อน

ความร้อนหรือพลังงานความร้อนจะเคลื่อนย้ายถ่ายเทได้ 3 วิธีด้วยกัน คือ การนำ (Conduction) การพา (Convection) และการแผ่รังสี (Radiation)

แม้จะมีการแบ่งแยกวิธีการเคลื่อนย้ายถ่ายเทความร้อนและการวิเคราะห์การเคลื่อนย้ายถ่ายเทความร้อนออกเป็น 3 วิธี ดังกล่าว แต่การถ่ายเทความร้อนส่วนมากในสภาพทั่วไป ความร้อนจะไม่เคลื่อนย้ายโดยวิธีใดวิธีหนึ่งเพียงวิธีเดียว แต่จะถ่ายเทโดยหลายวิธีที่กล่าวมาพร้อมกันในการแก้ปัญหาจะพิจารณาถึงวิธีการที่ความร้อนเคลื่อนย้ายถ่ายเทไปมากที่สุด เป็นวิธีการที่ความร้อนใช้ในการถ่ายเทความร้อน โดยไม่คำนึงถึงวิธีการอื่น ๆ ที่ความร้อนใช้ในการถ่ายเท แต่ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทโดยวิธีนั้น ๆ น้อย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหานั้น

4.6.1 การถ่ายเทความร้อนโดยการนำเป็นกระบวนการที่ความร้อนเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าภายในตัวกลาง (ของแข็ง ของเหลวหรือ ก๊าซ) หรือวัตถุเดียวกัน หรือระหว่างตัวกลางที่ต่างกันแต่อยู่สัมผัสหรือติดต่อกันโดยตรง การเคลื่อนที่ของความร้อนโดยการนำพลังงานภายในวัตถุจะถ่ายเทหรือเคลื่อนย้าย โดยการติดต่อโดยตรงของโมเลกุลและปราศจากการเคลื่อนย้ายของโมเลกุลของวัตถุนั้น ๆ วัตถุแข็งที่บดแสงจะมีการเคลื่อนย้ายของความร้อน โดยวิธีการนำเพียงอย่างเดียว การเคลื่อนย้ายความร้อนของความร้อนในตัวกลางหรือวัตถุที่ไม่เป็นของแข็ง ส่วนมากจะเป็นไปแบบผสมกล่าวคือ ความร้อนจะเคลื่อนที่ถ่ายเทไปด้วยวิธีการนำและการพาไปทั้งสองวิธีและบางลักษณะจะมีการถ่ายเทความร้อนด้วยวิธีการแผ่

4.6.2 การถ่ายเทความร้อนโดยการพา เป็นกระบวนการถ่ายความร้อนระหว่างผิวของวัตถุแข็งกับของเหลวหรือก๊าซ กระบวนการถ่ายเทความร้อนไม่มีเฉพาะความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างวัตถุเพียงอย่างเดียว แต่มีองค์ประกอบอื่น ๆ อีก ที่เกี่ยวข้องและมีผลต่อกระบวนการถ่ายเทความร้อนโดยวิธีการพานี้ เช่น ลักษณะการเคลื่อนที่ของเหลวหรือก๊าซ เป็นต้น อย่างไรก็ตามการถ่ายเทความร้อนโดยวิธีนี้ก็ให้ผลเหมือนกับการถ่ายเทความร้อนโดยวิธีอื่น ๆ คือมีการเคลื่อนย้ายพลังงานเกิดขึ้นและเคลื่อนย้ายไปตามอุณหภูมิที่ลดลง

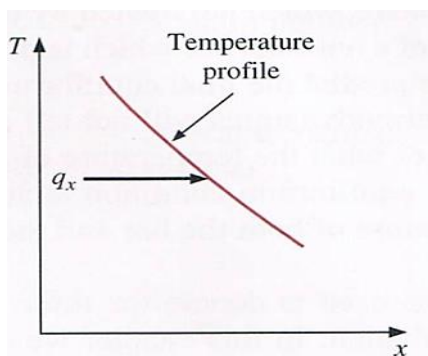
(Temperature Gradient) การถ่ายเทความร้อน โดยวิธีการพาเป็นกระบวนการที่สำคัญมาก เพราะความร้อนจะถูกนำพาไปด้วยพลังงานจะถูกสะสมและเคลื่อนย้ายด้วยวิธีต่าง ๆ ปนกันไป (Mixing Motion) การพาความร้อนจึงอาจแบ่งแยกออกเป็นประเภทย่อยตามลักษณะต่าง ๆ

4.6.3 การถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่ เป็นกระบวนการที่ความร้อนเคลื่อนจากวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า โดยที่วัตถุทั้งสองอยู่ห่างจากกัน และแม้ว่าระยะห่างนั้นจะเป็นบริเวณสุญญากาศก็ตาม การแผ่ความร้อนโดยทั่วไปหมายถึงกระบวนการถ่ายทอด หรือส่งพลังงานออกไปโดยคลื่นแม่เหล็ก ไฟฟ้า การกระจายของคลื่นแม่เหล็กที่เกิดจากผลต่างของอุณหภูมิและทำให้พลังงานเคลื่อนย้ายเรียกว่าการแผ่ความร้อน (Thermal Radiation) ซึ่งต่างกับการแผ่กระจายของแสง (Light Radiation) ที่ช่วงความยาวคลื่น (Wave Length) ต่างกัน

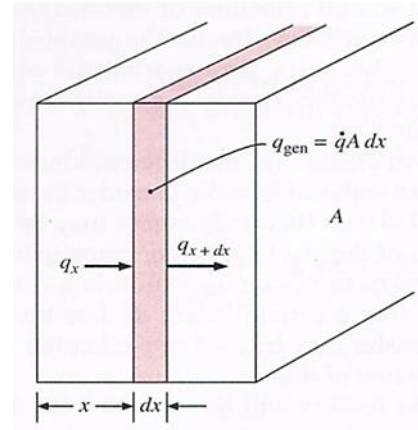
4.7 การถ่ายเทความร้อนด้วยการนำ (Conduction Heat Transfer)

เมื่อพิจารณาค่าอุณหภูมิที่ถ่ายเทจากด้านในของวัตถุหนึ่งไปสู่ด้านนอก กรณีนี้แสดงว่ามีการถ่ายเทพลังงานจากขอบเขตที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่ขอบเขตที่มีอุณหภูมิต่ำ ลักษณะเช่นนี้เราได้กล่าวไว้ว่าพลังงานถ่ายเทด้วยวิธีการนำ นั้นแสดงว่าอัตราการถ่ายเทความร้อนต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับอุณหภูมิ

ให้พิจารณาระบบที่เป็นหนึ่งมิติ ถ้าระบบอยู่ในสภาวะคงตัว (สมำเสมอ) ตัวอย่างเช่น ถ้าค่าอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลาแล้วให้นำเอาสมการมาทำการอินทิเกรตและแทนค่าลงไป ก็จะได้ผลลัพธ์ตามต้องการ



ภาพที่ 4 ภาพแสดงทิศทางการไหลของความร้อน



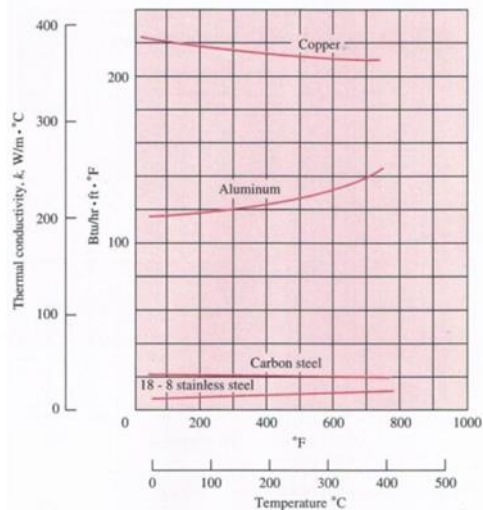
ภาพที่ 5 ภาพแสดงปริมาณตรีเมนต์ที่ใช้วิเคราะห์การนำความร้อนในหนึ่งมิติ

อย่างไรก็ดีถ้าค่าอุณหภูมิของของแข็งมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กัเวลา หรือถ้ามีแหล่งกำเนิดความร้อน หรือตัวรับความร้อน อยู่ภายในของแข็ง ก็จะทำให้ปัญหานี้ยุ่งยากมากขึ้น เราพิจารณากรณีทั่ว ๆ ไป ซึ่งอุณหภูมิอาจจะเปลี่ยนแปลงอยู่กัเวลา และแหล่งกำเนิดความร้อนประกอบรวมอยู่ในวัตถุ

4.8 สภาพการนำความร้อน (Thermal Conductivity)

พลังงานความร้อนที่ไหลผ่านของแข็งเกิดขึ้นได้ 2 วิธี คือ การสั่นของแลตทิซและการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ สำหรับตัวนำความร้อนที่ดีจะมีจำนวนอิเล็กตรอนอิสระจำนวนมากเคลื่อนที่ภายในโครงสร้างของแลตทิซของวัสดุนั้น ขณะที่อิเล็กตรอนของวัสดุนั้นอาจจะเคลื่อนที่ด้วยประจุไฟฟ้า เช่นเดียวกับพลังงานความร้อนที่เคลื่อนย้ายจากขอบเขตพื้นที่อุณหภูมิสูงไปขอบเขตที่มีอุณหภูมิต่ำ ดังเช่นในกรณีของก๊าซต่าง ๆ ความจริงแล้วอิเล็กตรอนเหล่านี้มักต้องอ้างอิงถึงก๊าซอิเล็กตรอน พลังงานมักผ่านไปลักษณะเกิดการสั่นตัวของโครงสร้างแบททิซของวัสดุ โดยทั่วไปวิธีการถ่ายเทพลังงานไม่มากเท่ากับการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนและผลได้นี้ก็คือเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี ซึ่งเกือบทั้งหมดมักจะเป็นตัวนำความร้อนที่ดี อันได้แก่ ทองแดง อลูมิเนียม และเงิน ฉนวนไฟฟ้าโดยปกติแล้วจะต้องเป็นฉนวนความร้อนที่ดี สังเกตได้จากเพชร ซึ่งเป็นฉนวนไฟฟ้าแต่สามารถให้ค่าสภาพการนำความร้อนเป็นห้าเท่าซึ่งสูงเท่ากับเงินหรือทองแดง ความเป็นจริงนี้นักเจียรนัยเพชรสามารถพิจารณาข้อได้เปรียบระหว่างเพชร ซึ่งเป็นฉนวนไฟฟ้าแต่สามารถให้ค่าสภาพการนำความร้อนเป็นห้าเท่าซึ่งสูงเท่ากับเงินหรือทองแดง ความเป็นจริงนี้นักเจียรนัยเพชรสามารถพิจารณาข้อได้เปรียบระหว่างเพชรกับเศษหินได้ดี เครื่องมือขนาดเล็กสามารถนำมาใช้

วัตถุตอบสนองของหินที่ถูกกระตุ้นด้วยความร้อน เพชรจริงจะแสดงการตอบสนองที่รวดเร็วมากกว่าหินที่คุณภาพไม่ดี สภาพการนำความร้อนของของแข็งบางประเภท



ภาพที่ 6 ภาพแสดงค่าสภาพการนำความร้อนของของแข็งบางชนิด

ค่าสภาพการนำความร้อนของวัสดุต่าง ๆ ที่นำมาใช้ทำฉนวนหลายชนิด ค่าสภาพการนำความร้อนของฉนวนบางประเภทที่อุณหภูมิสูง การถ่ายเทพลังงานผ่านวัสดุฉนวนอาจเกิดขึ้นได้หลายวิธี เช่น การนำผ่านไฟเบอร์หรือวัสดุแข็งที่มีเนื้อพรุน การนำผ่านช่องอากาศในพื้นที่จัดระยะห่างเอาไว้และที่อุณหภูมิสูง จะเกิดการแผ่รังสีความร้อนด้วย

ส่วนการทำงานอีกโหมดหนึ่งในทางกลับกัน เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในเทอร์โมอิเล็กทริกส์โมดูล จะทำให้เกิดความร้อนและความเย็นเกิดขึ้นที่ผิวด้านบนและด้านล่าง เรียกว่า “โหมดผลิตความเย็นด้วยไฟฟ้า (Refrigerator mode)” เมื่อมีแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากภายนอก เช่น แบตเตอรี่ จะทำให้เกิดความแตกต่างของความร้อนและความเย็นที่ผิวแต่ละด้าน เนื่องจากการกระแสไฟฟ้าทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของพาหะข้างมาก ซึ่งเป็นตัวทำให้เกิดการนำความร้อนจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่ง “เทอร์โมอิเล็กทริกส์โมดูล” ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้แล้วในต่างประเทศที่มีอากาศหนาว เช่น โหมดการผลิตกระแสไฟฟ้า สามารถนำเทอร์โมอิเล็กทริกส์โมดูลด้านหนึ่งมาประกบเข้ากับแหล่งความร้อนที่สูญเสียต่าง ๆ เช่น เครื่องจักร เครื่องยนต์ประเภทใช้ไดทั้งไฟฟ้าและน้ำมัน (Hybrid) ท่อไอเสีย คอมเพรสเซอร์แอร์ เตาความร้อน หรือแม้แต่บนดาวเทียมที่ผิวอีกด้านหนึ่งของ

เทอร์โมอิเล็กทริกส์โมดูลอากาศเย็นกว่าก็จะเปลี่ยนรูปพลังงานความร้อนที่เหลือทิ้งนี้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้ ส่วนโหมดผลิตเย็นด้วยไฟฟ้า มีบริษัทผู้ผลิตตู้เย็นเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมที่ไม่ต้องใช้สารทำความเย็น ไม่ต้องใช้คอมเพรสเซอร์แอร์ จึงสามารถเพิ่มพื้นที่บรรจุของในตู้เย็นเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังเงียบไม่มีเสียงดัง ในงานการติดต่อสารพันธุกรรม DNA ก็มีการใช้เทอร์โมอิเล็กทริกส์โมดูลขนาดจิ๋วเป็นตัวกำหนดอุณหภูมิที่แน่นอนในการติดต่อได้อีกด้วย (ทศวิทย์ คัมภีระพันธุ์ และวรวิทย์ โกสลาทิพย์, 2552)

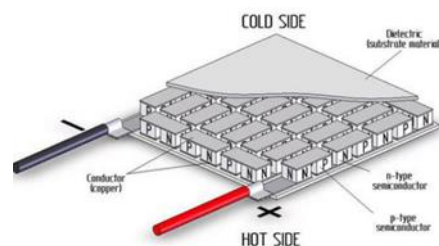
5. วิธีการดำเนินการวิจัย

5.1 ขอบเขตของการวิจัย

- 5.1.1 ลดอุณหภูมิได้ 8-2 องศาเซลเซียส
- 5.1.2 ใช้แซ่วัดชิ้นยาที่มีขนาดเล็ก
- 5.1.3 แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ 12 DCV 6A
- 5.1.4 ใช้พลังงาน 12 DCV 10 A ขึ้นไป

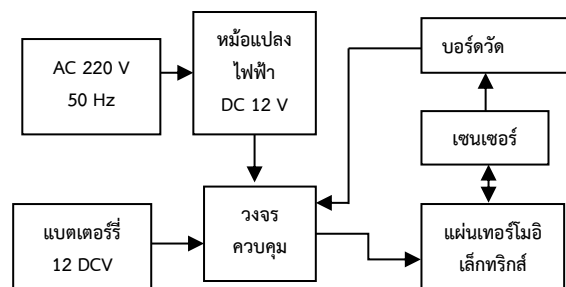
5.2 สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

- 5.2.1 แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์



ภาพที่ 7 ภาพแสดงโครงสร้างแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์

5.2.2 ไดอะแกรมของกล่องรักษาอุณหภูมิวัดชิ้นยาที่ได้จากแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์



ภาพที่ 8 ภาพแสดงไดอะแกรมทำงานของกล่องรักษาอุณหภูมิ วัดชิ้นยาที่ทำความเย็นแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์

5.2.3 รูปของกล่องรักษาอุณหภูมิวัคซีนยาที่ได้จากแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์



ภาพที่ 9 ภาพแสดงกล่องรักษาอุณหภูมิวัคซีนยาที่ทำความเย็นแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์



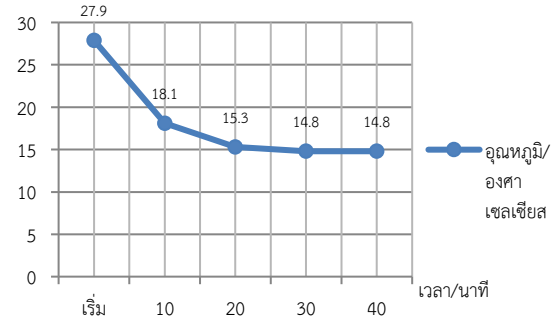
ภาพที่ 10 ภาพแสดงด้านในกล่องรักษาอุณหภูมิวัคซีนยาที่ทำความเย็นแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ และวงจรตรวจอุณหภูมิ



ภาพที่ 11 ภาพแสดงด้านในกล่องรักษาอุณหภูมิวัคซีนยาที่ทำความเย็นแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์

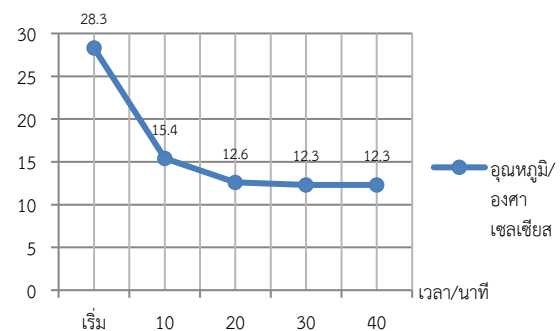
6. ผลการวิจัย

การทดลองสภาวะการทำงานของแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ทำความเย็นเพื่อรักษาอุณหภูมิวัคซีนยาที่มีการทำงาน คือ ใช้พลังงานไฟฟ้า 12 DCV 10A ขึ้นไป โดยเครื่องจะทำการลดอุณหภูมิลงโดยประมาณ 30-10 องศา ด้านในกล่องรักษาอุณหภูมิวัคซีนยาที่ทำความเย็นแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ มีผลการวิจัย ดังนี้



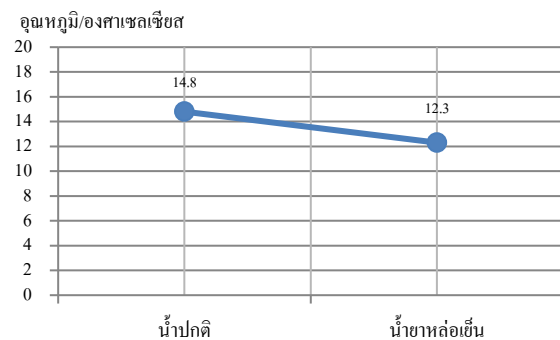
ภาพที่ 12 ภาพแสดงอุณหภูมิระบายความร้อนด้วยน้ำปกติ

จากการระบายความร้อนของแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ดังกล่าวโดนน้ำปกติ จะเห็นได้ว่าในเวลา 30 และ 40 ไม่มีความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิจะเริ่มคงที่



ภาพที่ 13 ภาพแสดงอุณหภูมิระบายความร้อนด้วยน้ำยาหล่อเย็น

จากการระบายความร้อนของแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ดังกล่าวโดนน้ำหล่อเย็น จะเห็นได้ว่าในเวลา 30 และ 40 ไม่มีความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิจะเริ่มคงที่



ภาพที่ 14 ภาพแสดงการลดอุณหภูมิน้ำกับน้ำยาหล่อเย็น

จากการเปรียบเทียบการลดอุณหภูมิน้ำกับน้ำยาหล่อเย็น โดยใช้เวลา 30 นาที ปริมาตร 6,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะเห็นว่าน้ำยาหล่อเย็นจะระบายความร้อนได้ดีกว่าส่งผลให้สามารถทำความเย็นได้อุณหภูมิต่ำกว่าน้ำปกติที่ระบายความร้อนได้น้อยกว่าจึงทำความเย็นได้ไม่ดีเท่าที่น้ำยาหล่อเย็น

7. สรุปผลการวิจัย

น้ำปกติจะสามารถลดอุณหภูมิได้ต่ำสุด 14.8 องศาเซลเซียส ในกล่องระบายความร้อน 6,000 ลูกบาศก์เซนติเมตรแต่น้ำยาหล่อเย็นลดอุณหภูมิได้ต่ำสุด 12.3 องศาเซลเซียส ในกล่องระบายความร้อน 6,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร เช่นกันและยังมีเวลาคงที่ 30 นาที ที่อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลงแล้ว ซึ่งน้ำยาหล่อเย็นจะลดอุณหภูมิได้ดีกว่าจึงส่งผลทำให้กล่องรักษาอุณหภูมิวัดซินยาที่ทำความเย็นด้วยแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์สามารถนำไปใช้งานได้จริงและยังมีระบบการทำงานที่มีประสิทธิภาพดี

8. อภิปรายผลการวิจัย

8.1 กล่องรักษาอุณหภูมิวัดซินยาที่ทำความเย็นด้วยแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์สามารถใช้พลังงานไฟฟ้าจากรถยนต์ 12 โวลต์ ได้จึงทำให้ความเย็นของแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์มีความเย็นคงที่ ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิรัช กองสิน (2557, หน้า 138-142) ซึ่งศึกษาและออกแบบกระติกเก็บวัดซินด้วยอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก โดยทำการทดลองชาร์ตแบตเตอรี่ขนาด 7,000 mAh/12 V จำนวน 2 ก้อน ใช้เวลาในการชาร์ตจนเต็ม 3 ชั่วโมง โดยแยกชาร์ตแต่ละก้อนซึ่งใช้งานได้ประมาณ 2 ชั่วโมง โดยมีวัดซินแช่อยู่ในกระติก 20 ขวด ขนาด 3 ml แล้วเก็บผลการทดลองทุก ๆ 5 นาทีในเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที ทำการทดลองซ้ำ เป็นจำนวน 3 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยผลที่ได้ คือ กระติกใช้กระแส ประมาณ 8.5 A ที่แรงดัน 12 V สามารถลดอุณหภูมิได้ตามที่เราต้องการคือที่ 2 องศา ซึ่งเป็นการเพิ่มความสามารถของกล่องรักษาอุณหภูมิวัดซินยาแบบพกพาให้ดียิ่งขึ้นปรับเปลี่ยนรูปแบบให้ทันสมัยยิ่งขึ้นและกะทัดรัดไม่ใหญ่จนเกินไปสะดวกสบาย ง่ายต่อการนำไปใช้งาน

8.2 การทดลองสภาวะการทำงานของแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ทำความเย็นเพื่อรักษาอุณหภูมิวัดซินยานั้นเป็นไปตามวัตถุประสงค์และสมมติฐานการวิจัยในครั้งนี้ซึ่งยังสอดคล้องกับเอกสารของ ทศวัลย์ คัมภีระพันธุ์ และวรวิทย์ โกสลาทิพย์ (2552) และภาณุพงศ์ ศิริกุล (2553)

9. ข้อเสนอแนะ

กล่องรักษาอุณหภูมิวัดซินยาที่ทำความเย็นด้วยแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์มีปัญหาและอุปสรรค จึงมีข้อเสนอแนะดังนี้

9.1 กล่องรักษาอุณหภูมิวัดซินยาที่ทำความเย็นด้วยแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์มีน้ำหนักมากจึงอาจทำการทดลองใช้วัสดุอื่นซึ่งมีคุณสมบัติเทียบเท่าแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์แต่น้ำหนักเบากว่าแทน

9.2 ระบบการระบายความร้อนขนาดตัวถังแช่เย็นมีขนาดเล็กจึงควรมีการเพิ่มขนาดเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการระบายความร้อนให้มากขึ้น

9. เอกสารอ้างอิง

- เจนศักดิ์ เอกบุรณะวัฒน์ และสมิต อินศิริพงษ์. (2548).
 ผู้นำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริก. ใน การประชุมเชิง
 วิชาการ เครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย
 ครั้งที่ 1 (11-13 พฤษภาคม หน้า AE02-1-
 AE02-4). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
 พระจอมเกล้าธนบุรี
- ทศวัลย์ คัมภีระพันธุ์ และวรวิทย์ โกสลาทิพย์. (2552).
 วัสดุเทอร์โมอิเล็กทริกอีกหนึ่งพลังงานทางเลือก
 จี๋วและแจ๋ว. ข่าวสารคณะวิทยาศาสตร์
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ธนัท ชัยยุทธ. (2545) วงจรอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน.
 (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- ภาณุพงศ์ ศิริกุล. (2553). การทดสอบวิเคราะห์ระบบ
 ระบายความร้อนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ
 ในการผลิตไฟฟ้าด้วยแผ่นเพลเทียร์.
 วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร
 มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
 ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย
 เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- วิรัช กองสิน. (2557). ศึกษาและออกแบบกระติก
 เก็บวัดซินด้วยอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก.
 ใน การประชุมวิชาการ การพัฒนาชนบท
 ที่ยั่งยืน ครั้งที่ 4 (11-13 มิถุนายน หน้า 138-
 142). กรุงเทพฯ: สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย
 เทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.

การพัฒนาชุดสาธิตการควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบลูบปิด ด้วยวงจรออปแอมป์

The Development of Close Loop DC Motor Speed Control Demonstration Set Using Op-amp Circuits

สมศักดิ์ ปาวรรณ*

Somsak Pawan*

*สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคลพบุรี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 2 ลพบุรี 15000

*Electrical Power Department, Lopburi Technical college,

Institute of Vocational Education : Central Region 2, Lopburi 15000

Received : January 18, 2019 Revised : February 18, 2019 Accepted : April 22, 2019

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาชุดสาธิต การควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบลูบปิดด้วยวงจรออปแอมป์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดสาธิตการควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบลูบปิด และเพื่อศึกษาความเหมาะสมของชุดสาธิตในการนำไปใช้ในการเรียนการสอน

การดำเนินงานเริ่มต้นจากการออกแบบชุดสาธิตในส่วนของพลานต์ที่ประกอบไปด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดพิกัดแรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์มีแกนเพลาด้านหนึ่งต่อเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อทำหน้าที่เป็นโหลดให้แก่มอเตอร์ และแกนเพลาด้านหนึ่งต่อเข้ากับเทคโคเจนเนอเรเตอร์ จากนั้นจึงทำการออกแบบชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังคือ MOSFET กำลัง แล้วทำการทดสอบผลตอบแทนด้านความเร็วของพลานต์ในลักษณะลูบเปิด เพื่อนำมาหาค่าพารามิเตอร์สำหรับออกแบบตัวควบคุมในลูบปิด โดยใช้อุปกรณ์หลักในการออกแบบตัวควบคุมคือออปแอมป์เมื่อออกแบบ ตัวควบคุมเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงทำการทดสอบผลตอบแทนด้านความเร็วของระบบควบคุมแบบลูบปิด รวมถึงผลตอบแทนของความเร็วเมื่อมอเตอร์ได้รับการชะลอ โดยทำการเปรียบเทียบกับลูบเปิดเพื่อเปรียบเทียบให้ผู้เรียนเห็นความแตกต่าง

ผลการดำเนินงานพบว่า ชุดสาธิตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถแสดงผลตอบแทนด้านความเร็วรอบของมอเตอร์ต่อสัญญาณขึ้นทั้งลูบเปิดและลูบปิด รวมถึงผลตอบแทนของความเร็วขณะรับภาระทางกล แบบทันทีทันใดสอดคล้องกับทฤษฎี และเมื่อนำชุดสาธิตดังกล่าวไปให้

*สมศักดิ์ ปาวรรณ

E-mail : spw4223@gmail.com

ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่านทำการประเมินความเหมาะสมของชุดสาธิต ผลการประเมินชุดสาธิตโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีความเหมาะสมในระดับดี (ค่าเฉลี่ย 4.26 ตามมาตรวัดประเมินค่าของไลเกอร์ 5 ระดับ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.82)

คำสำคัญ : ชุดสาธิต, การควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง, การควบคุมแบบลูบปิด

Abstract

The research objectives was to develop a demonstration set in which the close loop DC motor speed control via op-amp circuit and to study the suitability of the demonstration set as the teaching and learning tool.

The demonstration set was designed in the part of plant, consisting of DC motor with voltage rating of 24 volts. One shaft was connected to the DC generator while the other shaft was connected to the Techo-generator. Subsequently, electric motor drive set was created using power MOSFET. The response speed of the plant was tested in open loop to find out parameter which can be used to design the controller in the close loop. Op-amp was used as a main device in the design of controller. Then the designed controller with close loop speed control system was tested for its speed response with and without receiving

mechanical load. The results were compared between close and open loop to help learners see the differences.

This study showed that motor speed in demonstration set created by the researcher responded well to the step response in both open and close loop with similar and immediate response speed while receiving the mechanical load.

The designed demonstration set were used 5 expert instructors to evaluate suitability for teaching and learning tool. The average assessment score was at good level (mean as 4.26, according to 5 levels of Likert's rating and standard deviation as 0.82)

Keywords : Demonstration Set, Motor speed control, Close loop Control

1. บทนำ

ในปัจจุบันมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในโรงงานต่าง ๆ หรือในอุปกรณ์ที่ใช้งานในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าทางด้านการแพทย์และทางด้านเครื่องจักรกลอุตสาหกรรมล้วนแต่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นส่วนประกอบสำคัญ จึงเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญต่อระบบขับเคลื่อนที่จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ได้ไม่เพียงแต่ขับเคลื่อนเพียงอย่างเดียว ในการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ก็มีส่วนสำคัญต่องานที่ใช้ความละเอียดงานที่ต้องการความเร็วที่เหมาะสม ดังนั้นมอเตอร์ที่มีการควบคุมที่ง่ายเหมาะกับงานที่ต้องการปรับความเร็วที่กว้างและมีแรงบิดที่เกือบจะคงที่ทุกย่านความเร็วนั้นคือมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งเป็นเครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่สามารถแปลงพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกลโดยใช้ไฟฟ้ากระแสตรง สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ ดังนั้นการศึกษาเรื่องของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจึงกลายเป็นปัจจัยหลักสำคัญ เนื่องจากเป็นหลักการพื้นฐานเบื้องต้นในการเรียนรู้การควบคุมมอเตอร์แบบลูปปิด (Close Loop) และสามารถต่อยอดความรู้ไปจนถึงการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับได้ ดังนั้นในการจะนำระบบควบคุมไปใช้งานจริงนั้น ผู้เรียนควรที่จะมีความรู้และทักษะในการทำการจำลองการทำงานตลอดจนการปรับตั้ง (Tuning) ตัวควบคุมของระบบรวมถึงทำนายพฤติกรรมที่จะเกิดขึ้นกับการทำงานของ

มอเตอร์และระบบการควบคุมได้อย่างถูกต้อง (พรจิต ปรทุมสุวรรณ, 2555)

ในการควบคุมระบบต่าง ๆ โดยทั่วไป จะต้องมีการวิเคราะห์และทำการออกแบบตัวควบคุม (Controller) โดยผ่านกระบวนการของตัวแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematic Model) ซึ่งในกระบวนการวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะต้องทำความเข้าใจจากการใช้คณิตศาสตร์ขั้นสูงมาวิเคราะห์ จึงทำให้ผู้เรียนบางส่วนที่มีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไม่ดีนัก ไม่สามารถเข้าใจหลักการออกแบบตัวควบคุมได้อย่างลึกซึ้ง แต่หากให้ผู้เรียนได้เห็นผลตอบสนองต่อสัญญาณขั้น (Step Response) ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง และทำการออกแบบตัวควบคุมจากผลตอบสนองในลูปเปิด (Open Loop) นี้ ก็จะเป็นการง่ายต่อการทำความเข้าใจของผู้เรียน แต่หากให้ทดสอบกับมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้งานจริงอาจเกิดอันตรายกับผู้ใช้งานได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการจัดทำชุดสาธิตการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบลูปปิดโดยใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จำพวกออปแอมป์เป็นตัวควบคุม จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจพฤติกรรมของตัวควบคุมและมีความปลอดภัยกับผู้ใช้งาน

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาชุดสาธิตการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบลูปปิดด้วยวงจรออปแอมป์

2.2 เพื่อศึกษาความเหมาะสมของชุดสาธิตการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบลูปปิดด้วยวงจรออปแอมป์ในการนำไปใช้ในการเรียนการสอน

3. สมมติฐานของการวิจัย

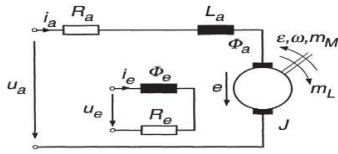
ความเหมาะสมของชุดสาธิตในการนำไปใช้ในการเรียนการสอนจากแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดสาธิตการควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบลูปปิดด้วยวงจรออปแอมป์จากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดีขึ้นไป (ค่าเฉลี่ยมากกว่า 3.5 ตามมาตรวัดประเมินค่าของไลเกิร์ต 5 ระดับ)

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

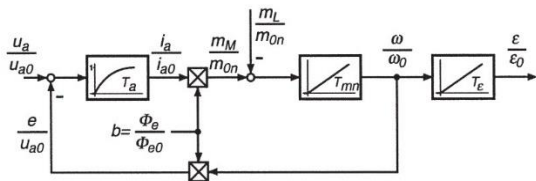
4.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบการควบคุมระบบโดยทั่วไปจะต้องทราบตัวแบบทางคณิตศาสตร์ของระบบเสียก่อนซึ่ง Schematic Diagram ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแสดงดังภาพที่ 1 และสามารถเขียนเป็นแผนภาพบล็อก (Block Diagram) ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดสนามไฟฟ้าเป็นแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet Field) ได้ดังภาพที่ 2

(นิรุจน์ ลักษณะ และศักดิ์ดา ธนาสุวรรณ, 2555)



ภาพที่ 1 ภาพแสดง Schematic Diagram ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดกระตุ้นแยก



ภาพที่ 2 ภาพแสดงแผนภาพบล็อกตัวแบบทางคณิตศาสตร์ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดสนามแม่เหล็กถาวร

จากแผนภาพบล็อกดังภาพที่ 2 นำมาเขียนเป็นฟังก์ชันถ่ายโอน (Transfer Function) $F(s) = \frac{\omega}{V_a}$ ได้ตามสมการ (1)

$$F(s) = K_{dcm} \cdot \left[\frac{1}{\frac{T_a T_m s^2 + T_m s + 1}{b^2}} \right] \quad (1)$$

โดยที่

K_{dcm} คือ ค่าคงที่, $K_{dcm} = \frac{1}{b}$

T_a คือ ค่าเวลาคงตัวทางไฟฟ้า (วินาที)

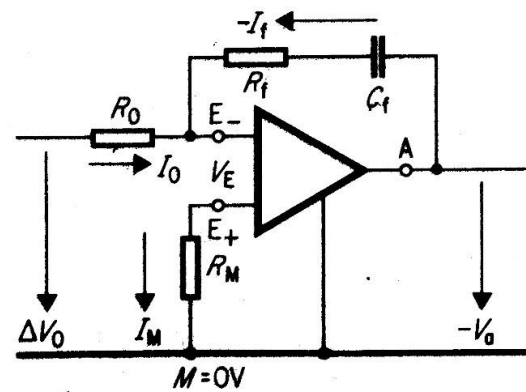
T_m คือ ค่าเวลาคงตัวทางกล (วินาที)

จากสมการ (1) จะเห็นได้ว่าแผนภาพบล็อกของตัวแบบทางคณิตศาสตร์การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดสนามไฟฟ้าเป็นแม่เหล็กถาวรเป็นระบบลำดับสอง (2nd Order System) และหากกำหนดให้มีค่าคงที่ $b=1$ สมการที่ (1) จะเปลี่ยนรูปเป็น

$$F(s) = \left[\frac{1}{T_a T_m s^2 + T_m s + 1} \right] \quad (2)$$

เมื่อใช้วิธีการควบคุมแบบป้อนกลับ (Close Loop) โดยใช้การป้อนกลับจากเทคนิคเอดวินเนอร์เรเตอร์สามารถคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุม (Controller) โดยใช้โอปแอมป์ได้ดังนี้

ตัวควบคุมแบบพีไอ (PI Controller) เขียนเป็นวงจรโอปแอมป์ได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ภาพแสดงวงจรโอปแอมป์ของตัวควบคุมแบบพีไอ

โดยมีสมการของตัวควบคุมแบบพีไอดังนี้

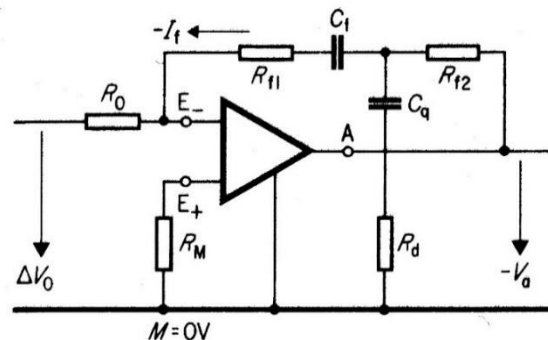
$$F_R(s) = \frac{-V_a(s)}{\Delta V_o(s)} = \frac{R_f}{R_o} + \frac{1}{s R_o C_f} = A_R + \frac{1}{s T_I} \quad (3)$$

ดังนั้นหากทราบค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมคือ อัตราการขยาย A_R และเวลาในการอินทิเกรต T_I ก็จะสามารถสร้างตัวควบคุมแบบพีไอโดยใช้โอปแอมป์ได้

ตัวควบคุมแบบพีไอดี (PID Controller) เขียนเป็นวงจรได้ดังภาพที่ 4

โดยมีสมการของตัวควบคุมแบบพีไอดังนี้

$$F_R(s) = \frac{-V_a(s)}{\Delta V_o(s)} = A_R \cdot \frac{(1+sT_n)(1+sT_v)}{sT_n(1+sT_d)} \quad (4)$$



ภาพที่ 4 ภาพแสดงวงจรโอปแอมป์ของตัวควบคุมแบบพีไอดี

โดยที่

$$A_R = R_{f1}/R_o$$

$$T_I = R_o C_f$$

$$T_n = R_{f1} C_f$$

$$T_v = R_{f2} C_q$$

$$t_d = R_d C_q$$

4.2 วิธีดำเนินการวิจัย

เริ่มต้นจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดสาธิตการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

รวมถึงทฤษฎีการออกแบบการควบคุมแบบลูปปิด จากนั้นจึงเริ่มต้นสร้างพลาเน็ต (Plant) ที่ประกอบไปด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดพิกัดแรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 0.35 แอมป์แสดงดังภาพที่ 5 จากนั้นนำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงดังภาพที่ 5 มาต่อร่วมกับเพลาเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์เพื่อทำเป็นโหลดทางกล และที่เพลาอีกด้านหนึ่งต่อเข้ากับเทคโคเจนเนอเรเตอร์ (Techogenerator) ขนาดพิกัดแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ เพื่อทำการป้อนกลับความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้าในรูปของแรงดันไฟฟ้าระบบพลาเน็ตดังที่ได้อธิบายมาแสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 5 ภาพแสดงต้นกำลังมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์



ภาพที่ 6 ภาพแสดงพลาเน็ตของระบบการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

หลังจากที่ดำเนินการออกแบบและสร้างพลาเน็ตเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการออกแบบและสร้างบอร์ดขับเคลื่อนทางไฟฟ้า (Electric Drive) งานวิจัยนี้เลือกใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นชุดมอสเฟตกำลัง (Power MOSFET) จำนวน 4 ตัวต่อกันแบบบริดจ์เต็ม (Full Bridge) ซึ่งสามารถทำให้การควบคุมมอเตอร์ทำได้ครบทั้ง 4 ภาค (4 Quadrant) มีวงจรเชื่อมโยงทางแสงเป็นไอซีออปโตคัปเปิล (Opto Couple) เพื่อทำการแยกโดด

(Isolation) ระหว่างภาคควบคุมออกจากภาคกำลังแสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ภาพแสดงบอร์ดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

เมื่อออกแบบและสร้างบอร์ดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงนำไปทดสอบวัดหาค่าผลตอบสนองต่อสัญญาณขั้นโดยใช้บอร์ดขับเคลื่อนที่สร้างขึ้นเป็นชุดขับพลาเน็ต จากนั้นจึงทำการวัดหาค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจากวิธีการของ CHR (Chien-Hrones and Reswick) เพื่อนำค่าดังกล่าวไปออกแบบตัวควบคุมต่อไป

เมื่อได้ค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมแล้วจึงใช้สมการที่ (3) และ (4) เพื่อออกแบบวงจรไฟฟ้าของตัวควบคุมโดยใช้โอปแอมป์ จากนั้นจึงทำการทดสอบและประกอบลงกล่อง แสดงดังภาพที่ 8 แล้วจึงให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของชุดสาคิตต่อไป



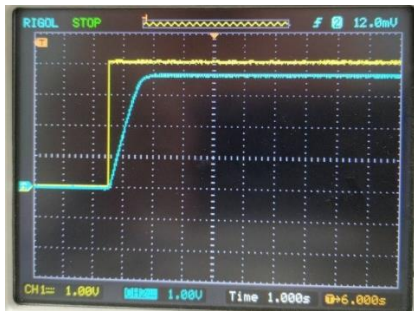
ภาพที่ 8 ภาพแสดงการทดสอบชุดสาคิตการควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบลูปปิด

5. ผลการวิจัย

หลังจากที่ดำเนินการสร้างชุดสาคิตเสร็จเรียบร้อยแล้วก่อนที่จะนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่านประเมินความเหมาะสมของชุดสาคิต ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบผลตอบสนองต่อสัญญาณขั้น

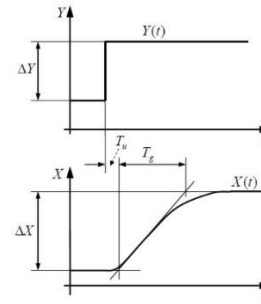
ทั้งในส่วนของลูบเปิด, ลูบปิด และการรับภาระทางกล โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 ผลตอบสนองความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรงต่อสัญญาณขึ้น ขณะลูบเปิด การทดสอบ ดำเนินการโดยการป้อนสัญญาณขึ้นให้แก่บอร์ดขับเคลื่อน มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยไม่มีตัวควบคุม แล้ววัด ผลตอบสนองจากเทคโคเจนเนอร์เรเตอร์เปรียบเทียบกับ สัญญาณขึ้นจากอินพุตแสดงดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ภาพแสดงผลตอบสนองความเร็วรอบ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงต่อสัญญาณ ขึ้นขณะลูบเปิด

จากภาพที่ 9 ทำการวัดค่าเวลา T_u และ T_g ดังภาพที่ 10 เพื่อนำไปคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ของ ตัวควบคุมตามตารางของ CHR ที่แสดงในตารางที่ 1



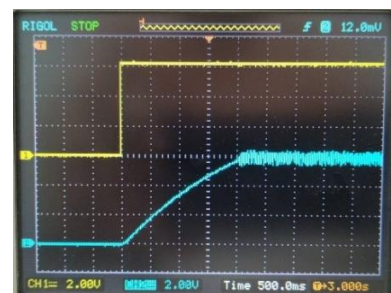
ภาพที่ 10 ภาพแสดงการหาค่าเวลา T_u และ T_g จากผลตอบสนองต่อสัญญาณขึ้น ขณะลูบเปิด

จากตารางที่ 1 เมื่อได้ค่าพารามิเตอร์แล้วขั้นตอนต่อไปคือการนำไปกำหนดค่าตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ ของออปแอมป์ที่ใช้เป็นตัวควบคุมตามสมการ (3) และ (4) จากนั้นจึงทำการทดสอบผลตอบสนองความเร็วรอบ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงต่อสัญญาณขึ้นขณะลูบปิด ต่อไป

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์ตัวควบคุมตามวิธีของ CHR

ตัวควบคุม	ค่าพารามิเตอร์เมื่อให้มืค่าพุ่งเกิน 0%		
	K_P	T_n	T_v
พี	$\frac{0.3 T_g}{K_s T_u}$	-	-
พีไอ	$\frac{0.35 T_g}{K_s T_u}$	$1.2 \times T_g$	-
พีไอดี	$\frac{0.6 T_g}{K_s T_u}$	T_g	$0.5 \times T_u$

5.2 ผลตอบสนองความเร็วรอบของมอเตอร์ ไฟฟ้ากระแสตรงต่อสัญญาณขึ้นขณะลูบปิด ดำเนินการ โดยเชื่อมต่อชุดสาธิตให้เป็นลูบปิดจากนั้นทำการวัด สัญญาณผลตอบสนองความเร็วจากเปรียบเทียบกับ สัญญาณขึ้นที่ส่งไปที่อินพุตโดยเลือกใช้เป็นตัวควบคุม แบบพี, พีไอ และ พีไอดี แสดงดังภาพที่ 11, 12 และ 13 ตามลำดับ



ภาพที่ 11 ภาพแสดงผลตอบสนองความเร็วรอบ ของมอเตอร์ต่อสัญญาณขึ้นขณะลูบปิด : ตัวควบคุมพี



ภาพที่ 12 ภาพแสดงผลตอบสนองความเร็วรอบของมอเตอร์ต่อสัญญาณขั้นขณะลูปปิด : ตัวควบคุมพีไอ

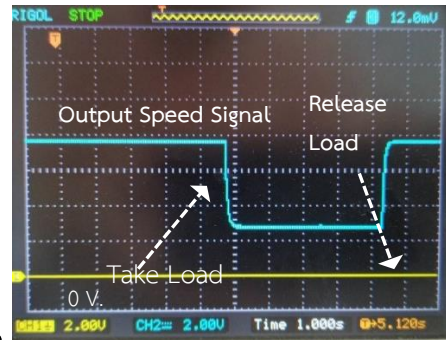


ภาพที่ 13 ภาพแสดงผลตอบสนองความเร็วรอบของมอเตอร์ต่อสัญญาณขั้นขณะลูปปิด : ตัวควบคุมพีไอดี

จากภาพที่ 11 จะเห็นได้ว่าผลตอบสนองความเร็วรอบของมอเตอร์ต่อสัญญาณขั้น เกิดค่าความผิดพลาด (Error) ขึ้นระหว่างความเร็วรอบที่เอาต์พุตของมอเตอร์กับสัญญาณคำสั่ง (Command Signal) แต่หากปรับให้ค่าอัตราขยายสูงมากไป อาจทำให้เกิดการแกว่ง (Oscillate) ที่ด้านเอาต์พุตได้แต่ค่าความผิดพลาดดังกล่าวสามารถทำให้หายไปได้ด้วยการใช้ตัวควบคุมแบบพีไอ ดังภาพที่ 12 ขณะเดียวกันเมื่อนำตัวควบคุมแบบพีไอดีมาใช้งานดังภาพที่ 13 กลับพบว่าความเร็วรอบที่เอาต์พุตของมอเตอร์เกิดมีค่าพุ่งเกิน (Overshoot) เกิดขึ้นซึ่งคือข้อจำกัดของตัวควบคุมแต่ละแบบนั่นเอง

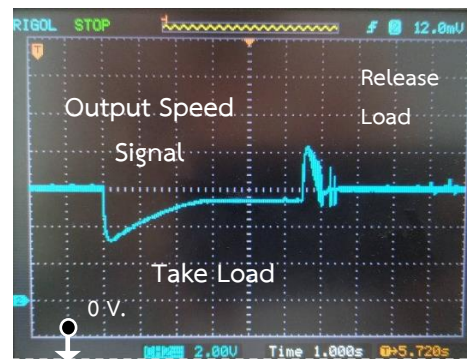
5.3 การรับภาระทางกลของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
ทำการทดสอบโดยการจ่ายภาระทางไฟฟ้า (โหลดไฟฟ้จำนวน 3 หลอด) ให้แก่เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงที่

ต่อร่วมเพลาเดียวกันกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแสดงดังภาพที่ 14 กรณีลูปเปิด และภาพที่ 15 เป็นกรณีลูปปิด



ภาพที่ 14 ภาพแสดงการรับภาระทางกลทันทีทันใดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขณะลูปเปิด

การจ่ายภาระจะใช้การปิด (Close) สวิตซ์ทันทีทันใดซึ่งเปรียบเสมือนการจ่ายภาระเป็นสัญญาณขั้นนั่นเองเมื่อเปรียบเทียบภาพที่ 14 และ 15 จะเห็นได้ว่าการควบคุมแบบลูปปิดมีการรักษา (Regulation) ความเร็วรอบของมอเตอร์ให้มีค่าคงที่แม้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงภาระซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีระบบการควบคุม



ภาพที่ 15 ภาพแสดงการรับภาระทางกลทันทีทันใดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขณะลูปปิด

5.4 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดสาธิตจากผู้เชี่ยวชาญ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยจากการประเมินชุดสาธิต

รายการประเมินชุดสาธิต	ผลเฉลี่ย	แปลความ
ด้านการออกแบบชุดสาธิต		
1.1 ชุดสาธิตมีขนาดเหมาะสม	4.4	ระดับดี
1.2 ความปลอดภัยในการใช้ขณะทำการสาธิต	4.6	ระดับดีมาก
1.3 ความเหมาะสมของการจัดตำแหน่งอุปกรณ์ต่าง ๆ บนชุดสาธิต	4.4	ระดับดี
1.4 ความแข็งแรงของชุดสาธิต	4.2	ระดับดี
1.5 ความสะดวกในการติดตั้งและถอดเก็บเมื่อเสร็จการสาธิต	4.2	ระดับดี
1.6 ความสะดวกในการบำรุงรักษา	4	ระดับดี
1.7 วัสดุที่ใช้ในการผลิตชุดประลองที่มีความเหมาะสม	4.2	ระดับดี
เฉลี่ยความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	4.26	ระดับดี

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยรวมจาก 7 หัวข้อที่ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่านทำการประเมินมีค่า 4.26 ที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) 0.82 แปลผลได้ว่าชุดสาธิตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเหมาะสมในระดับดี ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

6. สรุปผลการวิจัย

ชุดสาธิตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถแสดงผลตอบสนองด้านความเร็วรอบของมอเตอร์ต่อสัญญาณขึ้นทั้งลูบเปิดและลูบปิด รวมถึงผลตอบสนองของความเร็วขณะรับภาระทางกล แบบทันทีทันใดสอดคล้องกับทฤษฎี และเมื่อนำชุดสาธิตดังกล่าวไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่านทำการประเมินความเหมาะสมของชุดสาธิตผลการประเมินชุดสาธิตโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีความเหมาะสมในระดับดี (ค่าเฉลี่ย 4.26 ตามมาตรวัดประเมินค่าของโลเกิร์ต 5 ระดับ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.82)

7. การอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยการพัฒนาชุดสาธิตการควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบลูบปิดด้วยวงจรออปแอมป์นั้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ ยुरาพร ผดุงกรณ์, เอกกมล บุญยะพลานันท์ และพูนศักดิ์ โกษิยาภรณ์ (2560, หน้า 61-66) ที่ใช้รูปแบบการเขียนโปรแกรมภาษารูปภาพแทนการเขียนโปรแกรมที่เป็นตัวอักษรทำให้ผู้เรียนเข้าใจมากขึ้น นอกจากนี้ หากให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจระบบที่ต้องใช้สมการทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน สามารถเข้าใจพฤติกรรมของระบบและตัวควบคุมได้เป็นอย่างดี ซึ่งการใช้วงจรออปแอมป์ สามารถ

ทำให้ผู้เรียนเข้าใจพฤติกรรมและตัวควบคุมได้เป็นอย่างดี เนื่องจากผู้เรียนจะต้องทำการออกแบบตัวควบคุมจากพฤติกรรมของระบบ เมื่อทราบค่าก็สามารถนำมาออกแบบตัวต้านทาน และตัวเก็บประจุให้แก่ออปแอมป์ก็สามารถสร้างตัวควบคุมได้เลย ทำให้การออกแบบสามารถทำได้ง่าย เหมาะกับผู้เรียนสายอาชีวศึกษาแต่สามารถเข้าใจพฤติกรรม รวมถึงผลตอบสนองจากตัวควบคุมสอดคล้องกับทฤษฎี ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจการควบคุมระบบได้อย่างแท้จริงผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ พัสกร พูลสวัสดิ์ (2560) ได้ศึกษาเรื่องการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยวงจรออปแอมป์ ทดสอบด้วยมอเตอร์ ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร จากผลการทดลองจะเห็นว่าความเร็วที่สามารถควบคุมได้จะอยู่ในช่วง 1500 รอบต่อนาทีถึง -1500 รอบต่อนาทีและสามารถควบคุมเร็วมอเตอร์ตามโปรไฟล์ของความเร็วได้

8. ข้อเสนอแนะ

การดำเนินการพัฒนาชุดสาธิตการควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบลูบปิดด้วยวงจรออปแอมป์ซึ่งเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทไวงาน (Active Device) มาประกอบเป็นตัวควบคุมทำให้ง่ายต่อการประยุกต์ใช้งานเพราะสามารถที่จะเลือกออกแบบให้มีค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมโดยการปรับเปลี่ยนค่าตัวต้านทานและตัวเก็บประจุเท่านั้น ขณะเดียวกันสามารถควบคุมระบบได้เช่นเดียวกับตัวควบคุมที่เป็นดิจิทัล แต่ราคาประหยัดกว่า ทำให้ผู้เรียนเห็นพฤติกรรมของตัวควบคุมได้ใกล้เคียงกับงานอุตสาหกรรม

จริงแต่ทั้งนี้ผู้วิจัยเลือกพลาตันต์เป็นมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรงขนาดพิกัด 24 โวลต์เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้งานชุดสาธิตทำให้อาจจะยังไม่เห็นผลตอบสนอง เหมือนกับงานอุตสาหกรรมจริงได้ ซึ่งหากนำไปใช้ ควบคุมพลาตันต์ที่มีสภาพเหมือนกับงานอุตสาหกรรมจริง จะทำให้ผู้เรียนมีทักษะการเลือกใช้ตัวควบคุมได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และ ตื่นตัวในการที่จะรับข้อมูลจากผู้สอน

9. เอกสารอ้างอิง

นิรุจน์ ลักษณะ และศักดิ์ดา ธนาสุวรรณ. (2555).

ชุดสาธิตมอเตอร์ไฟฟ้าอย่างง่าย.

ปริญญาานิพนธ์ ปริญญาอุตสาหกรรม

ศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี

อิเล็กทรอนิกส์กำลัง ภาควิชาเทคโนโลยี

วิศวกรรมไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยี

อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

พรจิต ประทุมสุวรรณ. (2555). **อุปกรณ์เครื่องกล**

ไฟฟ้า. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

พัสกร พูลสวัสดิ์. (2560). **การขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า**

กระแสตรงด้วยวงจรช้อปเปอร์.

ปริญญาานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยบูรพา.

ยุราพร ผดุงกรณ์, เอกกมล บุญยะพลานันท์

และพูลศักดิ์ โกษียาภรณ์. (2560).

การสร้างชุดสื่อการสอนการเรียนรู้ เรื่อง

การเขียนโปรแกรมภาษารูปภาพ สำหรับระบบ

ควบคุมอัตโนมัติพื้นฐาน. ใน **การประชุมวิชา**

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติครั้งที่ 10

(23 พฤศจิกายน หน้า 61-66). กรุงเทพฯ:

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

การออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้ามจับไฟฉายแอลอีดี แฮนด์ เฮล เวิร์ค แล็ม Plastic Injection Mold Design and Construction for LED flashlight Handle, Handshel Worklam.

พรเทพ ไทยสวัสดิ์¹, พงศกร อุ๋นสุพรรณ^{2*} และธีรรัช จันทราช³

Porntep Thaisawat¹, Phongsakorn Unsuphan^{2*} and Theerarat Janthalakajorn³

^{1,2,3}สาขาเทคโนโลยีแม่พิมพ์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 1 ปทุมธานี 12000

Mold and Die Technology Department, Pathumthani Technical College,
Institute of Vocational Education : Central Region 1, Pathumthani 12000

Received : December 6, 2018 Revised : December 27, 2018 Accepted : March 14, 2019

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อออกแบบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้ามจับไฟฉายแอลอีดี แฮนด์ เฮล เวิร์ค แล็ม 2) เพื่อสร้างแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้ามจับไฟฉายแอลอีดี แฮนด์ เฮล เวิร์ค แล็ม 3) เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับงานฉีดพลาสติก ABS (AP-102) โดย การพิจารณาประเมินผลการออกแบบและการสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญจากบริษัทวิเชียรไดนามิค มีผลประเมินอยู่ ระดับดี มีการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิในการฉีดอยู่ที่ 220 องศาเซลเซียส ความดันฉีดของสกรูอยู่ที่ 170 เมกะปาสกาล ความดันย้า 150 เมกะปาสกาลเวลาในการฉีด 1.5 วินาที และใช้เวลาหล่อเย็นที่ 20 วินาที มีความผิดพลาดทางด้านรูปทรงโดยเฉลี่ยดีกว่า 0.18 มม.

คำสำคัญ : ออกแบบแม่พิมพ์, ความดันฉีด

Abstract

The research objectives were: 1) To design plastic injection mold. 2) To construct plastic injection mold. 3) To find the proper parameter for the injection. It has been carried out since the design and construction of 2-Plate Plastic Injection Mold. The evaluation considering of design and construction by experts from Wichian Dynamic Company with evaluation results at good level. The optimum parameters are determined : injection temperature was 220 degrees

*นายพงศกร อุ๋นสุพรรณ

E-mail : korn221018@gmail.com

Celsius, the injection pressure of the screw was 170 MPa., repeated pressure 150 MPa., injection time 1.5 seconds and cooling time was at 20 seconds. The shape error of the average was better than 0.18 mm.

Keywords : Mold Design , Injection pressure

1. บทนำ

พลาสติกเป็นวัสดุสังเคราะห์ที่มนุษย์รู้จักมานานและนำมาใช้ประโยชน์แทนโลหะ ไม้ หรือวัสดุธรรมชาติอื่น ๆ เช่น หล่อเป็นลำเรือและชิ้นส่วนของยานยนต์ ภาชนะและวัสดุ บรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ รวมทั้งอุปกรณ์และเครื่องมืออื่น ๆ อีกมาก ปัจจุบันพลาสติกมีบทบาทอย่างยิ่งในชีวิตประจำวัน เราจะพบเห็นพลาสติกในรูปของผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย อาทิเช่น แปรงสีฟัน หวี กล่องใส่สบู่ ขวดและกระปุกเครื่องสำอาง เครื่องประดับ ประตูกองน้ำ เสื้อผ้า กระดุม ถังเท้า รองเท้า เครื่องใช้ไฟฟ้า วิทยุ โทรศัพท์ ถ้วย จาน โต๊ะ เก้าอี้ เครื่องตกแต่งบ้าน ชิ้นส่วน รถยนต์และพาหนะอื่น ๆ กระเป๋า เครื่องใช้สำนักงานต่าง ๆ ตลอดจนอุปกรณ์ที่ใช้ทางการแพทย์ พลาสติกเป็นวัสดุที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้นโดยการนำวัตถุดิบที่ได้จากธรรมชาติ เช่น น้ำมันปิโตรเลียมมาแยกเป็นสารประกอบ บริสุทธิ์หลายชนิดซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารประกอบระหว่างคาร์บอน (ถ่าน) กับก๊าซไฮโดรเจน พลาสติกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เทอร์โมพลาสติก และเทอร์โมเซตติงพลาสติก (บรรเลง ศรีนิล และชาติรี รัตนวงศ์, 2534) เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic) เป็นพลาสติกที่ใช้กันแพร่หลายที่สุดในโลก เมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัว และเมื่อเย็นลงจะแข็งตัวสามารถเปลี่ยนรูปได้ พลาสติกประเภทนี้

โครงสร้างโมเลกุลเป็นโซ่ตรงยาว มีการเชื่อมต่อระหว่างโซ่พอลิเมอร์น้อยมากจึงสามารถหลอมเหลวหรือเมื่อผ่านการอัดแรงมากจะไม่ทำลายโครงสร้างเดิมตัวอย่างพอลิเอทิลีน พอลิโพรพิลีน พอลิสไตรีน มีสมบัติพิเศษคือเมื่อหลอมแล้วสามารถนำมาขึ้นรูปกลับมาใช้ใหม่ได้เทอร์โมเซตติงพลาสติก (Thermosetting plastic) เป็นพลาสติกที่มีสมบัติพิเศษ คือทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและทนปฏิกิริยาเคมีได้ดีเกิดคราบและรอยเปื้อนได้ยาก คงรูปหลังการผ่านความร้อนหรือแรงดันเพียงครั้งเดียว เมื่อเย็นลงจะแข็งมาก ทนความร้อนและความดันไม่อ่อนตัวและเปลี่ยนรูปร่างไม่ได้ แต่ถ้าอุณหภูมิสูงก็จะแตกและไหม้เป็นขี้เถ้า สีดำ พลาสติกประเภทนี้โมเลกุลจะเชื่อมโยงกันเป็นร่างแหจับกันแน่น แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลแข็งแรงมาก จึงไม่สามารถนำมาหลอมเหลวได้ กล่าวคือ เกิดการเชื่อมต่อข้ามไปมาระหว่างสายโซ่ของโมเลกุลของโพลิเมอร์ ปัจจุบันบริษัท วิเชียร โพรเกรสซีฟพาร์ท จำกัด เป็นสถานประกอบการมีการจัดทำสินค้าใหม่ประเภทไฟส่องสว่าง และไฟสัญญาณ นั่นคือตัวด้ามไฟฉายซึ่งเป็นส่วนประกอบของตัวไฟส่องสว่าง และไฟสัญญาณ มักมีปัญหาในการผลิต เช่น ชิ้นงานไม่ได้คุณภาพ การยุบตัวของผิวพลาสติกเนื่องจากแรงดันที่ไม่เหมาะสม มีครีบเยอะเนื่องจากใช้แรงดันเกินกว่าแรงที่ใช้ในการปิดแม่พิมพ์ ทำให้มีผลไปสู่ ขั้นตอนของการประกอบชิ้นงานได้เข้าต้องมีการปรับแต่งชิ้นงานจากการฉีดพลาสติกเป็นการเพิ่มขั้นตอนการทำงานเพิ่มคนงานทำให้เกิดต้นทุนในการผลิตเพิ่มมากขึ้นทำให้ระยะเวลาในการผลิตมีมากขึ้นตามไปด้วย ผู้วิจัยจึงเห็นปัญหาที่ควรศึกษาและดำเนินการสร้างแม่พิมพ์สำหรับฉีดพลาสติกเพื่อใช้งานในการผลิตได้มาตรฐานที่กำหนดไว้และมีคุณภาพ ซึ่งมีจำนวนมากและต้องการใช้ระยะเวลาในการผลิตที่รวดเร็ว ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการออกแบบและสร้างแม่พิมพ์สำหรับฉีดพลาสติกด้ามจับไฟฉาย แอลอีดี แชนด์ เฮล เวอร์ค แล็ม และทำการศึกษาวิจัยหาค่าพารามิเตอร์ที่เป็นค่ามาตรฐานของแม่พิมพ์พลาสติก เพื่อที่จะได้มีการผลิตที่รวดเร็วยิ่งขึ้น และผลิตได้จำนวนมาก เพื่อให้ได้ขนาดรูปร่าง รูปทรง ที่เท่ากันและเหมือนกันทุกชิ้น ซึ่งแม่พิมพ์จะมีส่วนช่วยในการผลิตชิ้นงานและช่วยลดเวลาของเสีย ที่จะเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ซึ่งจะส่งผล

ทำให้มีต้นทุนที่ต่ำลง และกำไรเพิ่มขึ้นตามลำดับ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะสร้างแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ด้ามจับไฟฉาย แอลอีดี แชนด์ เฮล เวอร์ค แล็ม เพื่อให้ชิ้นงานได้คุณภาพและตรงตามความต้องการของท้องตลาด

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อออกแบบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้ามจับไฟฉาย แอลอีดี แชนด์ เฮล เวอร์ค แล็ม
- 2.2 เพื่อสร้างแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้ามจับไฟฉาย แอลอีดี แชนด์ เฮล เวอร์ค แล็ม
- 2.3 เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับงานฉีดพลาสติก ABS (AP-102)

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ขอบเขตของการวิจัย

- 3.1.1 เป็นการออกแบบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกประเภท 2 เฟลท
- 3.1.2 เป็นการออกแบบเพื่อใช้กับการฉีดด้วยพลาสติกชนิด ABS (AP-102)
- 3.1.3 กำหนดให้การฉีด 1 ครั้ง ได้ชิ้นงาน 2 ชิ้น (ด้านหน้า – ด้านหลัง)
- 3.1.4 ใช้โปรแกรม NX ในการออกแบบ เขียนแบบ และใช้ Moldex 3D ในการจำลองการฉีดและวิเคราะห์การฉีดพลาสติก

3.2 ด้านการสร้างแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

- 3.2.1 ดำเนินการสร้างแม่พิมพ์ที่บริษัทวิเชียร โพรเกรสซีฟพาร์ท จำกัด
- 3.2.2 เป็นการสร้างแม่พิมพ์ด้ามจับไฟฉาย แอลอีดี แชนด์ เฮล เวอร์ค แล็ม

3.3 วิธีดำเนินการวิจัย

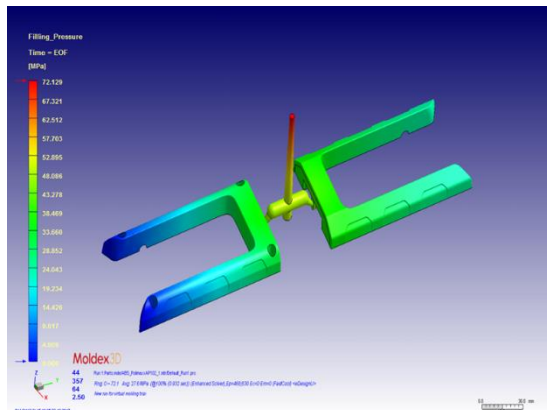
- 3.3.1 การออกแบบแม่พิมพ์ในการดำเนินงานการออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก โดยมีรายละเอียดวิธีการดำเนินงาน ดังนี้

3.3.1.1 จำลองการฉีดพลาสติกและวิเคราะห์การฉีดพลาสติกขึ้นรูป ชิ้นงาน ด้วยโปรแกรม Moldex 3D เพื่อเป็นการกำหนดตำแหน่งทางเข้า (Gate) ทางวิ่ง (Runner) และเป็นที่ศึกษาถึงผลการฉีดพลาสติกเพื่อพยากรณ์ผลที่ได้จากการจำลองการฉีดโดยการกำหนดคุณสมบัติพลาสติกตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของพลาสติก ABS

Ltem name	Ltem data
Material type	Thermoplastic
Generic name	ABS
Supplier	IRPC
Trade name	Polimaxx AP102:
MFI	MFI(220,10)=21 g/10min
Fiber percent	0.00 (%)
Melt temperature range	190 - 240°C
Mold temperature range	40 - 80°C
Ejection temperature	92°C
Freeze temperature	112°C

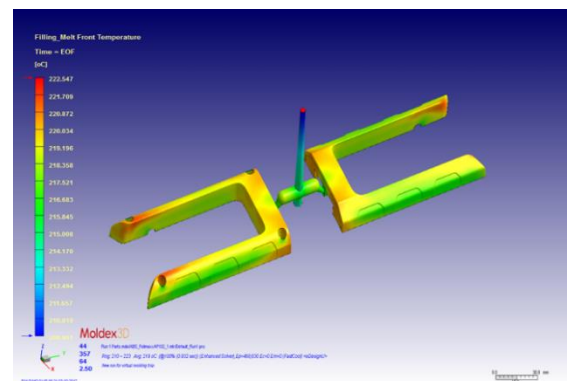
3.3.2 วิเคราะห์การไหลของพลาสติกด้วยโปรแกรม Moldex3D Filling Melt Front Time จากการวิเคราะห์ของโปรแกรมได้เวลา Filling Melt Front Time ออกมาเท่ากับ 0.91 วินาที จากรูปจะสังเกตเห็น zone ของแถบสีแล้วมีการไล่แถบสีที่ใกล้เคียงกัน โดยมีการเติมเต็มครบทั้ง 2 ชั้นส่วนที่เติมช้าสุดจะอยู่บริเวณส่วนปลายของชิ้นงานแต่ละชิ้นเวลาในการเติมเต็มใกล้เคียงกันมากหรือเรียกว่าเกิดการ Balance Flow. (สถาพร ชาตาคม, 2549).



ภาพที่ 1 ภาพแสดง Filling Melt Front Time

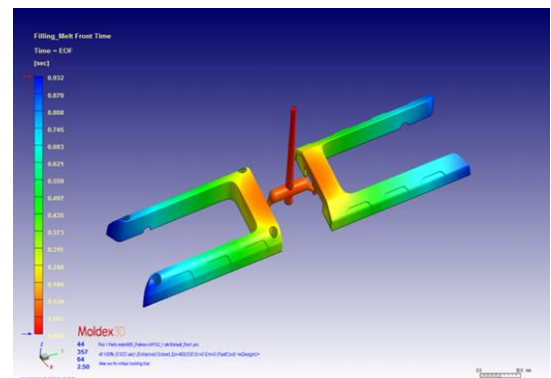
Filling Melt Front Temperature (อุณหภูมิที่ผิวชิ้นงาน) จากผลการวิเคราะห์อุณหภูมิที่ชิ้นงานหลังการฉีดในภาพที่ 3-2 โดยสังเกตจากแถบสีของช่วงที่อุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุด ซึ่งมีความเหมาะสม เพราะอุณหภูมิไม่แตกต่างกันมาก และจากผลวิเคราะห์ชิ้นงานแต่ละชิ้นจะมีอุณหภูมิอยู่ที่ 209.981-222.547°C โดยส่วนใหญ่อุณหภูมิจะใกล้เคียงกันซึ่งไม่เกินอุณหภูมิ

การเสื่อมสภาพของพลาสติก ABS (วิโรจน์ เตชะวิญญูธรรม. 2553)



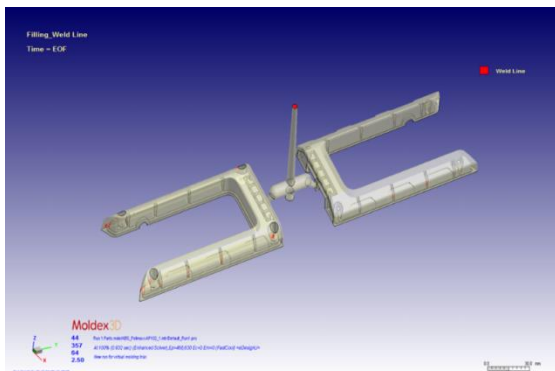
ภาพที่ 2 ภาพแสดง Filling Melt Front Temperature

Filling Pressure จากผลการวิเคราะห์ความดันที่ชิ้นงานหลังการฉีด ดังภาพที่ 3-3 โดยสังเกตจากแถบสีของช่วงที่ความดันต่ำสุด = 0 MPa และสูงสุด = 72.129 MPa ซึ่งมีความเหมาะสม เพราะความดันสูงเกินไปไม่เกินความดันที่เครื่องฉีดนั้นฉีดได้คือ 210 MPa



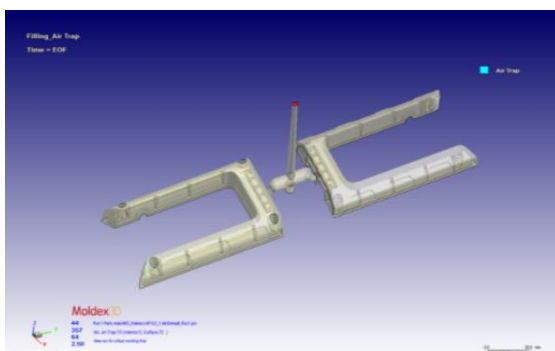
ภาพที่ 3 ภาพแสดง Filling Pressure

Welding Line จากผลวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าตำแหน่ง Welding Line ที่เกิดขึ้นอยู่ตรงบริเวณที่พลาสติกยังมีอุณหภูมิที่ยังหลอมเหลวอยู่โดยที่ PMMA มีอุณหภูมิหลอมเหลว 209.981-222.547°C ทำให้ Welding Line ที่เกิดขึ้นนั้นมีการประสานตัวที่ดีทำให้บริเวณที่เกิด Welding Line นั้นมีความแข็งแรงดังภาพที่ 4



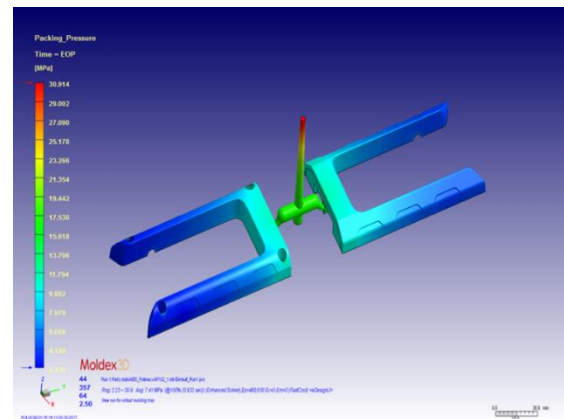
ภาพที่ 4 ภาพแสดงตำแหน่ง Welding Line

Air Tarp จากผลวิเคราะห์จะแสดงถึงตำแหน่ง Air Tarp ที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานในตำแหน่งต่าง ๆ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้าง Air Venting ในแม่พิมพ์



ภาพที่ 5 ภาพแสดง Air Tarp

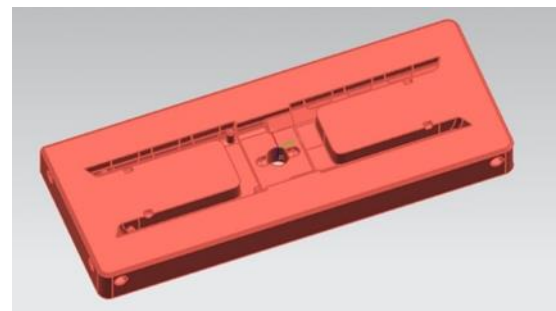
Packing Pressure จากผลการวิเคราะห์ความดันที่ชิ้นงานหลังการฉีด ดังภาพที่ 6 โดยสังเกตจากแถบสีของช่วงที่ความดันต่ำสุด = 2.234 MPa และสูงสุด = 30.914 MPa ซึ่งมีความเหมาะสม เพราะความดันสูงสุดนั้นไม่เกินความดันที่เครื่องฉีดนั้นฉีดได้คือ 210 Mpa



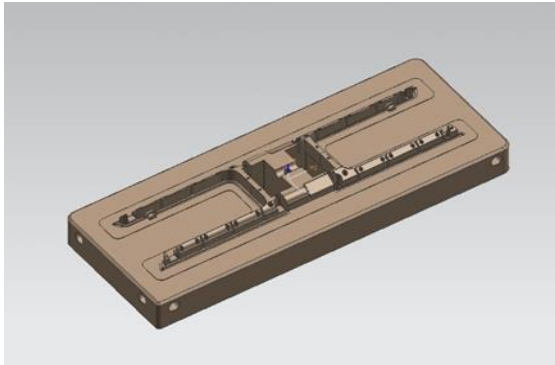
ภาพที่ 6 ภาพแสดง Packing Pressure

3.3.3 ใช้โปรแกรม Unigraphics NX เพื่อช่วยในการออกแบบชิ้นส่วน 3D Solid Model ในขั้นตอนการออกแบบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกตามไฟฉายของไฟส่องสว่างและไฟสัญญาณ (LED HAND HELD WORK LAMP) ในการวิจัยผู้วิจัยได้เลือกใช้แม่พิมพ์แบบ Two Plate Mold ในการออกแบบแม่พิมพ์

3.3.3.1 กำหนดตำแหน่งของ Core และ Cavity แล้วนำไปทำการจำลองการฉีดจากนั้นทำการเปลี่ยนตำแหน่งชิ้นงานขนาดและความยาวรูปร่าง, รูปร่างจำลอง การฉีดเพื่อหาค่าที่เหมาะสมแล้วนำรูปในการวางชิ้นงานในครั้งนี้ไปใช้ในการวางแบบแม่พิมพ์ (พลสุ โลหารขุน, 2529)

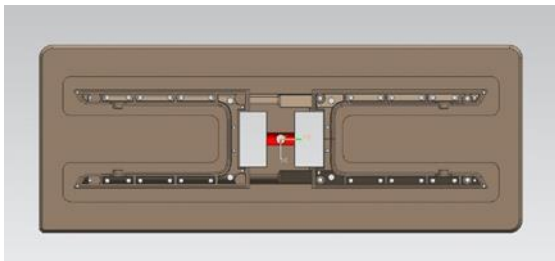


ภาพที่ 7 ภาพแสดงการกำหนดตำแหน่งของ Cavity



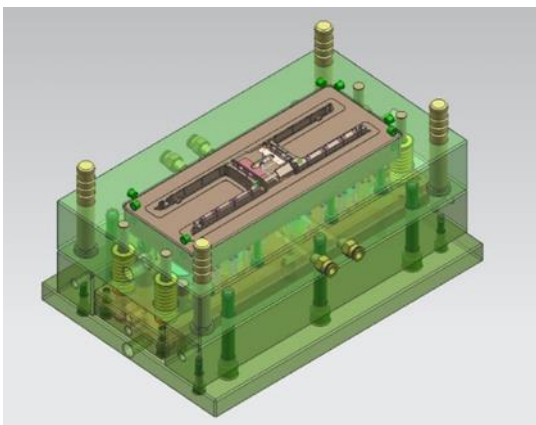
ภาพที่ 8 ภาพแสดงการกำหนดตำแหน่งของ Core

3.3.3.2 ออกแบบระบบรูวิ่งรูเข้าและระยะรูฉีดยาในการวางตำแหน่งรูเข้าให้เข้าบริเวณที่มีความหนามากที่สุด เพื่อควบคุมให้ปริมาตรพลาสติกไหลเข้าโมลด์เต็มพร้อมกัน



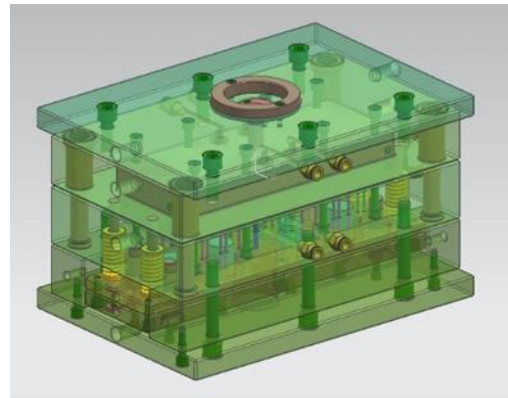
ภาพที่ 9 ภาพแสดงการวาง รูวิ่ง รูเข้า

3.3.3.3 ทำการกำหนดตำแหน่งการปลดชิ้นงานว่าควรจะใช้จำนวนของ Ejector pin ช่วยในการปลดชิ้นงานโดยที่ต้องสามารถปลดชิ้นงานได้โดยที่ไม่ทำให้ชิ้นงานเกิดรอยในการปลดและไม่ติดขัดต่อการทำงานของแม่พิมพ์โดยที่ทำการกำหนดให้เหมาะสมกับงานแม่พิมพ์ที่ต้องการความแข็งแรง



ภาพที่ 10 ภาพแสดงการกำหนดตำแหน่งการปลดชิ้นงาน

3.3.3.4 ทำการกำหนดขนาดและวางตำแหน่งของชิ้นส่วนแม่พิมพ์ทุกชิ้นแล้วก็นำเอาชิ้นส่วนที่ได้ออกแบบเสร็จแล้วมาทำการประกอบชิ้นส่วนแม่พิมพ์ทั้งหมดดูความถูกต้องตามการออกแบบที่ได้กำหนดไว้ โดยได้ออกแบบให้แม่พิมพ์มีขนาด 276x396 mm. จากนั้นก็ทำการเขียนแบบแม่พิมพ์ แล้วทำการตรวจดูให้ถูกต้องทั้งหมด



ภาพที่ 11 ภาพแสดงการประกอบชิ้นส่วนแม่พิมพ์ทั้งหมด

โดยการออกแบบแต่ละชิ้นส่วนของแม่พิมพ์พร้อมกับการเขียนแบบภาพประกอบและการทำแบบสั่งงานในการจัดทำแม่พิมพ์นำแบบแม่พิมพ์ฯ ที่ได้ออกแบบไว้ให้กับผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของ Drawing ก่อนนำไปสั่งงาน

3.3.4 สร้างและประกอบแม่พิมพ์พลาสติกเป็นการสร้างชิ้นส่วนต่าง ๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งในการแม่พิมพ์จะมีขบวนการสร้างหลายขั้นตอน เช่น การมิลลิ่ง การเจาะ การรีมเมอร์ การ CNC หลังจากขั้นตอนนี้จะเป็นการปรับประกอบชิ้นส่วนเพื่อให้ประกอบได้ตามแบบและจะมีการ Fitting หน้าประกอบของแม่พิมพ์ แม่พิมพ์ฉีดแบบ 2 แผ่น (Two-Plate Injection Mold) ที่สร้างเป็นแม่พิมพ์แบบ 2 แผ่น เพราะลักษณะของงานปราศจากร่องหรือบ่า มีเส้นแบ่งส่วนแม่พิมพ์เพียงเส้นเดียว หรือมีช่องเปิดสำหรับปลดชิ้นงาน แกนรูวิ่งและแกนรูฉีดเพียงช่องเดียวเท่านั้นจนสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการชุดแม่พิมพ์ประกอบด้วยชิ้นส่วนดังต่อไปนี้

3.3.4.1 ชุดแม่พิมพ์ประกอบด้วยชิ้นส่วนดังต่อไปนี้

3.3.4.2 แหวนบังคับศูนย์ (Locating Ring)

3.3.4.3 ปลอกรูฉีด (Spure Bush)

3.3.4.4 แผ่นยึดแม่พิมพ์ด้านบนอยู่กับที่ (Top Plate)

3.3.4.5 แผ่นแม่พิมพ์ด้านบนอยู่กับที่ (Cavity Plate)

3.3.4.6 แผ่นแม่พิมพ์ด้านเคลื่อนที่ (Core Plate)

3.3.4.7 แท่งรอง (Spacer Block)

3.3.4.8 แผ่นดันปลด (Ejector Plate)

3.3.4.9 แผ่นยึดสลักปลด (Support Ejector Plate)

3.3.4.10 แผ่นยึดแม่พิมพ์ด้านล่างเคลื่อนที่ (Bottom Plate)

3.3.5 ทดลองฉีดชิ้นงานและหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการทดลองการฉีดแม่พิมพ์พลาสติกด้วยไฟฉายของไฟส่องสว่างและไฟสัญญาณ (LED HAND HELD WORK LAMP) ใช้เครื่องฉีดยี่ห้อ HAITIAN MA 3800

มีแรงปิด 3800 KN. ระยะเปิดแม่พิมพ์ 700 mm. และจะต้องตั้งค่าพารามิเตอร์ของเครื่องฉีดตามผลวิเคราะห์การไหลของพลาสติกของผลที่วิเคราะห์ได้ เพื่อทำการทดลองฉีดและหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม โดยกำหนดให้ในการฉีด 1 ครั้งจะต้องทำการสูมตัวอย่าง หลังจากการปรับค่าพารามิเตอร์นั้นและทำการฉีดไปแล้ว 5 Shot เพื่อให้ค่าพารามิเตอร์ที่ปรับไว้คงที่แล้วนับ Shot ที่ 6 เป็น Shot ที่ 1 ทำการฉีดไปจำนวน 20 Shot และในการสูมตัวอย่างให้หีบชิ้นงาน 1 ชิ้นในทุก ๆ 5 shot

3.3.6 ตรวจสอบชิ้นงานที่ฉีดได้ ตรวจสอบ โดย QC ตรวจสอบชิ้นงานด้วยสายตา เช่น ชิ้นงานฉีดเต็ม ชิ้นงานไม่ยุบ ไม่บิด ไม่เสียรูป ไม่มีเส้นวิ่ง ไม่เป็นรอย ถ้าผ่านการตรวจจาก QC ถือว่าชิ้นงานสมบูรณ์

3.3.7 แผนการทดลองในการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการฉีด

ตารางที่ 2 การหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม

รายการ	ค่าเริ่มแรก	ค่าที่เปลี่ยนไป					ค่าที่เหมาะสม	ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์โดย Moldex 3D
		1	2	3	4	5		
อุณหภูมิฉีด (°C)	200							210
ความดันฉีดของสกรู (MPa)	140							155
เวลาในการฉีด (s)	0.5							0.91
ความดันฉีดย้ำของสกรู (MPa)	120							155
เวลาในการฉีดย้ำ (s)	2							4.91
เวลาในการหล่อเย็น	12							12.90
น้ำหนักชิ้นงาน (cc)	30							38

3.3.8. การสรุปผลการหาค่าพารามิเตอร์ในการฉีดที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากการตรวจสอบ โดย QC ตรวจสอบชิ้นงานด้วยสายตา เช่น ชิ้นงานฉีดเต็ม ชิ้นงานไม่ยุบ ไม่บิด ไม่เสียรูป ไม่มีเส้นวิ่ง ไม่เป็นรอย ถ้าผ่านการตรวจจาก QC ถือว่าชิ้นงานสมบูรณ์

4. ผลการวิจัย

หลังจากทำการสร้างแม่พิมพ์เสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปที่จะทำการทดลองการฉีดและบันทึกค่าพารามิเตอร์ในการฉีด แล้วนำค่าต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลองมาสรุปผลหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมและ

นำชิ้นงานมาตรวจสอบและเปรียบเทียบต่อไปต่อไปสามารถกำหนดเป็นข้อต่าง ๆ ได้ดังนี้

4.1 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการฉีด

ในการทดลองการฉีดชิ้นงานด้วยไฟฉายของไฟส่องสว่าง และไฟสัญญาณ (LED HAND HELD WORK LAMP) ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม กำหนดให้ในการฉีด 1 ครั้งจะต้องทำการสูมตัวอย่างหลังจากการปรับค่าพารามิเตอร์นั้นและทำการฉีดไปแล้ว 5 Shot เพื่อให้ค่าพารามิเตอร์ที่ปรับไว้คงที่แล้วนับ Shot ที่ 6 เป็น Shot ที่ 1 ทำการฉีดไปจำนวน 20 Shot และในการสูมตัวอย่างให้หีบชิ้นงาน 1 ชิ้นในทุก ๆ 5 shot โดยเป็นการเก็บตัวอย่างในการฉีด



ภาพที่ 12 ภาพแสดงชิ้นงานที่ฉีดได้ในค่าพารามิเตอร์ครั้งที่ 1

การบันทึกค่าพารามิเตอร์ในการทดลองฉีดชิ้นงาน เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการฉีด การหาค่าพารามิเตอร์เริ่มต้น

1. อุณหภูมิฉีด 205°C
2. ความดันฉีดของสกรู 140 MPa
3. เวลาในการฉีด 0.5 s
4. ความดันฉีดย้ำ 120 MPa
5. เวลาในการฉีดย้ำ 2 s
6. เวลาในการหล่อเย็น 12



ภาพที่ 13 ภาพแสดงชิ้นงานที่ฉีดได้ในค่าพารามิเตอร์ค่าที่เปลี่ยนไปที่ 3

การหาค่าพารามิเตอร์สำหรับทดลองการฉีดครั้งที่ 3

1. อุณหภูมิฉีด 210°C
2. ความดันฉีดของสกรู 145 MPa
3. เวลาในการฉีด 1 s
4. ความดันฉีดย้ำ 125 MPa

ตารางที่ 3 แสดงการตรวจสอบขนาดชิ้นงาน (FRONT)

จุดตรวจ	ชิ้นที่							$\bar{X}$	S.D.
	DIMENSION	1	2	3	4	5	6		
1	42.60	42.43	42.50	42.21	42.16	42.40	42.47	42.40	0.16
2	112.20	111.95	112.00	112.15	112.22	111.90	112.03	112.06	0.13
3	62.50	62.40	62.45	62.38	62.40	62.42	62.48	62.43	0.04
4	7.30	7.16	7.20	7.18	7.19	7.15	7.24	7.20	0.05

5. เวลาในการฉีดย้ำ 3 s
6. เวลาในการหล่อเย็น 16 s
7. น้ำหนักชิ้นงาน 34 cc

จากการทดลองฉีดในค่าพารามิเตอร์ครั้งที่ 3 จะเห็นได้ว่ารูปร่างชิ้นงานไม่เต็ม แต่ความสมบูรณ์ของชิ้นงานมีมากขึ้น แสดงว่าการแก้ปัญหาได้ถูกวิธี



ภาพที่ 14 ภาพแสดงชิ้นงานที่ฉีดได้ในค่าพารามิเตอร์ค่าที่เปลี่ยนไปที่ 5

การหาค่าพารามิเตอร์สำหรับทดลองการฉีดครั้งที่ 5

1. อุณหภูมิฉีด 220°C
2. ความดันฉีดของสกรู 170 MPa
3. เวลาในการฉีด 1.5 s
4. ความดันฉีดย้ำ 150 MPa
5. เวลาในการฉีดย้ำ 5 s
6. เวลาในการหล่อเย็น 20 s
7. น้ำหนักชิ้นงาน 38 cc

จากการทดลองฉีดในค่าพารามิเตอร์ ครั้งที่ 5 จะเห็นได้ว่ารูปร่างของชิ้นงานมีความสมบูรณ์ ไม่มีจุดบกพร่อง แสดงว่าได้แก้ปัญหาได้ถูกวิธี จึงใช้ค่าพารามิเตอร์ที่ 6 เป็นค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม

4.2 แสดงค่าขนาดที่วัดได้จริง

ชิ้นงานที่นำมาตรวจสอบขนาดเป็นชิ้นงานที่ได้จากการปรับพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุด

ตารางที่ 3 แสดงการตรวจสอบขนาดชิ้นงาน (FRONT) (ต่อ)

จุดตรวจ	ชั้นที่							$\bar{X}$	S.D.
	DIMENSION	1	2	3	4	5	6		
5	1.00	1.03	1.00	1.04	1.12	1.05	1.10	1.05	0.05
6	2.60	2.54	2.50	2.62	2.59	2.53	2.62	2.57	0.05
7	15.00	15.00	15.00	15.18	15.11	15.05	15.18	15.07	0.08
8	94.00	93.80	93.90	94.10	94.15	93.95	93.85	93.96	0.13
9	30.30	30.30	30.30	30.22	30.36	30.28	30.36	30.30	0.05
10	34.60	34.90	34.95	34.98	34.99	34.88	34.86	34.88	0.13
รวม								40.19	0.04

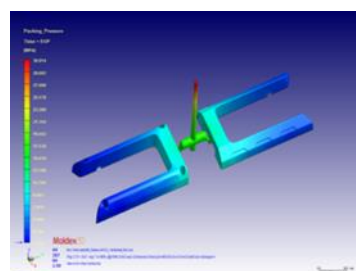
ตารางที่ 4 แสดงการตรวจสอบขนาดชิ้นงาน (READ)

จุดตรวจ	ชั้นที่							$\bar{X}$	S.D.
	DIMENSION	1	2	3	4	5	6		
1	42.70	42.00	42.10	42.76	42.56	42.13	42.14	42.34	0.32
2	62.50	61.70	61.80	62.30	62.13	61.68	61.70	61.97	0.34
3	Ø2.8	2.70	2.75	2.71	2.75	2.74	2.80	2.74	0.04
4	112.20	112.00	112.11	111.95	111.67	111.95	112.20	113.15	3.00
5	30.30	30.30	30.25	30.31	30.30	30.28	20.10	28.83	3.85
6	34.60	34.81	34.80	34.62	34.61	34.80	34.64	34.70	0.10
7	2.30	2.30	2.30	2.38	2.39	2.37	2.32	2.34	0.04
8	7.30	7.20	7.10	7.17	7.20	7.22	7.15	7.19	0.06
9	52.00	31.30	31.35	52.01	51.95	31.34	31.45	40.20	11.03
10	Ø5.2	5.30	5.30	5.20	5.15	5.35	5.38	5.23	0.03
11	14.00	14.00	14.00	14.00	14.03	13.98	14.08	13.80	0.12
12	94.00	94.20	94.10	94.00	94.00	94.21	94.11	94.09	0.09
รวม								37.22	3.24

5. สรุปผลการวิจัย

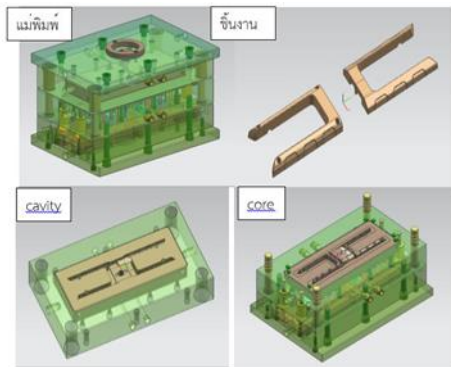
จากการที่ได้ศึกษาและดำเนินงานทำให้ทราบถึงลักษณะวิธีการทำงานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ตลอดจนเทคนิคการดำเนินงานทำให้ได้ความรู้เพิ่มเติม และยังสามารถหาวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งสามารถที่จะพอสรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะได้ดังนี้ คือ

5.1 การออกแบบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยโปรแกรม 3D สรุปลงได้ว่าค่าพารามิเตอร์ที่ 6 เป็นค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมรูปร่างของชิ้นงานมีความสมบูรณ์



ภาพที่ 15 ภาพแสดงผลการจำลองการฉีดด้วยโปรแกรม Moldex 3D

5.2 สามารถสร้างแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยโปรแกรม 3D สรุปลงได้ว่าค่าพารามิเตอร์ที่ 6 เป็นค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมรูปร่างของชิ้นงานมีความสมบูรณ์



ภาพที่ 16 ภาพแสดงผลการสร้างแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

5.3 ค่าพารามิเตอร์ในการฉีดที่เหมาะสมในการทดลอง การฉีดชิ้นงานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกพอร์น – แบ็คของ แอลอีดีแฟรชไลท์ เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการฉีด ซึ่งจะเป็นค่าที่มีการยอมรับชิ้นงานและจะนำค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมไปใช้ในการตั้งค่าพารามิเตอร์แรกในการฉีดครั้งต่อไปจะมีค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม ดังนี้

ตารางที่ 5 แสดงการหาค่าพารามิเตอร์ในการฉีดที่เหมาะสม

รายการ	ค่าเริ่มแรก	ค่าที่เปลี่ยนไป					ค่าที่เหมาะสม	ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ โดย Moldex 3D
		1	2	3	4	5		
อุณหภูมิฉีด ($^{\circ}\text{C}$)	200	205		210		220	220	210
ความดันฉีดของสกรู (MPa)	140		145		170		170	155
เวลาในการฉีด (s)	0.5			1	1.5		1.5	0.91
ความดันฉีดท้ายของสกรู (MPa)	120		125			150	150	155
เวลาในการฉีดท้าย (s)	2		3		5		5	4.91
เวลาในการหล่อเย็น	12			16	20		20	12.90
น้ำหนักชิ้นงาน (cc)	30		34		36	38	37	38



ภาพที่ 15 ภาพแสดงชิ้นงานที่ได้จากการฉีดด้วยค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม

การตรวจสอบแม่พิมพ์		
MOLD NAME: SWING ARM	CUSTOMER NAME :	
TYPE OF MOLD	☒ TWO PLATE ☐ SLIDE ☐ THREE PLATE ☐ NO SLIDE	
การตรวจสอบการออกแบบแม่พิมพ์		
รายการตรวจสอบ	การตรวจเช็ค	แนะนำ
	ผ่าน	ไม่ผ่าน
การออกแบบ PL	☒	
การออกแบบ GATE	☒	
การออกแบบ RUNNER	☒	
การออกแบบระบบปิดชิ้นงาน	☒	
การออกแบบระบบหล่อเย็น	☒	
(ปรเมศ ไทธรรมสวัสดิ์) ผู้ออกแบบ		(ชาติ) ผู้ตรวจสอบ

ภาพที่ 16 ภาพแสดงการตรวจสอบการออกแบบแม่พิมพ์

6. อภิปรายผลการวิจัย

จากการออกแบบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกโดยใช้โปรแกรม Unigraphics NX และได้ทดลองการจำลองสถานการณ์การฉีดพลาสติกโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์การไหลเพื่อกำหนดค่าเบื้องต้น เมื่อทำการออกแบบแล้วเพื่อก่อนที่จะลงมือสร้างได้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านแม่พิมพ์พลาสติกจากสถานประกอบการช่วยในการให้คำแนะนำในการออกแบบ

จากการให้ผู้เชี่ยวชาญได้ตรวจสอบจากการออกแบบโดยให้ความเห็นในการออกแบบว่าผ่าน สามารถที่จะผลิตและนำไปใช้งานได้จริง

เมื่อทำการสร้างแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกเสร็จแล้วโดยผลิตจากเครื่องจักรเครื่องมือกลและเครื่องจักรอัตโนมัติตามแบบที่ออกแบบก็ดำเนินการทดลองการฉีด

ขึ้นรูปพลาสติกโดยนำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์การไหลนำไปเป็นค่าเริ่มต้นโดยใช้พลาสติกประเภท ABS ในการฉีดอุณหภูมิฉีด 205°C ความดันฉีดของสกรู 140 MPa เวลาในการฉีด 0.5 s ความดันฉีดย้ำ 120 MPa เวลาในการฉีดย้ำ 2 s เวลาในการหล่อเย็น 12 s จากการฉีดโดยตั้งค่าตามโปรแกรมจะพบว่าชิ้นงานที่ได้จะไม่เต็มชิ้นงานที่เรียกว่า Short shot ที่ตัวชิ้นงานจึงต้องมีการเพิ่มค่าต่าง ๆ โดยทำการฉีดถึงครั้งที่ 5 โดยได้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการฉีดพลาสติก คือ อุณหภูมิฉีด 220°C ความดันฉีดของสกรู 170 MPa เวลาในการฉีด 1.5 s ความดันฉีดย้ำ 150 MPa เวลาในการฉีดย้ำ 5 s เวลาในการหล่อเย็น 20 s จะเห็นค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมดังกล่าวจะได้ชิ้นงานที่สมบูรณ์ ขั้นตอนต่อไปเป็นการวิเคราะห์หาค่าความผิดพลาดทางด้านรูปทรงและได้ทำการวัดหาค่าจากชิ้นงานดังตารางที่ 3 จะพบค่าค่าความผิดพลาดทางด้านรูปทรงจะมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 0.18 มม. เป็นไปตามที่กำหนดของความต้องการของผู้ผลิต

7. ข้อเสนอแนะ

ในปัจจุบันจะมีเทคโนโลยีที่ช่วยในการออกแบบแม่พิมพ์แต่ก็ต้องอาศัยผู้มีประสบการณ์ในการออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ที่ให้ตามความต้องการซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งคือ ความชำนาญในการใช้โปรแกรมในการออกแบบและสร้างความรู้ความชำนาญในการใช้เครื่องจักรในการผลิตและความรู้ทักษะในการออกแบบแม่พิมพ์สิ่งที่น่าสนใจในการพัฒนาครั้งต่อไปคือการทดลองการฉีดโดยใช้พลาสติก 2 ชนิดมาผสมแล้วทำการฉีดขึ้นรูปชิ้นงาน

8. เอกสารอ้างอิง

- บรรเลง ศรีนิล และชาตรี รัตนวงศ์. (2534).
คู่มือออกแบบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก. กรุงเทพฯ:
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- พสุ โลหารชุน. (2529). การออกแบบการสร้างแม่พิมพ์
ฉีดพลาสติก. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุม
สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- วิโรจน์ เตชะวิญญูธรรม. (2553). วิศวกรรมการฉีด
พลาสติก. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริม
เทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- สถาพร ชาดาคม. (2549). การศึกษาหาอิทธิพล
ของความหนาที่ส่งผลกระทบต่อระยะทาง
การไหลของเทอร์โมพลาสติกกลุ่ม Polyolefin.
กรุงเทพฯ: วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม.

การหาประสิทธิภาพแบบฝึกทักษะการเขียนคำศัพท์ สำหรับงานแม่บ้านโรงแรมในส่วนงาน
การทำความสะอาดห้องพัก สำหรับนักศึกษาระดับชั้น ปวส. 1 สาขาวิชาการโรงแรม
วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุพรรณบุรี

Evaluate The Efficiency of Vocabularies Writing Skill Exercises For Room
Attendant of Diploma 1 Hospitality Students Suphanburi Vocational College

รัชดาภรณ์ ตันติกามธน*

Ratchadaphon Tantikamthon*

*สาขาวิชาการโรงแรม วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุพรรณบุรี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 4 สุพรรณบุรี 72000

*Hotel and Hospitality Department, Suphanburi Vocational College,
Institute of Vocational Education : Central Region 4, Suphanburi 72000

Received : May 7, 2019 Revised : May 21, 2019 Accepted : May 31, 2019

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพแบบฝึกทักษะการเขียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษสำหรับงานแม่บ้านโรงแรม ในส่วนของการทำความสะอาดห้องพัก และ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน เมื่อใช้แบบฝึกทักษะการเขียนคำศัพท์ ภาษาอังกฤษสำหรับงานแม่บ้านโรงแรม ในส่วนของการทำความสะอาดห้องพัก ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักศึกษาระดับชั้น ปวส. 1 สาขาวิชาการโรงแรม วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุพรรณบุรี ได้จากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 15 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบฝึกทักษะการเขียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษสำหรับงานแม่บ้านโรงแรม ในส่วนของการทำความสะอาดห้องพัก และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย การหาค่าประสิทธิภาพ (E1/E2) และ t-test ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะการเขียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษสำหรับงานแม่บ้านโรงแรม ในส่วนของการทำความสะอาดห้องพัก มีค่าเท่ากับ 88.5/77.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 75/75 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ

*รัชดาภรณ์ ตันติกามธน

E-mail : Ratchada.mp@gmail.com

นักศึกษาระดับชั้น ปวส. 1 แผนกวิชาการโรงแรม โดยใช้แบบฝึกทักษะการเขียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษสำหรับงานแม่บ้านโรงแรม ในส่วนของการทำความสะอาดห้องพัก หลังเรียนมีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ : ประสิทธิภาพ, แบบฝึกทักษะการเขียนคำศัพท์, งานแม่บ้านโรงแรม

Abstract

The purpose of this study were to : 1) construct and determine the efficiency of the vocabularies writing skill exercises for room attendant and 2) compare the pre-test and post-test academic achievement by using the vocabularies writing skill exercises for room attendant. The sample consisted of 15 diploma 1 hospitality students at Suphanburi Vocational College in the academic year 2017, selected by purposive sampling. The instruments used for this study included 1) the vocabularies writing skill exercises for room attendant and 2) pre-test and post-test

academic achievement test. The data were analyzed by mean, percentage, using the formula (E1/E2) and Dependent t-test.

The results of the study were that efficiency of the vocabularies writing skill exercises was 88.5/77.33 which was higher than 75/75 established criteria and academic achievement was a significant increase in diploma 1 hospitality students at Suphanburi Vocational College at the .01 level after using the vocabularies writing skill exercises.

Keywords : Efficiency, Vocabularies writing skill exercises, Room attendant

1. บทนำ

สถานการณ์ในปัจจุบันทั่วโลกกำลังเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงทางสังคม วัฒนธรรมการเมือง เศรษฐกิจ และเทคโนโลยีที่ก้าวไปอย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นประเทศที่พัฒนาแล้ว หรือกำลังพัฒนา ส่งผลให้วิถีชีวิตของคนมีความแตกต่างกันมากขึ้น ผู้คนหลากหลายเชื้อชาติย้ายข้ามประเทศ ข้ามภาษา และวัฒนธรรมมาอาศัยอยู่ร่วมกัน และทำงานร่วมกัน ก่อให้เกิดเป็นสังคมพหุวัฒนธรรม ในด้านทางการศึกษา จึงจำเป็นต้องปรับตัวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลง โดยต้องจัดการศึกษาให้ทันต่อสถานการณ์โลก ที่เต็มไปด้วยความรู้ และข้อมูลที่เพิ่มขึ้น ต้องพัฒนาการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทุกคนได้เพิ่มพูนความรู้ และประสบการณ์ ทั้งในการแก้ปัญหา วิเคราะห์ สังเคราะห์ความรู้ และก้าวทันต่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (วรวงคณา เค้าอัน, 2560)

ภาษาอังกฤษเป็นภาษาสากลที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในปัจจุบัน เพราะใช้เป็นสื่อกลางในการติดต่อสื่อสารระหว่างประเทศอย่างกว้างขวาง และในอนาคตอันใกล้ การเข้าร่วมเป็นสมาชิกประชาคมอาเซียนของประเทศไทย จะทำให้ภาษาอังกฤษมีบทบาทสำคัญมากยิ่งขึ้น แต่จากการสำรวจพบว่า ทักษะการใช้ภาษาอังกฤษของนักศึกษา และนักศึกษาไทยส่วนใหญ่ ในปัจจุบันยังมีคุณภาพอยู่ใน

เกณฑ์ต่ำ จึงจำเป็นต้องปรับปรุง และพัฒนาอย่างเร่งด่วน เพื่อให้สามารถแข่งขันกับนานาชาติประเทศ (ณภัทร วุฒิวงศา, 2557)

จากการศึกษาความสำคัญ และปัญหาต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความคิดที่จะเริ่มต้นพัฒนาในเรื่องทักษะการเขียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ ให้กับนักศึกษา ระดับปวส. 1 สาขาวิชาการโรงแรม ที่กำลังฝึกชียอยู่ในสถานประกอบการ ด้านงานแม่บ้านโรงแรม เพื่อให้ นักศึกษาที่กำลังฝึกอาชีพในส่วนงานแม่บ้านโรงแรม ได้มีการฝึกฝนการเขียน และนำประสบการณ์ในด้าน ภาษาอังกฤษที่ถูกต้องไปใช้เพื่อทำให้ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ ด้านภาษาอังกฤษสูงขึ้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษา และค้นคว้า เพื่อสร้างแบบฝึกทักษะการเขียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ สำหรับงานแม่บ้านโรงแรม ในส่วนของการทำความสะอาด ห้องพัก สำหรับนักศึกษาระดับชั้น ปวส. 1 สาขาวิชาการโรงแรม วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุพรรณบุรีในครั้งนี้

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพแบบฝึกทักษะการเขียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ สำหรับงานแม่บ้านโรงแรม ในส่วนของการทำความสะอาดห้องพัก

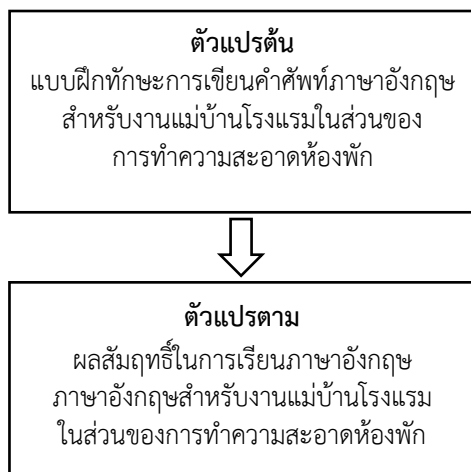
2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน หลังการใช้แบบฝึกทักษะการเขียนคำศัพท์ ภาษาอังกฤษ สำหรับงานแม่บ้านโรงแรมในส่วนของการทำความสะอาดห้องพัก

3. สมมติฐานของการวิจัย

3.1 ประสิทธิภาพแบบฝึกทักษะการเขียนคำศัพท์ สำหรับงานแม่บ้านโรงแรม ในส่วนของการทำความสะอาดห้องพัก ตามเกณฑ์มาตรฐาน 75 / 75

3.2 ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนภาษาอังกฤษ โดยการใช้แบบฝึกทักษะการเขียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษสำหรับงานแม่บ้านโรงแรม ในส่วนของการทำความสะอาดห้องพัก สูงกว่าก่อนใช้แบบฝึกทักษะการเขียนคำศัพท์ ภาษาอังกฤษอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01

4. กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 ภาพแสดงกรอบแนวคิดการวิจัย

5. วิธีการดำเนินการวิจัย

5.1 ขอบเขตของการวิจัย

5.1.1 นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาการโรงแรม ปีการศึกษา 2560 ที่กำลังศึกษาอยู่ในวิทยาลัยอาชีวศึกษาสุพรรณบุรี จำนวน 15 คน

5.1.2 ระยะเวลาดำเนินการศึกษาตั้งแต่เดือน มกราคม – กุมภาพันธ์ 2561

5.1.3 สถานที่เก็บข้อมูลในการศึกษาวิทยาลัยอาชีวศึกษาสุพรรณบุรี

5.2 วิธีดำเนินการวิจัย

5.2.1 ศึกษาค้นคว้า และรวบรวมเอกสารข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการวิจัยในครั้งนี้

5.2.2 กำหนดประชากร คือนักศึกษาระดับชั้น ปวส. 1 สาขาวิชาการโรงแรม วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุพรรณบุรี ได้จากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 15 คน

5.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบฝึกทักษะการเขียนเพื่อพัฒนาทักษะทางคำศัพท์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อใช้ในการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน แบบอัตรานี้ จำนวน 8 ข้อ

5.2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.2.4.1 ผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับนักศึกษาที่เป็นกลุ่มเป้าหมายด้วยแบบทดสอบ

วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คำศัพท์และบทสนทนาภาษาอังกฤษที่สร้างขึ้น

5.2.4.2 ผู้วิจัยดำเนินการทดลองกับ นักศึกษากลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แบบฝึกทักษะการเขียน ภาษาอังกฤษ พัฒนาการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สัปดาห์ละ 2 วัน วันละ 1 คาบ คาบละ 60 นาที รวมระยะเวลา 30 วัน ระหว่างเดือน มกราคม – กุมภาพันธ์ 2561

5.2.4.3 เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรม การเรียนรู้จนครบตามกำหนด ผู้วิจัยทำการทดสอบ หลังเรียน (Post-test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ การเรียน

5.2.4.4 ทำการทดสอบ ภายหลัง การทดลอง เมื่อเวลาผ่านไปแล้ว 3 สัปดาห์ ด้วยแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์การเขียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษชุดเดิม เพื่อหาความคงทนในการเรียนรู้

5.2.4.5 นำกระดาษคำตอบของนักศึกษา มาตรวจให้คะแนน ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิด หรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

5.2.4.6 นำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ ข้อมูลทางสถิติต่อไป

5.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้

5.2.5.1 การหาประสิทธิภาพของแบบฝึก ทักษะการเขียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ สำหรับงานแม่บ้าน โรงแรม ในส่วนของการทำความสะอาดห้องพัก การหา ค่าประสิทธิภาพ (E1/E2) ของแบบฝึกทักษะ การเขียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ สำหรับงานแม่บ้าน โรงแรม ในส่วนของการทำความสะอาดห้องพักโดย การหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) และ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2)

5.2.5.2 การวิเคราะห์ระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนโดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.2.5.3 การวิเคราะห์เพื่อทดสอบ สมมติฐานการวิจัย ดังนี้ วิเคราะห์เปรียบเทียบ ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะการเขียนคำศัพท์

ภาษาอังกฤษ สำหรับงานแม่บ้านโรงแรม ในส่วนของ การทำความสะอาดห้องพัก ระหว่างก่อนเรียนกับ หลังเรียน โดยการทดสอบที (t-test Dependent Sample)

6. ผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างแบบฝึก ทักษะการเขียนคำศัพท์ สำหรับงานแม่บ้านโรงแรม

ในส่วนงานการทำความสะอาดห้องพัก โดยใช้แบบฝึก ทักษะการเขียนคำศัพท์ ภาษาอังกฤษ สำหรับนักศึกษา ฝึกประสบการณ์อาชีพ งานแม่บ้านโรงแรม ในส่วนของ การทำความสะอาดห้องพัก ของนักศึกษาระดับชั้น ปวส. 1 สาขาวิชาการโรงแรม วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุพรรณบุรี สรุปผลได้ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะการเขียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ งานแม่บ้าน โรงแรม ในส่วนของการทำ ความสะอาดห้องพัก ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ประสิทธิภาพ	คะแนนเต็ม	จำนวนผู้เรียน	แบบฝึกทักษะการเขียนคำศัพท์		
			$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
E1	40	15	35.40	5.36	88.5
E2	20	15	15.47	1.96	77.33
สรุปผล			E1 /E2 เท่ากับ 88.5 / 77.33		

จากตารางที่ 1 พบว่าประสิทธิภาพของแบบฝึก ทักษะการเขียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ งานแม่บ้านโรงแรม ในส่วนของการทำความสะอาดห้องพัก ของนักศึกษา

ชั้นปวส. 1 แผนกวิชาการโรงแรม เท่ากับ 88.5/77.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 75/75

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ก่อน และหลังการใช้แบบฝึกทักษะการเขียนคำศัพท์ ภาษาอังกฤษงานแม่บ้านโรงแรมในส่วนของ การทำความสะอาดห้องพัก

ผลสัมฤทธิ์	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig.
ก่อนเรียน	15	20	10.33	4.24	20.07	0.00**
หลังเรียน	15	20	15.47	3.84		

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 2 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักศึกษาชั้นปวส. 1 แผนกวิชาการโรงแรม โดยใช้แบบ ฝึกทักษะการเขียนคำศัพท์ ภาษาอังกฤษ สำหรับ นักศึกษาฝึกประสบการณ์อาชีพ งานแม่บ้านโรงแรม ในส่วนของการทำความสะอาดห้องพัก หลังเรียนมี คะแนนสูงกว่าก่อนเรียน โดยการคำนวณ (t-test = 20.07) ซึ่งมากกว่าค่า (t-test = 2.6245) ในตาราง

สรุปได้ว่าแบบฝึกทักษะเขียนคำศัพท์ และบทสนทนา ภาษาอังกฤษ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2

7. สรุปผลการวิจัย

7.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบฝึกทักษะพัฒนาการเรียนรู้คำศัพท์และบทสนทนาภาษาอังกฤษที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 88.5/77.33

7.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

8. อภิปรายผล

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบฝึกทักษะพัฒนาการเรียนรู้คำศัพท์และบทสนทนาภาษาอังกฤษที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 88.5/77.33 และส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของ นาถฤทัย ทองจันทร์ (2560) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนสร้างเสริมความสามารถด้านการฟัง-พูดภาษาอังกฤษเพื่อการโรงแรม สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาการโรงแรม วิทยาลัยอาชีวศึกษานครปฐม พบว่าผลการวิจัย พบว่า

- 1) ประสิทธิภาพของบทเรียนสร้างเสริมความสามารถด้านการฟัง-พูดภาษาอังกฤษเพื่อการโรงแรม มีค่าเท่ากับ 80.38/79.86 ซึ่งมีสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 75/75 ถือว่ามีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก
- 2) ความสามารถในการฟัง-พูดภาษาอังกฤษ เพื่อการโรงแรมของนักศึกษาหลังการเรียนโดยใช้บทเรียนสร้างเสริมความสามารถด้านการฟัง-พูดภาษาอังกฤษ เพื่อการโรงแรมสูงกว่าก่อนการเรียนโดยใช้ บทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และ
- 3) นักศึกษามีความคิดเห็นต่อบทเรียนสร้างเสริมความสามารถด้านการฟัง-พูด ภาษาอังกฤษเพื่อการโรงแรม ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49

9. ข้อเสนอแนะ

9.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการใช้แบบฝึกที่สร้างขึ้นนั้น ครูผู้สอนหรือผู้ทำวิจัยควรศึกษาขั้นตอนการทำแบบฝึกให้ครบถ้วน เตรียมตัวให้พร้อม และแบ่งเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการทำแบบฝึกหัดให้เหมาะสม เพื่อให้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้เหมาะสมกับเวลา และแผนการเรียนการสอนที่วางไว้

9.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการสร้างแบบฝึกในการทำแบบฝึกหัดควรมีคำสั่งที่ชัดเจนมากขึ้นเพราะ นักศึกษาบางคนยังสับสนในคำสั่งของแบบฝึกอยู่ และในแบบฝึกที่ใช้สำหรับการเขียนไม่ควรมากเกินไปเพราะ นักศึกษาส่วนใหญ่เขียนช้า อาจทำให้นักศึกษารู้สึกเบื่อหน่ายในการทำแบบฝึกได้

9.3 ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น ผู้สอนควรจัดกิจกรรมที่หลากหลายเพื่อให้นักศึกษาสนใจในเนื้อหาและบทเรียนที่จะสอน อีกประการหนึ่งผู้สอนควรเสริมเกมและกิจกรรมที่สนุกสนาน โดยมีรางวัลดึงดูดความสนใจของนักศึกษาซึ่งสิ่งเหล่านี้สามารถเสริมทักษะการเขียนภาษาอังกฤษของนักศึกษาให้ดียิ่งขึ้น

9.4 ข้อเสนอแนะเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งต่อไป

9.4.1 ควรศึกษาเทคนิควิธีการในการสอนที่แปลกใหม่ รวมไปถึงกิจกรรมที่หลากหลายมาสอนให้สอดคล้องกับแบบฝึก เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียนและ กิจกรรมเหล่านี้ยังช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนมากยิ่งขึ้น

9.4.2 ควรมีการสร้างแบบฝึกทักษะในด้านอื่น ๆ ต่อไปตามสภาพปัญหาที่ผู้วิจัยค้นพบ ไม่ว่าจะเป็นทักษะการอ่าน การฟัง และการพูด ซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นทักษะที่สำคัญทั้งสิ้น และเมื่อทราบปัญหาต่าง ๆ ของผู้เรียนและจัดทำแบบฝึกทักษะนั้น ๆ จนผู้เรียนสามารถนำทักษะนั้นไปใช้ได้อย่างถูกต้อง

9.4.3 ในการทำวิจัย ควรมีการศึกษาวิธีการสร้างแบบฝึกทักษะต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับเนื้อหาของผู้เรียนเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน เพื่อให้ชุดฝึกนั้นสามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียน และผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ได้จริงเช่นการสร้างหนังสือหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book)

9.4.4 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ ประกอบแบบฝึกทักษะการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษกับวิธีสอนแบบอื่น ๆ เช่นการจัดการเรียนรู้ ตามแนวการสอนภาษาเพื่อการสื่อสารเพื่อเป็นการพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป

10. เอกสารอ้างอิง

ณภัทร วุฒิวงศา. (2557). กลยุทธ์สร้างแรงจูงใจการ

พัฒนาทักษะภาษาอังกฤษ. มหาวิทยาลัย

กรุงเทพ : กรุงเทพฯ.

นาถฤทัย ทองจันทร์. (2560). การพัฒนาบทเรียนสร้าง

เสริมความสามารถด้านการฟัง-พูด

ภาษาอังกฤษเพื่อการโรงแรม สำหรับนักศึกษา

สาขาวิชาการโรงแรม วิทยาลัยอาชีวศึกษา

นครปฐม. วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต

ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร

และวิธีสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย

ศิลปากร.

วรางคณา คำอ้น. 2560. การพัฒนาทักษะการสื่อสาร

ภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

ปีที่ 4 โดยใช้สถานการณ์เป็นฐานการเรียนรู้.

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย: กรุงเทพฯ.

การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติ

วงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda Wave 110i

The Development and Finding the Efficiency of Demonstration and Practice Set of Electrical Circuit in Motorcycle : Honda Wave 110i

ประดิษฐ์ เลิศโพธาวัฒนา*

Pardit Laroatphotawatana*

*สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 4 นครปฐม 73000

*Automotive Department, Nakhonpathom Technical College,

Institute of Vocational Education : Central Region 4, Nakhonpathom 73000

Received : March 1, 2019 Revised : March 18, 2019 Accepted : April 4, 2019

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i ใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนรายวิชางานจักรยานยนต์ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตร(ปวช.) สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม 2) เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนก่อนและหลังเรียน โดยใช้ชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 กลุ่ม 1 สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม ที่มีต่อชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับ ปวช.2 กลุ่ม 1 สาขาวิชาช่างยนต์ จำนวน 17 คน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือในงานวิจัยได้แก่ 1) ชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i 2) เอกสารประกอบการสอน 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติดังกล่าว การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที

ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i และสื่อประกอบการสอนมีประสิทธิภาพทางการเรียน E1/E2 เท่ากับ 87.45/89.61 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 2) ผลของการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าผลการทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติดังกล่าวอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : ชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติ, ประสิทธิภาพผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ความพึงพอใจ

Abstract

The purposes of this research were to: 1) develop and find out the efficiency of the demonstration and practice package of electrical circuit in motorcycle: Honda Wave 110i 2) compare the learning achievement of students of before and after using such demonstration and practice package and 3) study the students' satisfaction towards demonstration and practice package. The sample consisted of 17 second year vocational certificate students in auto mechanics department

*ประดิษฐ์ เลิศโพธาวัฒนา

E-mail : Pardid.at@hotmail.com

at Nakhonpathom Technical College. They were selected by purposive sampling method. The instruments were: 1) the demonstration and practice package of electrical circuit in motorcycle: Honda Wave 110i 2) teaching materials 3) an efficiency test and 4) the students' satisfaction towards demonstration and practice package. The data were analyzed by percentage, mean, standard deviation and t-test dependent.

The result of the study were as follows:

1) the efficiency of the demonstration and practice package of electrical circuit in motorcycle: Honda Wave 110i and the teaching materials E1/E2 were 87.45/89.61 that higher than the predetermined 80/80 2) the result of students' learning achievement after study through the demonstration and practice package of electrical circuit in motorcycle: Honda Wave 110i was significantly higher than before at the 0.05 level and 3) the students' satisfaction towards the demonstration and practice package were at high level.

Keywords : the demonstration and practice package, efficiency learning achievement, satisfaction

1. บทนำ

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2556 เป็นหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นให้สอดคล้องกับ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพ.ศ. 2542 พระราชบัญญัติการอาชีวศึกษาพ.ศ. 2551 และความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี เพื่อผลิตกำลังคนระดับฝีมือที่มีสมรรถนะวิชาชีพ มีคุณธรรมจริยธรรม และจรรยาบรรณวิชาชีพ สามารถนำความรู้ไปใช้ในการประกอบอาชีพ ได้ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงาน ในลักษณะผู้ปฏิบัติหรือประกอบอาชีพ

อิสระได้ สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติและแผนการศึกษาแห่งชาติ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกระบบและวิธีการเรียนได้อย่างเหมาะสมตามศักยภาพตามความสนใจและโอกาสของตนสาขาวิชาช่างยนต์ก็เป็นสาขาหนึ่งที่อยู่ในหลักสูตรนี้โดยมีมาตรฐานการศึกษาระดับวิชาชีพ 3 ด้าน ได้แก่ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ด้านสมรรถนะหลักและสมรรถนะทั่วไปสำหรับผู้เรียนในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรมสาขาวิชาช่างยนต์ สาขางานยานยนต์ ได้มีการกำหนดสมรรถนะวิชาชีพด้านช่างยนต์ไว้หัวข้อหนึ่งก็คือการซ่อมรถจักรยานยนต์ตามคู่มือ (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2556) สำหรับรายวิชางานจักรยานยนต์ รหัส 2101 - 2102 เป็นรายวิชาที่อยู่ในกลุ่มทักษะวิชาชีพเลือกซึ่งต้องเรียนเพื่อให้สอดคล้องกับสมรรถนะวิชาชีพ สาขางานยานยนต์และงานระบบไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ก็เป็นหน่วยการเรียนรู้หนึ่งในวิชาดังกล่าว

ในปัจจุบันเทคโนโลยีของรถจักรยานยนต์มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว งบประมาณด้านการจัดซื้อครุภัณฑ์ของสถานศึกษามีอยู่อย่างจำกัด ส่งผลกระทบต่อผลการเรียนของนักเรียนที่ต่ำลง และหน่วยการเรียนรู้เรื่องวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ก็เป็นหน่วยหนึ่งในวิชาจักรยานยนต์ซึ่งมีผลการเรียนที่ต่ำเช่นกันจากการสอบถามครูผู้สอนวิชางานจักรยานยนต์วิทยาลัยเทคนิคนครปฐมและสถานศึกษาในอาชีวศึกษาจังหวัดนครปฐม พบว่าสาเหตุเกิดจากครูผู้สอนขาดแคลนชุดฝึกวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์และ ชุดฝึกเดิมที่มีอยู่ไม่ทันสมัย มีขนาดใหญ่ ไม่สะดวกต่อการใช้งาน และไม่สามารถฝึกต่อวงจรได้ครบตามคู่มือบริษัททุกวงจร เช่น วงจรไฟชาร์จ วงจรเกนน้ำมัน และวงจรไฟบอกตำแหน่งเกียร์

จากสภาพของปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda Wave 110i เพื่อให้ครูผู้สอนและผู้เรียนสามารถจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับสมรรถนะวิชาชีพวิชางานจักรยานยนต์ เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i ใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชางานจักรยานยนต์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตร(ปวช.) สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม

2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้ชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i

2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 กลุ่ม 1 สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม ที่มีต่อชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i

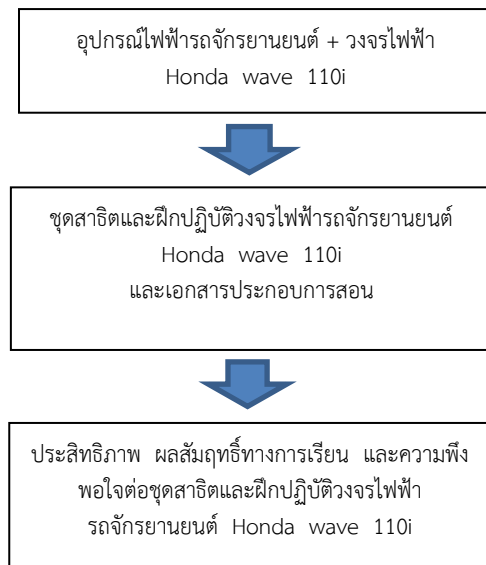
3. สมมติฐานของการวิจัย

3.1 ชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดที่ 80/80

3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชางานจักรยานยนต์ของนักเรียนที่เรียนรู้จากชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i และเอกสารประกอบการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i อยู่ในระดับมาก

4. กรอบแนวคิดการวิจัย



5. วิธีการดำเนินการวิจัย

5.1 ขอบเขตของการวิจัย

5.1.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชางานจักรยานยนต์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 กลุ่ม 1 สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ที่เรียนรู้ด้วยชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i และสื่อประกอบการสอน ใบงานปฏิบัติที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

5.1.2 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.2.1 ประชากรได้แก่นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 กลุ่ม 1 และกลุ่มที่ 2 สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชางานจักรยานยนต์ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560

5.1.2.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 กลุ่ม 1 สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชางานจักรยานยนต์ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 17 คนโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง

5.1.2 ขอบเขตด้านตัวแปรดังนี้

5.1.2.1 ตัวแปรต้น คือ ชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

5.1.2.2 ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพของชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i

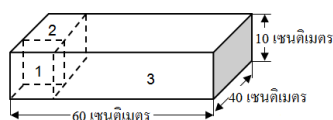
5.1.3 ขอบเขตด้านเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยคือตลอดภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560

5.2 การสร้างและพัฒนานวัตกรรม

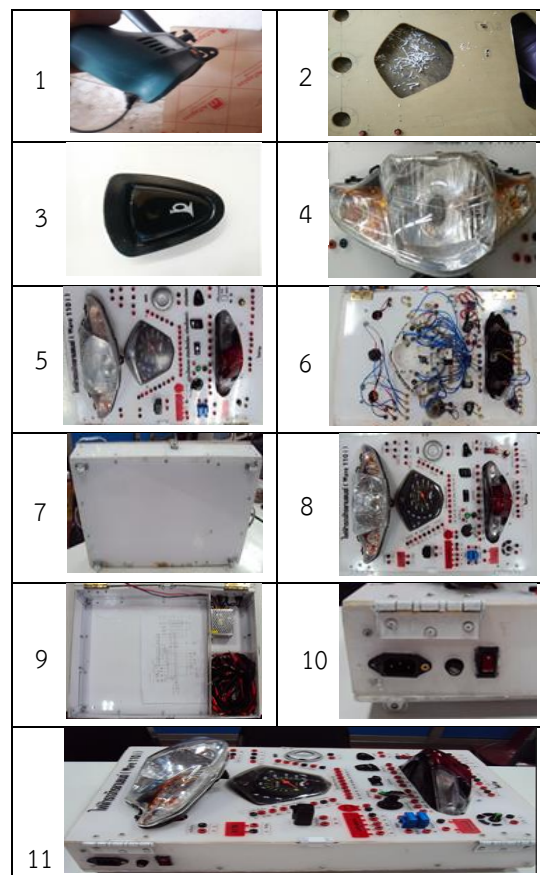
5.2.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น จากการสอบถามครูผู้สอนวิชางานจักรยานยนต์ในวิทยาลัยเทคนิคนครปฐม และสถานศึกษาอื่น ๆ ในอาชีวศึกษาจังหวัดนครปฐม โดยการสัมภาษณ์เพื่อหาแนวทางการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนรายวิชางานจักรยานยนต์เรื่องระบบไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ คู่มือการซ่อมรถจักรยานยนต์ Honda Wave 110i

5.2.2 ออกแบบโครงสร้างชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda Wave 110i ให้เหมาะสมกับสภาพการเรียนการสอน โดยมีความกว้างxยาวxสูง เท่ากับ 40x60x10 เซนติเมตร ซึ่งเป็นขนาดที่เพียงพอต่อการติดตั้งอุปกรณ์ และนักเรียนสะดวกต่อการฝึกต่อวงจร



ภาพที่ 1 ภาพแสดงกล่องติดตั้งอุปกรณ์

5.2.3 ร่างแบบตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ลงบนฝากล่อง และดำเนินการสร้าง ตามลำดับขั้นจนเสร็จสมบูรณ์จากขั้นตอนที่ 1-11 ตามภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ภาพแสดงการสร้างชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda Wave 110i

นำชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda Wave 110i และแบบประเมินความสอดคล้องด้านโครงสร้างและการใช้งาน และปรับปรุง จนมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ค่า IOC ที่ได้เท่ากับ 0.93

5.2.4 สร้างเอกสารประกอบการเรียนการสอนในหน่วยการเรียนรู้ 9 เรื่องระบบไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ประกอบด้วย

5.2.4.1 ใบเนื้อหา

5.2.4.2 แบบฝึกหัดพร้อมเฉลย

5.2.4.3 ใบปฏิบัติงานจำนวน 8 ใบงาน พร้อมใบประเมินผลการปฏิบัติงาน

5.2.4.4 แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ

5.2.4.5 แผนการสอน นำเอกสารประกอบการสอนที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

ประเมินความสอดคล้อง แล้วดำเนินการปรับปรุง จนมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ค่า IOC ที่ได้เท่ากับ 0.97

5.2.5 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ แล้วนำแบบสอบถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ภาษาที่ใช้และการประเมินที่ถูกต้อง และนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง แล้วดำเนินการปรับปรุง จนมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ค่า IOC ที่ได้เท่ากับ 0.92

ใช้เครื่องมือกับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ซึ่งเป็นนักเรียนระดับ ปวช. ชั้นปีที่ 3 กลุ่มที่ 1 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม ของภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 19 คน โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการมีค่าความยากง่ายได้ค่าเท่ากับ 0.58 ค่าอำนาจจำแนก 0.35 และมีค่าความเชื่อมั่น 0.85 นำแบบสอบถามความพึงพอใจมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของ Cronbach โดยโปรแกรมสำเร็จรูปช่วยคำนวณได้ค่าเท่ากับ 0.87

5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างยนต์ สาขางานยานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชางานจักรยานยนต์ รหัส 2101-2102 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 2 กลุ่ม

5.3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างยนต์ สาขางานยานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชางานจักรยานยนต์ รหัส 2101-2102 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 กลุ่มที่ 1 จำนวน 17 คน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย เอกสารประกอบการสอน ใบงาน สื่อ และชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda Wave 110i แล้วดำเนินการตามแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยข้อสอบตามที่

ออกแบบไว้ เพื่อนำไปใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่กำหนด

5.5 สถิติที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และสถิติทดสอบค่าที (t-test)

6. ผลการวิจัย

6.1 ผลการสร้าง และพัฒนา

6.1.1 ชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda Wave 110i



ภาพที่ 3 ภาพแสดงชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda Wave 110i

6.1.2 เอกสารประกอบการเรียนการสอน จำนวน 147 หน้า



ภาพที่ 4 ภาพแสดงเอกสารประกอบการเรียนการสอน

6.2 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i จากการผลของการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การหาประสิทธิภาพทางการเรียน

รายการ	N	Σx	คะแนนเฉลี่ย	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ยร้อยละ
คะแนนแบบฝึกหัดรวมกับคะแนนใบงาน (E_1)	17	2,380	140	150	87.45
คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (E_2)	17	487	28.65	30	89.61

จากตารางที่ 1 การหาประสิทธิภาพทางการเรียน จากการทดลองหาประสิทธิภาพกลุ่มตัวอย่าง และวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า มีประสิทธิภาพทางการเรียน E_1/E_2 เท่ากับ 87.45/89.61 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 จึงสรุปได้ว่าชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์

Honda wave 110i และเอกสารประกอบการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ที่ตั้งไว้

6.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลการเรียนก่อนและหลังเรียน

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ	df	t- Stat	t - Critical	Sig
ก่อนเรียน	17	10.29	1.86	41.18	16	39.82	1.74	0.00**
หลังเรียน	17	22.35	1.46	89.41				

จากตารางที่ 2 โดยภาพรวมพบว่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่องระบบไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ สอนโดยการใช้ชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i และเอกสารประกอบการสอน ผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าดังนี้ df เท่ากับ 16 ค่า t-test จากการคำนวณ เท่ากับ 39.82 ส่วนค่า t-test ที่ได้

จากการเปิดตาราง เท่ากับ 1.74 ถือว่า Sig ที่ 0.00** จากค่าดังกล่าว t-test จากการคำนวณมากกว่าค่า t-test จากตาราง ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อ 2 โดยผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 3 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i

ที่	ข้อความถาม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ	แปลผล
1.	มีการลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยากซึ่งส่งเสริมต่อการเรียนรู้	4.47	0.72	89.41	มาก
2.	เนื้อหาใช้ถ้อยคำที่อ่านแล้วเข้าใจง่าย	4.65	0.62	91.76	มากที่สุด
3.	ภาพประกอบมีความชัดเจนเหมาะสมต่อการเรียนรู้	4.29	0.77	85.88	มาก

ตารางที่ 3 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i (ต่อ)

ที่	ข้อความถาม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ	แปลผล
4.	คู่มือการใช้งานมีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4.59	0.72	90.59	มากที่สุด
5.	สะดวกและปลอดภัยต่อการฝึกต่อวงจร	4.47	0.72	89.41	มาก
6.	แสดงให้เห็นการทำงานเสมือนจริงเมื่อต่อถูกต้อง	4.76	0.44	95.29	มากที่สุด
7.	การเรียนรู้ด้วยชุดสาธิตและฝึกปฏิบัตินี้ช่วยให้เกิดการใช้สมองในการคิด วิเคราะห์ และแก้ปัญหา	4.29	0.69	85.88	มาก
8.	การเรียนรู้ก่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนๆ	3.88	0.73	83.53	มาก
9.	ความรู้ที่ได้รับจากการเรียนชุดสาธิตและฝึกปฏิบัตินี้สามารถนำไปแก้ปัญหาในรถจักรยานยนต์ได้	4.24	0.83	84.71	มาก
10.	มีความสุขและท้าทายต่อการเรียนรู้ด้วยชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้านี้	4.82	0.39	96.47	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม		4.46	0.66	89.29	มาก

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางที่ 3 พบว่าจากการตอบแบบสอบถามแสดงความพึงพอใจของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 กลุ่มที่ 1 สาขาวิชาช่างยนต์ สาขางานยานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม จำนวน 17 คน ที่มีต่อชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i โดยภาพรวมพบว่าอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.46$, S.D. = 0.66) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 ที่ตั้งไว้เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจ มีความสุขและท้าทายต่อการเรียนรู้ด้วยชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้านี้มากที่สุด เป็นอันดับหนึ่ง อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.82$, S.D. = 0.39) ลำดับที่สอง คือแสดงให้เห็นการทำงานเสมือนจริงเมื่อต่อถูกต้องมากที่สุด ($\bar{X} = 4.76$, S.D. = 0.44) ลำดับที่สาม คือ เนื้อหาใช้ถ้อยคำที่อ่านแล้วเข้าใจง่าย อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.65$, S.D. = 0.62) ตามลำดับ

7. สรุปผลการวิจัย

7.1 ชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i และสื่อประกอบการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น พบว่ามีประสิทธิภาพทางการเรียน E1/E2 เท่ากับ 87.45/89.61 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80

7.2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

7.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i อยู่ในระดับมาก

8. อภิปรายผลการวิจัย

8.1 ชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i และเอกสารประกอบการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 87.45/89.61 หมายความว่านักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยโดยรวมจากการทำแบบฝึกหัดและฝึกทักษะเรื่องระบบไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ คิดเป็นร้อยละ 87.45 และมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ 89.61 แสดงว่าชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนรายวิชางานจักรยานยนต์ รหัส 2101-2102 เรื่องระบบไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ได้ ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้

อันเนื่องมาจากชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้า รถจักรยานยนต์ Honda wave 110i และเอกสารประกอบการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ได้ผ่านกระบวนการขั้นตอนในการจัดทำอย่างมีระบบโดยการศึกษาจากคู่มือการซ่อมของบริษัท Honda ตำราวิชางานจักรยานยนต์ และมีครูผู้สอนเป็นที่ปรึกษา ตลอดจนผู้เชี่ยวชาญที่ช่วยให้การตรวจสอบแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขจนเสร็จสมบูรณ์ ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับผลการวิจัยการพัฒนาชุดฝึกทักษะ เรื่องการใช้มัลติมิเตอร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยการอาชีพพยุหะคีรี จำนวน 20 คน ซึ่งมีประสิทธิภาพทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 75/75 (สุระไกร เทพเดช, 2556) และงานวิจัยชุดฝึกปฏิบัติระบบไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ ผู้วิจัยได้นำชุดฝึกที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคลำปาง จำนวน 30 คน ซึ่งมีประสิทธิภาพทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 (อุดม สัญญา, 2559)

8.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากการทดสอบวัดผลก่อนเรียน ไม่มีนักเรียนสอบผ่านโดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 41.18 แต่จากการเรียนด้วยชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i และเอกสารประกอบการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น และทดสอบด้วยข้อสอบหลังเรียน นักเรียนทุกคนสอบผ่านที่ระดับคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 89.41 โดยมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้เพราะ ผู้วิจัยได้นำหลักทฤษฎีการจัดการเรียนรู้ของจอห์น ดิวอี้ (John Dewey) “Learning by Doing” หรือ “การเรียนรู้โดยการปฏิบัติจริง” หมายถึงผู้เรียนได้กระทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองผ่านการปฏิบัติจริง คือผู้เรียนได้ฝึกในสภาพสิ่งแวดล้อมจริงได้ฝึกคิดและลงมือทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองจนเกิดความรู้ความเข้าใจ เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้ทั้งภาคทฤษฎีและการปฏิบัติควบคู่กันไปจึงทำให้สามารถแก้ปัญหาและตอบโจทย์ได้อย่างถูกต้อง (ประทุม อังกูรโรหิต, 2543) เป็นผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนสูงกว่าหลังเรียน และสอดคล้องกับผลงานวิจัยการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้า

รถยนต์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขางานยานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคเชิงเทรา จำนวน 56 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์ สูงกว่านักเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (เฉลิมศักดิ์ ดั่งงาม, 2559)

8.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 4.46, S.D. = 0.66) แสดงให้เห็นว่านักเรียนในช่วงวัยนี้ต้องการเรียนในสิ่งที่มีความสนุกและท้าทาย และเมื่อลงมือฝึกปฏิบัติต้องการให้สิ่งที่ทำนั้นแสดงผลให้เห็นจริงซึ่งส่งผลต่อความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาจากวารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ สนุกกับการเรียนในศตวรรษที่ 21 ซึ่งได้ให้ความหมายของ “ผู้เรียนสนุกกับการเรียน” คือแรงบันดาลใจและการเรียนโดยลงมือทำ (พิริยาภรณ์ เลขากร, 2556, หน้า 161-163)

9. ข้อเสนอแนะ

9.1 จากผลการวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda wave 110i สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม ซึ่งนักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองตามศักยภาพ ทำให้ผลการเรียนรู้ของนักเรียนสูงขึ้น ดังนั้นวิทยาลัยควรสนับสนุนงบประมาณและส่งเสริมให้ครูสร้างชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติในรายวิชาปฏิบัติอื่น ๆ ต่อไป เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้

9.2 ในการพัฒนาชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ครั้งต่อไป ควรจัดทำชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์รถจักรยานยนต์ยี่ห้ออื่น ๆ เช่น Yamaha และ Suzuki เพื่อให้เกิดความหลากหลายในการเรียนรู้

10. เอกสารอ้างอิง

เฉลิมศักดิ์ ดั่งงาม. (2559). การพัฒนาชุดฝึก

ปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้า
รถยนต์สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตร
สาขานยนต์. วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี
อุตสาหกรรมหัตถกรรม สาขาหลักสูตรและการสอน
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า
คุณทหารลาดกระบัง.

ประทุม อังกรโรหิต. (2543). ปรัชญาปฏิวัตินิยม :

รากฐานปรัชญาการศึกษาในสังคม
ประชาธิปไตย. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ:
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พริยาภรณ์ เลขธรรมากร. (2556, กันยายน). สนุกกับ
การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. ศึกษาศาสตร์,
17, (3), หน้า 161-163.

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2556).

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช
2556. ค้นเมื่อ ธันวาคม 4, 2561, จาก
<http://bsq2.vec.go.th/course/2556/course56new.html>

สุระไกร เทพเดช. (2556). การพัฒนาชุดฝึกทักษะ

เรื่องการใช้มัลติมีเดียของนักเรียนระดับ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) ชั้นปีที่ 2.
วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี
สาขาหลักสูตรและการเรียนการสอน
คณะครุศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

อุดม สัญญา. (2539). การสร้างและหาประสิทธิภาพ

ชุดฝึกปฏิบัติไฟฟ้ารถจักรยานยนต์.
วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี
อุตสาหกรรม
หัตถกรรม สาขาเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์
เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

การพัฒนาขนมจีบปลาสดเสริมพริกแกง

The Development of Steamed Fish Dumpling Added with Red Curry Paste

ปิยวรรณ เตชะศิริกุล^{1*}, มาร์ต ฮวบจันทร์², ศรีพัตยา ยิ้มเจริญ³, พิษญา สุขสงวน⁴ และชลีพร ศิริฤกษ์⁵Piyawan Tachasirinukun^{1*}, Marut Huabjan², Sripattra Yimcharoen³,Peachayapa Suksanguan⁴ and Chaleeporn Sirilerg⁵^{*1,2,3,4,5}สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยอาชีวศึกษานครปฐม นครปฐม 73000^{*1,2,3,4,5}Food and Nutrition Technology Department, Nakhonpathom Vocational College, Nakhonpathom 73000

Received : November 11, 2018 Revised : December 7, 2018 Accepted : April 4, 2019

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อ 1) ศึกษาสูตรพื้นฐานของขนมจีบปลาสด 2) ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของพริกแกงเผ็ดในผลิตภัณฑ์ขนมจีบปลาสด 3) คำนวณคุณค่าทางโภชนาการของขนมจีบปลาสดเสริมพริกแกงด้วยตารางคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย ใช้กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียน นักศึกษา วิทยาลัยอาชีวศึกษานครปฐม จำนวน 50 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมจีบปลาสดเสริมพริกแกงเป็นการให้คะแนนความชอบ 5 ระดับ ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย One-way ANOVA และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี New Duncan's Multiple Range Test จากการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของพริกแกงเผ็ดในผลิตภัณฑ์ขนมจีบปลาสด (3% 5% และ 7% โดยน้ำหนัก) พบว่าขนมจีบปลาสดเสริมพริกแกงที่ 5% ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏสี กลิ่น รสชาติ กลิ่นรส และความชอบโดยรวมสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างอื่น ($p < 0.05$) ผลของการคำนวณคุณค่าทางโภชนาการของขนมจีบปลาสดเสริมพริกแกง 5% ปริมาณ 100 กรัม ให้พลังงาน 280.66 กิโลแคลอรี โปรตีน 33.21 กรัม คาร์โบไฮเดรต 2.87 กรัม และไขมัน 15.17 กรัม

คำสำคัญ : ปลาสด, พริกแกง, ขนมจีบ

Abstract

The objectives of this research were to: 1) study steamed grey featherback dumpling basic recipe 2) study the appropriate amount of red curry paste in steamed grey featherback dumpling and 3) calculate the nutrients of steamed fish dumpling added with red curry paste according to the table of Thai food's nutrients. The sample consisted of 50 students from Nakhonpathom Vocational College. They were selected by purposive sampling. Sensory evaluation of the steamed fish dumpling added with red curry paste using 5 point hedonic scaling. The data was analyzed by one-way ANOVA and compared mean by New Duncan's Multiple Range Test. The result of the study were as follows: 1) the students were satisfied of 5% red curry paste in steamed grey featherback dumpling about appearance, color, smell, taste, and flavor the most. Also, it had the most overall liking scores when comparing to others ($p < 0.05$) and 2) The calculating the nutrition information of steamed fish dumpling with 5% red curry paste had Energy 280.6 Kcal, Protein 33.21 g, Carbohydrate 2.87 g, and Fat 15.17 g /100 g of steamed fish dumpling.

Keywords : Grey Featherback, Red Curry Paste, Steamed Dumpling

*ปิยวรรณ เตชะศิริกุล

E-mail : jew_jib@hotmail.com

1. บทนำ

ขนมจีบเป็นติ่มซำชนิดหนึ่ง เป็นอาหารที่ใช้การนึ่ง ซึ่งจัดอยู่ในอาหารว่างของประเทศไทย นิยมรับประทานกับน้ำชา ขนมจีบเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำแผ่นเกี๊ยวหรือแผ่นแป้งมาห่อไส้ที่ทำจากเนื้อหมูบดหยาบผสมกับมันหมู เนื้อกุ้ง หรือเนื้อปู อาจผสมแป้งหรือมันแกวปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรส เช่น เกลือ น้ำซีอิ้ว พริกไทย และน้ำมันงา เป็นต้น (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2548) ขนมจีบมีส่วนประกอบหลัก คือ เนื้อหมูและมันหมู ทำให้ผู้บริโภคอาจได้รับพลังงานและไขมันจากการรับประทาน ในปัจจุบันจึงมีการพัฒนาสูตรขนมจีบเพื่อให้ได้รับคุณค่าทางโภชนาการมากขึ้น เช่น ขนมจีบหมูผสมกากถั่วเหลือง และขนมจีบเสริมแคลเซียม เป็นต้น

ปลาสด (Grey featherback) เป็นปลาน้ำจืดที่มีรูปร่างเหมือนปลากลาย มีสีขาเงินปนเทา แต่มีขนาดเล็กกว่า ลักษณะที่แตกต่างเด่นชัด คือ ไม่มีจุดสีดำที่ลำตัว พบตามแม่น้ำลำคลอง แหล่งน้ำนิ่งและสะอาด มักอยู่รวมกันเป็นฝูงใหญ่โดยทั่วไปนิยมนำเนื้อปลาสดมาเป็นส่วนประกอบหรือผลิตเป็นอาหารได้หลายชนิด เช่น ลูกชิ้น ทอดมัน และห่อหมก เป็นต้น (พงศ์เทพ จันทรัชิต และแสงอรุณ เนื่องสิทธิ์, 2551)

พริกแกง เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเครื่องเทศและสมุนไพรต่าง ๆ เช่น พริกสด พริกแห้ง หัวหอม กระเทียม ข่า ตะไคร้ ผิวมะกรูด บดผสมให้เข้ากัน อาจมีส่วนประกอบอื่น เช่น กะปิ น้ำตาล น้ำปลา เกลือ แล้วอาจผสมกับกะทิหรือน้ำมันบริโภคตามส่วนประกอบของน้ำพริกแกงแต่ละชนิด และอาจนำไปให้ความร้อนหรือไม่ก็ได้ (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2548)

จากประเด็นที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงนำเนื้อปลาสดมาเป็นส่วนประกอบในขนมจีบ เพื่อพัฒนาขนมจีบปลาสดให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่ผลิตภัณฑ์ขนมจีบ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานของขนมจีบปลาสด ศึกษาปริมาณของพริกแกงที่เหมาะสมในขนมจีบปลาสด และ

เพื่อคำนวณคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ขนมจีบปลาสดเสริมพริกแกง

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานของขนมจีบปลาสด

2.2 เพื่อศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของพริกแกงเผ็ดในผลิตภัณฑ์ขนมจีบปลาสด

2.3 เพื่อคำนวณคุณค่าทางโภชนาการของขนมจีบปลาสดเสริมพริกแกงด้วยตารางคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย

3. สมมติฐานของการวิจัย

3.1 การทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อปลาสดในปริมาณที่เหมาะสมจะทำให้ได้รับคะแนนยอมรับมากขึ้น

3.2 ปริมาณที่เหมาะสมของพริกแกงเผ็ดในผลิตภัณฑ์ขนมจีบปลาสดจะทำให้ได้รับคะแนนยอมรับมากขึ้น

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 การศึกษาสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ขนมจีบปลาสด

ทำการศึกษาสูตรพื้นฐานของขนมจีบปลาสดจำนวน 3 สูตร ดังตารางที่ 1 โดยนำเนื้อหมูและเนื้อปลาสดมาผสมกัน เติมเครื่องปรุงรส นวดจนเป็นเนื้อเดียวกันและเหนียวจับตัวกันเป็นก้อน จากนั้นตักส่วนผสมใส่แผ่นเกี๊ยว จีบจีบแบ่งเกี๊ยว บีบให้แน่น นำขนมจีบนี้ไปนึ่งประมาณ 6 นาที เมื่อขนมจีบสุกตักขึ้น ทาน้ำมันกระเทียมเจียว (จรรยา สุบรรณ, 2543) จากนั้นทำการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะที่ปรากฏ ด้านสี ด้านกลิ่น ด้านรสชาติ ด้านเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ซึ่งใช้ผู้ทดสอบชิม จำนวน 50 คน ซึ่งเป็นนักเรียน นักศึกษา สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยอาชีวศึกษานครปฐม โดยให้คะแนนความชอบ 5 ระดับ

ตารางที่ 1 สูตรพื้นฐานขนมจีบปลาสด

ส่วนผสม	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
เนื้อหมูสับ	110 กรัม	150 กรัม	200 กรัม
เนื้อปลาสด	110 กรัม	100 กรัม	200 กรัม
มันหมู	50 กรัม	25 กรัม	40 กรัม
ต้นหอมซอย	10 กรัม	10 กรัม	5 กรัม

ตารางที่ 1 สูตรพื้นฐานขนมจีบปลาสด (ต่อ)

ส่วนผสม	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
น้ำตาลทราย	10 กรัม	15 กรัม	5 กรัม
ซีอิ้วขาว	20 กรัม	15 กรัม	5 กรัม
ซอสปรุงรส	-	10 กรัม	5 กรัม
เกลือ	-	-	1 กรัม

4.2 การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของพริกแกงที่เติมในขนมจีบปลาสด

นำขนมจีบปลาสดสูตรพื้นฐานที่ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด มาศึกษาปริมาณการเติมพริกแกงที่เหมาะสมในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ คือ 3% 5% และ 7% โดยน้ำหนัก และนำไปประเมินการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส ด้านลักษณะที่ปรากฏ ด้านสี ด้านกลิ่น ด้านรสชาติ ด้านเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบชิม จำนวน 50 คน ซึ่งเป็นนักเรียน นักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยอาชีวศึกษานครปฐม โดยให้คะแนนความชอบ 5 ระดับ

4.3 การคำนวณคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ขนมจีบปลาสดเสริมพริกแกง

คำนวณคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ขนมจีบปลาสดเสริมพริกแกงสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด โดยใช้ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย (กระทรวงสาธารณสุข, 2544)

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการบันทึกผลการทดลองและนำผลการทดลองไปวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย One-way ANOVA และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี New Duncan's Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานของขนมจีบปลาสดพบว่า ขนมจีบปลาสดสูตรที่ 3 ได้รับคะแนนด้านความชอบโดยรวมมากที่สุด ดังตารางที่ 2 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 4.36 ± 0.63 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ด้านลักษณะปรากฏ มีคะแนนเฉลี่ย 4.20 ± 0.57 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ด้านสีมีคะแนนเฉลี่ย 4.04 ± 0.70 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ด้านกลิ่นมีคะแนนเฉลี่ย 3.98 ± 0.74 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ด้านรสชาติมีคะแนนเฉลี่ย 4.42 ± 0.64 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และด้านเนื้อสัมผัสมีคะแนนเฉลี่ย 4.16 ± 0.91 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ตามลำดับ

ตารางที่ 2 คะแนนการยอมรับของผลิตภัณฑ์ขนมจีบปลาสดสูตรพื้นฐาน

คุณลักษณะ	สูตร		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ลักษณะปรากฏ	$3.26^b \pm 0.60$	$3.16^c \pm 0.71$	$4.20^a \pm 0.57$
สี	$3.32^b \pm 0.59$	$3.14^c \pm 0.67$	$4.04^a \pm 0.70$
กลิ่น	$3.40^b \pm 0.70$	$3.12^c \pm 0.72$	$3.98^a \pm 0.74$
รสชาติ	$3.32^b \pm 0.62$	$3.16^c \pm 0.77$	$4.42^a \pm 0.64$
เนื้อสัมผัส	$3.30^b \pm 0.74$	$3.10^c \pm 0.84$	$4.16^a \pm 0.91$
ความชอบโดยรวม	$3.24^b \pm 0.72$	$3.18^c \pm 0.77$	$4.36^a \pm 0.63$

* ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสจำนวน 50 คน

** อักษรที่ต่างกันไปในแนวนอน บ่งบอกถึงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

5.2 ผลการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของพริกแกงที่เติมในผลิตภัณฑ์ขนมจีบปลาสดพบว่า ขนมจีบปลาสดเสริมพริกแกงที่ 5% ได้รับความชอบโดยรวม

มากที่สุด คือ คะแนนเฉลี่ย 4.46 ± 0.61 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คะแนนการยอมรับของผลิตภัณฑ์ขนมจีบปลาสดเสริมพริกแกง

คุณลักษณะ	ปริมาณพริกแกง		
	3%	5%	7%
ลักษณะปรากฏ	$3.18^b \pm 0.48$	$4.16^a \pm 0.62$	$3.08^c \pm 0.60$
สี	$3.24^b \pm 0.52$	$4.08^a \pm 0.67$	$3.14^c \pm 0.53$
กลิ่น	$3.28^b \pm 0.54$	$4.10^a \pm 0.61$	$3.10^c \pm 0.68$
รสชาติ	$3.22^b \pm 0.51$	$4.12^a \pm 0.66$	$3.12^c \pm 0.63$
เนื้อสัมผัส	$3.28^b \pm 0.67$	$4.22^a \pm 0.82$	$3.04^c \pm 0.60$
ความชอบโดยรวม	$3.22^b \pm 0.65$	$4.46^a \pm 0.61$	$3.00^c \pm 0.73$

* ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสจำนวน 50 คน

** อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน บ่งบอกถึงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ด้านลักษณะปรากฏ มีคะแนนเฉลี่ย 4.16 ± 0.62 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ด้านสีมีคะแนนเฉลี่ย 4.08 ± 0.67 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ด้านกลิ่นมีคะแนนเฉลี่ย 4.10 ± 0.61 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ด้านรสชาติ มีคะแนนเฉลี่ย 4.12 ± 0.66 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และด้านเนื้อสัมผัสมีคะแนนเฉลี่ย 4.22 ± 0.82 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากตามลำดับ

5.3 ผลการคำนวณคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ขนมจีบปลาสดเสริมพริกแกง แสดงดังตารางที่ 4 พบว่า ขนมจีบปลาสดเสริมพริกแกง 5 % ปริมาณ 100 กรัม ให้พลังงาน 280.66 กิโลแคลอรี โปรตีน 33.21 กรัม ไขมัน 15.17 กรัม และคาร์โบไฮเดรต 2.87 กรัม

ตารางที่ 4 คำนวณคุณค่าทางโภชนาการของขนมจีบปลาสดเสริมพริกแกง 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณ
Energy (Kcal)	280.66
Protein (g)	33.21
Fat (g)	15.17
Carbohydrate (g)	2.87
Crude fiber (g)	0.22
Ash (g)	6.50
Calcium (mg)	4.57
Phosphorus (mg)	6.73
Iron (mg)	0.62

6. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาสูตรพื้นฐานของขนมจีบปลาสดพบว่า สูตรที่ 3 ได้รับคะแนนด้านความชอบโดยรวมมากที่สุด

การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของพริกแกงที่เติมในผลิตภัณฑ์ขนมจีบปลาสด 3 ระดับ คือ 3% 5% และ 7% โดยน้ำหนัก พบว่า ขนมจีบปลาสดเสริมพริกแกงที่ 5% ได้รับความชอบโดยรวมมากที่สุด ซึ่งมีคะแนนความชอบอยู่ในระดับมาก

การคำนวณคุณค่าทางโภชนาการของขนมจีบปลาสด เสริมพริกแกง 5% ปริมาณ 100 กรัม จะให้พลังงาน 280.66 กิโลแคลอรี โปรตีน 33.21 กรัม คาร์โบไฮเดรต 2.87 กรัม และไขมัน 15.17 กรัม

7. อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาสูตรพื้นฐานของขนมจีบปลาสด พบว่า สูตรที่ 3 ได้รับคะแนนด้านลักษณะ ที่ปรากฏมีคะแนนเฉลี่ย 4.20 ± 0.57 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ด้านสีมีคะแนนเฉลี่ย 4.04 ± 0.70 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ด้านกลิ่นมีคะแนนเฉลี่ย 3.98 ± 0.74 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ด้านรสชาติมีคะแนนเฉลี่ย 4.42 ± 0.64 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และด้านเนื้อสัมผัสมีคะแนนเฉลี่ย 4.16 ± 0.91 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ด้านความชอบโดยรวมมากที่สุดโดยมีคะแนนเฉลี่ย 4.36 ± 0.63 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ตามลำดับ อาจเนื่องมาจากเนื้อปลาสดเพิ่มความนุ่มและยืดหยุ่นให้กับขนมจีบ และขนมจีบมีรสชาติกลมกล่อมทำให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด

การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของพริกแกงที่เติมในผลิตภัณฑ์ขนมจีบปลา 3 ระดับ คือ 3% 5% และ 7% โดยน้ำหนัก พบว่า ขนมจีบปลาสดเสริมพริกแกงที่ 5% ได้รับความชอบโดยรวมมากที่สุด คือ คะแนนเฉลี่ย 4.46 ± 0.61 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ด้านลักษณะปรากฏมีคะแนนเฉลี่ย 4.16 ± 0.62 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ด้านสีมีคะแนนเฉลี่ย 4.08 ± 0.67 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ด้านกลิ่นมีคะแนนเฉลี่ย 4.10 ± 0.61 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากด้านรสชาติมีคะแนนเฉลี่ย 4.12 ± 0.66 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และด้านเนื้อสัมผัสมีคะแนนเฉลี่ย 4.22 ± 0.82 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ตามลำดับ อาจเนื่องมาจากการเติมพริกแกงที่ปริมาณ 5% โดยน้ำหนักทำให้ขนมจีบปลาสดมีกลิ่นและรสชาติที่ดีขึ้นอาจเนื่องมาจากพริกแกงมีความเผ็ด มีกลิ่นหอมจากเครื่องเทศและสมุนไพร (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2548) ทำให้ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับมาก

การคำนวณคุณค่าทางโภชนาการของขนมจีบปลาสดเสริมพริกแกง 5% ปริมาณ 100 กรัม จะให้พลังงาน 280.66 กิโลแคลอรี โปรตีน 33.21 กรัม คาร์โบไฮเดรต 2.87 กรัม และไขมัน 15.17 กรัม เนื่องจากเนื้อปลาสดมีกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายโดยเฉพาะน้ำมันในกลุ่มโอเมกา-3 (ω -3, omega-3 fatty acid) และโอเมกา - 6 (omega-6 fatty acid) สามารถช่วยลดอาการหลอดเลือดตีบได้ โดยการช่วยทำให้ระดับ

คอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในเลือดต่ำลง (นิตยา รัตนานนท์, 2549)

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 อาจเพิ่มสารอาหารที่มีประโยชน์ในผลิตภัณฑ์ขนมจีบปลาสดเสริมพริกแกง เพื่อให้มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น เช่น เห็ดหอม แครอท เป็นต้น

8.2 อาจเปลี่ยนเป็นพริกแกงชนิดอื่น ๆ มาเติมในผลิตภัณฑ์ขนมจีบปลาสด เช่น พริกแกงเขียวหวาน

9. เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข กรมอนามัย กองโภชนาการ.

(2544). **ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การอาหารและยา.

จรรยา สุบรรณ. (2543). **ตำรับอาหารชุดพิเศษ**.

กรุงเทพฯ: ศรีสยามการพิมพ์.

นิตยา รัตนานนท์. (2549). **เคมีอาหาร**.

(พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

พงศ์เทพ จันทระจิต และแสงอรุณ เนื่องสิทธิ์. (2551).

ชีววิทยาบางประการของปลาสดในบึงละหาน จังหวัดชัยภูมิ [เอกสารวิชาการ].

กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2548). **มาตรฐาน**

ผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมจีบ. ค้นเมื่อ กันยายน 17, 2559 จาก http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps719_47.pdf

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2548). **มาตรฐาน**

ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำพริกแกงและ

เครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส. ค้นเมื่อ กันยายน 17, 2559, จาก http://www.fio.co.th/web/tisi_fio/fulltext/TIS429-2548.pdf

ผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง Snack Food from Popped Rice with Calcium from Shrimp Chin

พิชญาภา สุขสงวน*

Peachayapa Suksanguan*

*สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยอาชีวศึกษานครปฐม สถาบันอาชีวศึกษาภาคกลาง 4 นครปฐม 73000

*Food and Nutrition Department, Nakhonpathom Vocational College,

Institute of Vocational Education : Central Region 4, Nakhonpathom 73000

Received : April 2, 2019 Revised : April 21, 2019 Accepted : May 7, 2019

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษา 1) เพื่อศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้งที่ปริมาณแตกต่างกัน 2) เพื่อคำนวณคุณค่าทางโภชนาการของป๊อปไรซ์เสริมแคลเซียมจากคางกุ้งที่ปริมาณแตกต่างกัน (0%, 20%, 40% และ 60% โดยน้ำหนัก) สูตรมาตรฐานประกอบด้วย ข้าวตอก 38.03% น้ำตาลทราย 19.01% เนยสด 19.01% น้ำ 15.21% แบะแซ 7.60% และเกลือ 1.14% ผลการยอมรับการประเมินทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง พบว่าผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง 60% ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ ความชอบโดยรวม ดังนี้ 7.95, 7.95, 8.65, 8.35, 7.90 และ 8.40 ตามลำดับ การคำนวณคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง พบว่า สูตรที่มีการเสริมคางกุ้ง 60% ให้พลังงาน 1,002.28 กิโลแคลอรี คาร์โบไฮเดรต 137.12 กรัม โปรตีน 14.38 กรัม ไขมัน 45.94 กรัม และแคลเซียม 2,640.89 มิลลิกรัม ตามลำดับ การเติมคางกุ้งบดละเอียดทำให้ผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้งมีคุณค่าเพิ่มมากขึ้น

คำสำคัญ : ป๊อปไรซ์, คางกุ้ง, แคลเซียม

Abstract

The objectives of this study were to: 1) study the sensory accepted of snack food from popped Rice with calcium from Shrimp chin with different quantity of shrimp chin and 2) calculate nutrition value of calcium from popped rice in shrimp chin food at the different quantity 0%, 20%, 40%, and 60% (weight of total popped rice 100 grams).

The research findings presented that: 1) standard formula consist of Pop Rice 38.03 %, sugar 19.01 %, butter 19.01 %, water 15.21 %, glucose syrup 7.60 % , and salt 1.14 %. The sensory evaluation of snack food from popped rice with calcium from shrimp chin was founded 60% gained scores in appearance, color, odor, taste, crispy, and total value increased are 7.95, 7.95, 8.65, 8.35, 7.90 and 8.40, respectively and 2) calculated in value of nutrition of snack food from popped rice with calcium from shrimp chin founded the formula 60 % taken energy 1,002.28 kilocalories carbohydrate 137.12 grams protien 14.38 grams fat 45.94 grams and calcium 2,640.89 milligrams, respectively.

Keywords : Popped Rice, Shrimp Chin, Calcium

*พิชญาภา สุขสงวน

E-mail : peach2503@hotmail.com

1. บทนำ

เนื่องจากปัจจุบันเด็กไทยเป็นโรคขาดสารอาหารกันมาก จึงต้องแนะนำในเรื่องอาหารสำหรับเด็ก โดยเฉพาะขนมขบเคี้ยวที่จำหน่ายอยู่ทั่วไป เพราะขนมในอดีตจะมีสารอาหารครบถ้วน แตกต่างกับขนมในปัจจุบันที่มีส่วนประกอบของน้ำตาล แป้ง และไขมัน ให้พลังงานเป็นหลัก (อรุณี, 2561) นอกจากนี้ยังมีผงชูรส เกลือ กลิ่นและสีปรุงแต่งอาหาร ขนมขบเคี้ยวถือว่าเป็นอาหารขยะ (Junk food) สารอาหารประเภทโปรตีน วิตามิน เกลือแร่มีน้อยมาก เมื่อกินเข้าไปแล้วจะอึดง่าย แป้งและน้ำตาลจะเปลี่ยนเป็นไขมันสะสมตามร่างกายทำให้เกิดโรคอ้วน (เอมอร, 2560) มีผลกระทบด้านสุขภาพรวมทั้งความดันโลหิตสูงลดลงการทำงานของปอดหยุดหายใจขณะหลับ ก่อให้เกิดในถุงน้ำความดันโลหิตสูงต่ออวัยวะอื่น เบาหวาน และความผิดปกติของการรับประทานอาหาร (Sarah M. Phillips, et al., 2012, pp. 461-472) สำหรับขนมที่สำเร็จรูปที่จะมีโซเดียมในปริมาณมากเกินไป ทำให้ไตต้องทำงานหนักจะส่งผลเสียต่อร่างกายในระยะยาว (เจนจิรา, 2561) แคลเซียมเป็นส่วนประกอบสำคัญของกระดูกและฟันเป็นสารที่จำเป็นต่อกระบวนการทางชีวเคมีที่สำคัญต่าง ๆ ในเซลล์ เนื่องจากร่างกายสังเคราะห์แคลเซียมไม่ได้จึงต้องรับมาจากอาหาร ความสามารถในการดูดซึมแคลเซียมไม่ว่าจะในเด็กหรือผู้ใหญ่ ถือว่ามีประสิทธิภาพต่ำ คือ ประมาณ 20 – 25% เท่านั้น โดยทั่วไปวัยรุ่นและผู้ใหญ่ควรได้รับแคลเซียม 800 – 1,000 มิลลิกรัมต่อวัน ดังนั้นเพื่อที่เราจะได้รับแคลเซียมเพียงพอเราควรอาหารประเภทนมหรือผลิตภัณฑ์ และอาหารทะเล (กระปุก, 2553) แต่อาหารทะเลมีราคาแพงมากในทุก ๆ ปีจะมีเปลือกปู เปลือกกุ้งถูกทิ้งปีละ 6 – 8 ล้านตัน เฉพาะในเอเชียปีละ 1.5 ล้านตัน (Ning Yan and Xi Chen, 2015, pp. 155-157) แต่ส่วนต่าง ๆ ของกุ้งที่เป็นส่วนต้องคัดทิ้ง เมื่อนำมาอบแห้งแล้วบดให้ละเอียด นำไปวิเคราะห์สารอาหารพบว่า ส่วนบริเวณส่วนช่องอกและส่วนช่วงท้อง (Thoracic & abdominal shell) มีโปรตีน 48.5% ไลปิด 4.4% และเถ้า 22.7 1% ส่วนหัวกุ้ง (head) มีโปรตีน 48.5% ไลปิด 12.8% และเถ้า 15.9% และมีปริมาณเกลือแร่สูงมาก (Khan, M. and Nowsad, A, 2013, pp. 367-374). ส่วนของคางกุ้ง น้ำหนักประมาณ 17 กรัม มีปริมาณแคลเซียมมากถึง 741 มิลลิกรัม

ป๊อปคอร์นหรือข้าวโพดคั่ว เป็นขนมขบเคี้ยวยอดนิยมตอนเข้าไปชมภาพยนตร์ แต่การรับประทานป๊อปคอร์นที่มีการเคลือบคาราเมล น้ำตาล เนย ช็อคโกแลต หรือ

สารให้ความหวานอื่น ๆ จะทำให้อ้วนได้ ส่วนป๊อปคอร์นชนิดเค็มที่มีการเพิ่มเกลือ จะทำให้ร่างกายได้รับโซเดียมมากเกินไป ซึ่งมีผลต่อการลดประสิทธิภาพในการดูดซึมวิตามินบี นอกจากนี้ผู้ผลิตบางรายเติม สารไดอะซิติลลงไปเพื่อทำให้รสชาติของเนยในป๊อปคอร์น มีความอร่อยเพิ่มมากขึ้น ซึ่งการได้รับสารชนิดนี้ในปริมาณมากจะทำให้ผู้บริโภคเกิดอาการต่าง ๆ เช่น ไอหรือหายใจติดขัด เป็นต้น ซึ่งหากได้รับสารชนิดนี้ติดต่อกันนาน ๆ ก็มีสิทธิป่วยเป็นโรคปอดที่ส่งผลร้ายแรงต่อร่างกายได้ นอกจากนี้ข้าวโพดพันธุ์ที่นำมาแปรรูปเป็นป๊อปคอร์นนั่น จะต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ จึงมีการนำข้าวมาแปรรูปคล้ายข้าวโพดคั่วซึ่งมีราคาเพิ่มขึ้นจากข้าวเปลือกถึง 80 เท่า นอกจากนี้ป๊อปคอร์น เมื่อเวลารับประทาน จะมีกากแข็ง ๆ เหลืออยู่ทำให้รู้สึกกระคายคาย แต่สำหรับ ป๊อปไรซ์หรือข้าวตอกไม่มีปัญหาดังกล่าวเพราะผลิตจากข้าวตอก (Pop Rice) ได้จากข้าวเปลือกที่คั่วให้แตก ใช้ข้าวเปลือกใหม่ ๆ ที่ผึ่งแห้งสนิทแล้วมาคั่วไฟอ่อน ๆ เมื่อร้อนถึงจุดหนึ่งเนื้อในจะขยายบานออก ดันเปลือกให้ขาดจากกัน เมื่อฝัดเอาเปลือกทิ้งจะได้ข้าวตอกไว้ปรุงเป็นอาหาร (สกุลไทย และ เว็บบไซต์คมไผ่, 2556) ส่วนของข้าวตอกรับประทานได้ง่ายขึ้น หรือการนำมาปรุงรสชาติให้หลากหลายมากขึ้น เช่น รสช็อคโกแลต รสคาราเมล ฯลฯ ไม่ใช้น้ำมันในกระบวนการผลิตจากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยสนใจที่จะนำป๊อปไรซ์ มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารประเภทขนมขบเคี้ยวแทนป๊อปคอร์น และสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของขนมขบเคี้ยวโดยการเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้งที่มีปริมาณที่แตกต่างกัน

2.2 เพื่อคำนวณคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้งที่มีปริมาณที่แตกต่างกัน

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ขอบเขตของการวิจัย

3.1.1 ขอบเขตเกี่ยวกับกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการทดสอบประสาทสัมผัสเป็นนักเรียน นักศึกษา วิทยาลัยอาชีวศึกษานครปฐม แผนกวิชาอาหารและโภชนาการ จำนวน 350 คน

กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาอาหารและโภชนาการ จำนวน 50 คน โดยสุ่มแบบอย่างง่าย

3.1.2 ขอบเขตเกี่ยวกับเวลาเริ่ม 6 ธันวาคม 2560 – 6 มีนาคม 2562

3.1.3 ขอบเขตด้านสถานที่ห้องปฏิบัติการอาหารและโภชนาการ 4 วิทยาลัยอาชีวศึกษานครปฐม – คางกุ้งที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นคางกุ้งพันธุ์กุ้งขาวเท่านั้น

3.2 ประโยชน์ที่ได้รับ

3.2.1 ได้กระบวนการแปรรูปที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์เสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง

3.2.2 ได้ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่มีคุณค่าทางโภชนาการ โดยเฉพาะแคลเซียม

3.2.3 เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ข้าวตอก

3.2.4 เพื่อนำความรู้ที่ได้รับไปเผยแพร่ให้แก่ชุมชนของเกษตรกรที่ผลิตข้าวตอก

3.3 สื่อ วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

ในการดำเนินโครงการนี้ มีเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ดังต่อไปนี้

3.3.1 เครื่องมือ

3.3.1.1 ตู้บลมร้อน

3.3.1.2 ถาด

3.3.1.3 เครื่องชั่งดิจิทัล

3.3.1.4 กระทะ

3.3.1.5 ถาด

3.3.2 วัตถุดิบ

3.3.2.1 ข้าวตอก

3.3.2.2 น้ำตาล

3.3.2.3 แป้งแซ

3.3.2.4 เกลือ

3.3.2.5 เนย

3.3.2.6 กลิ่น

3.3.2.7 คางกุ้งบดละเอียด

3.3.3 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.3.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

3.3.3.2 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบโดยเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง

3.3.3.3 ถ้วยพลาสติกสำหรับใส่ตัวอย่างและน้ำดื่ม

3.3.3.4 ถาดพลาสติก

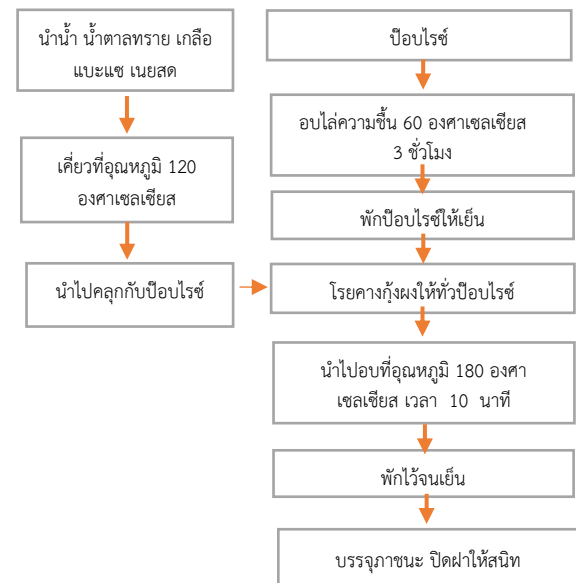
3.3.3.5 ปากกา

3.3.3.6 แบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส แบบ 9 – Point Hedonic Scales

3.4 วิธีการดำเนินงาน

3.4.1 ศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง

ศึกษาสูตรมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบ โดยการดัดแปลงวิธีการของ ศราวุธ เกษมสุข และฐิตวดี รวงในเมือง (2548) เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวตอก ซึ่งนำมาเป็นสูตรมาตรฐานที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้



ภาพที่ 1 ภาพแสดงสูตรมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบวิธี ดัดแปลงจาก ศราวุธ เกษมสุข และฐิตวดี รวงในเมือง (2548)

3.4.1.1 การเตรียมคางกุ้ง นำคางกุ้งที่ล้างสะอาดแล้ว คลุกเกลือ 1% นึ่งประมาณ 10 นาที อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง แล้วนำมาบดให้ละเอียด

3.4.1.2 การทำผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง ทำการผลิตผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบโดยการดัดแปลงวิธีการของ ศราวุธ เกษมสุข และฐิตวดี รวงในเมือง (2548) ทำการจัดเตรียมส่วนผสมต่าง ๆ ดังตารางที่ 1 ของผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบ แล้วเสริมคางกุ้งในปริมาณ 4 ระดับ คือ 0%, 20%, 40% และ 60% ของปริมาณน้ำหนักป๊อปไรซ์ โดยนำผงคางกุ้งที่บดละเอียดแล้วไปคลุกกับป๊อปไรซ์ (ตามขั้นตอนในภาพที่ 1) ให้ทั่วก่อนที่จะนำเข้าอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส ต่อจากนั้นพักไว้ให้เย็น จึงบรรจุใส่ภาชนะ

3.4.1.3 ทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริม

แคลเซียมจากคางกุ้งตามวิธีของ Chambers, E. IV. and M.B. Wolf. (1996). ด้วยวิธี 9-point hedonic scale โดยนำผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง บรรจุตัวอย่างในถุงพลาสติกแบบรีดปาก ทำการปิดรหัสแบบสุ่มและเลิฟให้ผู้ที่ทดสอบการยอมรับ

คือ นักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาอาหารและโภชนาการ จำนวน 50 คน โดยสุ่มแบบอย่างง่าย เพื่อทำการประเมินคุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม

ตารางที่ 1 ส่วนผสมผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง ในปริมาณ 4 ระดับ คือ 0% , 20%, 40% และ 60%

ส่วนผสม	น้ำหนัก (กรัม)			
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
ข้าวตอก	100	100	100	100
น้ำตาลทราย	50	50	50	50
เนยสด	50	50	50	50
น้ำ	40	40	40	40
แบะแซ	20	20	20	20
เกลือ	3	3	3	3
คางกุ้ง	-	20	40	60

หมายเหตุ : ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3.4.2 คำนวณคุณค่าโภชนาการผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง

โดยใช้ตารางแสดงคุณค่าโภชนาการของอาหารไทย โดยกองโภชนาการ (กระทรวงสาธารณสุข กรมอนามัย กองโภชนาการ, 2544) นำผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้งใน 4 ระดับ คือ 0%, 20%, 40% และ 60% ไปคำนวณคุณค่าทางโภชนาการด้านพลังงาน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และแคลเซียม

3.5 การวิเคราะห์ผล

3.5.1 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาการทำผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง ในปริมาณ 4 ระดับ คือ 0%, 20%, 40% และ 60% มาหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี New Duncan's Multiple Range Test ในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม

3.5.2 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาการทำผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง ทั้ง 4 ระดับ คือ 0%, 20%, 40% และ 60% นำไปคำนวณคุณค่าทางโภชนาการ ด้านพลังงาน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และแคลเซียม

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง

สูตรมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบได้มาจากการดัดแปลงวิธีการของ ศราวุธ เกษมสุข และจิตติ รวงในเมื่อง (2548) เรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากข้าวตอก โดยนำมาเสริมคางกุ้งอบแห้งที่ปริมาณแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 0%, 20%, 40% และ 60% ต่อน้ำหนักของป๊อปไรซ์ 100 กรัม แล้วนำไปประเมินประสาทสัมผัสผลโดยวิธีการทดสอบความชอบ (9-Point Hedonic Scales) ปรากฏดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คะแนนความชอบเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง

ผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง				
คุณลักษณะ	ค่าคะแนนเฉลี่ยการยอมรับ			
	0%	20%	40%	60%
ลักษณะที่ปรากฏ	5.85 ± 0.81 ^c	6.05 ± 0.61 ^c	6.50 ± 0.83 ^b	7.95 ± 0.39 ^a
สี	6.35 ± 0.48 ^b	6.25 ± 1.11 ^b	6.35 ± 1.50 ^b	7.95 ± 0.77 ^a
กลิ่น	6.05 ± 0.69 ^d	6.65 ± 0.88 ^c	7.70 ± 0.47 ^b	8.65 ± 0.59 ^a
รสชาติ	6.20 ± 0.41 ^b	6.35 ± 0.59 ^b	8.00 ± 0.97 ^a	8.35 ± 1.18 ^a
ความกรอบ	5.60 ± 0.50 ^c	5.70 ± 1.49 ^c	7.20 ± 0.89 ^b	7.90 ± 0.79 ^a
ความชอบรวม	6.25 ± 0.71 ^c	7.00 ± 0.73 ^b	8.20 ± 0.83 ^a	8.40 ± 0.50 ^a

* ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสจำนวน 50 คน ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 2 พบว่า ด้านลักษณะที่ปรากฏ สูตรที่มีการเติมคางกุ้ง 0% , 20% มีคะแนนเท่ากับ 5.85 ± 0.81 และ 6.05 ± 0.61 ระดับความชอบเล็กน้อย ซึ่งไม่แตกต่าง ($p > 0.05$) ส่วนสูตรที่มีการเติมคางกุ้ง 20% , 40% และ 60% คะแนน 6.05 ± 0.61, 6.50 ± 0.83 และ 7.95 ± 0.39 ระดับความชอบปานกลางและชอบมาก มีความแตกต่าง ($p < 0.05$)

ด้านสี สูตรที่มีการเติมคางกุ้ง 0% , 20% และ 40% มีคะแนนเท่ากับ 6.35 ± 0.48, 6.25 ± 1.11 และ 6.35 ± 1.50 ระดับความชอบเล็กน้อย ซึ่งไม่แตกต่าง ($p > 0.05$) ส่วนสูตรที่มีการเติมคางกุ้ง 60% คะแนน 7.95 ± .77 ระดับความชอบปานกลางและชอบมาก มีความแตกต่างจาก ($p < 0.05$) สูตรที่มีการเติมคางกุ้ง 0% , 20% และ 40%

ด้านกลิ่น ทุกสูตรมีความแตกต่างกัน ($p < 0.05$) โดยสูตรที่คางกุ้ง 0% มีคะแนนเท่ากับ 6.05 ± 0.69 ระดับความชอบเล็กน้อย สูตรที่มีการเติมคางกุ้ง 20% มีคะแนนเท่ากับ 6.65 ± 0.88 ระดับความชอบปานกลาง สูตรที่มีการเติมคางกุ้ง 40 % มีคะแนนเท่ากับ 7.70 ± 0.47 ระดับความชอบมาก สูตรที่มีการเติมคางกุ้ง 60 % มีคะแนนเท่ากับ 8.65 ± .59 ระดับความชอบมากที่สุด

ด้านรสชาติ สูตรที่มีการเติมคางกุ้ง 0% , 20% มีคะแนนเท่ากับ 6.20 ± 0.41 และ 6.35 ± 0.59 ระดับความชอบเล็กน้อย ซึ่งไม่แตกต่าง ($p > 0.05$) ส่วนสูตรที่มีการเติมคางกุ้ง 20% 40% และ 60% คะแนนเท่ากับ 6.35 ± 0.59, 8.00 ± 0.97 และ 8.35 ± 1.18 ระดับความชอบเล็กน้อยและมากตามลำดับ มีความแตกต่าง ($p < 0.05$)

ด้านความกรอบ โดยสูตรที่คางกุ้ง 0% , 20% มีคะแนนเท่ากับ 5.60 ± 0.50 และ 5.70 ± 1.49 ระดับความชอบเล็กน้อย ซึ่งไม่แตกต่าง ($p > 0.05$) ส่วนสูตรที่มีการเติมคางกุ้ง 40%, 60% มีคะแนนเท่ากับ 7.20 ± 0.89 , 7.90 ± 0.79 ระดับความชอบปานกลางและระดับความชอบมาก สูตรที่มีการเติมคางกุ้ง 20% และ 40% และ 60% มีความแตกต่างกัน ($p < 0.05$)

ด้านความชอบโดยรวม โดยสูตรที่คางกุ้ง 0% มีคะแนนเท่ากับ 6.25 ± 0.71 สูตรที่มีการเติมคางกุ้ง 20% มีคะแนนเท่ากับ 7.00 ± 0.73 ระดับความชอบเท่ากับเล็กน้อยและปานกลาง ซึ่งความกรอบทั้ง 2 สูตรไม่แตกต่าง ($p > 0.05$) ส่วนสูตรที่มีการเติมคางกุ้ง 40%, 60% มีคะแนนเท่ากับ 8.20 ± 0.83 และ 8.40 ± 0.50 ระดับความชอบมาก ซึ่งไม่แตกต่าง ($p > 0.05$) สูตรที่มีการเติมคางกุ้ง 0% , 20% และ 40% มีความแตกต่างกัน ($p < 0.05$) สูตรที่มีการเติมคางกุ้ง 0% , 20% และ 60% มีความแตกต่างกัน ($p < 0.05$)

สูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด คือ สูตรที่มีการเติมคางกุ้ง 60% ด้านลักษณะที่ปรากฏ มีคะแนนเท่ากับ 7.95 ± .39 ระดับความชอบมาก ด้านสี มีคะแนนเท่ากับ 7.95 ± 0.77 ด้านกลิ่น มีคะแนนเท่ากับ 8.65 ± .59 ระดับความชอบมากที่สุด ด้านความกรอบ มีคะแนนเท่ากับ 7.90 ± 0.79 ระดับความชอบมาก ด้านความชอบรวม มีคะแนนเท่ากับ 8.40 ± 0.50 ระดับความชอบมากที่สุด

4.2 ผลการคำนวณคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง

นำผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง 4 ระดับ คือ 0%, 20%, 40% และ 60% คำนวณคุณค่าทางโภชนาการ ด้านพลังงานคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมันและแคลเซียม ดังปรากฏในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการคำนวณคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง

ผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง (100 กรัม)				
คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณคางกุ้ง			
	0%	20%	40%	60%
พลังงาน (แคลลอรี)	930.86	954.00	977.14	1002.28
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	133.7	134.84	135.98	137.12
โปรตีน (กรัม)	5.8	8.66	11.52	14.38
ไขมัน (กรัม)	43.3	44.18	45.06	45.94
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	26.09	897.69	1769.29	2640.89

จากตารางที่ 3 พบว่า การคำนวณคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง สูตรที่มีคางกุ้ง 60% ให้พลังงาน 1002.28 แคลลอรี คาร์โบไฮเดรต 137.12 กรัม โปรตีน 14.38 กรัม ไขมัน 45.94 กรัม และแคลเซียม 2640.89 มิลลิกรัม ตามลำดับ

5. สรุปผลการวิจัย

ผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง อุดมไปด้วยพลังงาน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และโดยเฉพาะแคลเซียม เป็นผลจากการเติมคางกุ้ง และการยอมรับของผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง พบว่า วิธีการเตรียมคางกุ้งทำดังนี้ คือ เมื่อนำคางกุ้งไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นานประมาณ 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปดัดให้ละเอียด 3 ครั้ง ๆ ละ 2 - 3 นาที ร้อนผ่านตาข่ายละเอียดจนเป็นคางกุ้งผง การเก็บรักษาคางกุ้งผงให้เก็บใส่ขวดแก้วในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ต่อจากนั้นจึงนำไปทำผลิตภัณฑ์ต่อไป นำผลิตภัณฑ์ไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง 60% ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างอื่น ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง เมื่อเสริมคางกุ้งในปริมาณที่มากกว่า 60% ปรากฏว่าคางกุ้งผงไม่สามารถเกาะติดกับป๊อปไรซ์ คางกุ้งผงจะร่วงลงมาในถุงของบรรจุภัณฑ์ เป็นการสิ้นเปลืองโดยเปล่าประโยชน์ ส่วนการคำนวณคุณค่าทางโภชนาการ พบว่าผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบมีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น ส่วนการกำหนดปริมาณ

อาหารหนึ่งหน่วยบริโภค เนื่องจากผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง เป็นอาหารประเภทกลุ่มอาหารขบเคี้ยวและขนมหวาน (Snack food and desserts) ซึ่งเป็นขนมกรอบจึงกำหนดให้หนึ่งหน่วยบริโภคเท่ากับ 30 กรัม (ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร, 2555) ซึ่งจากผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง หนึ่งหน่วยบริโภคจะได้รับพลังงานและสารอาหารดังต่อไปนี้ พลังงาน 300 กิโลแคลอรี คาร์โบไฮเดรต 41.13 กรัม โปรตีน 4.31 กรัม ไขมัน 13.78 กรัมและแคลเซียม 796.28 มิลลิกรัม

6. อภิปรายผลการวิจัย

6.1 ผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง 20% และ 40% ได้รับคะแนนความชอบด้านสี ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) อาจเนื่องมาจากป๊อปไรซ์ที่เคลือบคาราเมลจนทั่ว เมื่อนำผงคางกุ้งลงไปคลุกให้เข้ากัน ผงคางกุ้งถูกเคลือบด้วยคาราเมล ทำให้สีไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อมีการเติมคางกุ้ง 60% ทำให้ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับมากขึ้น นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง 20% 40% และ 60% ได้คะแนนความชอบด้านกลิ่นแตกต่างจากตัวอย่าง 0% ($p < 0.05$) เนื่องจากผงคางกุ้งมีสีส้มอ่อน ๆ เมื่อเติมคางกุ้งมากขึ้นทำให้สีเข้มขึ้นตามลำดับ ผลิตภัณฑ์ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง 0% มีคะแนนความชอบด้านรสชาติและความชอบรวมแตกต่างกับผลิตภัณฑ์ ป๊อปไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง 40% และ 60% ($p < 0.05$) อาจเป็นเพราะคางกุ้งที่เติมลงในผลิตภัณฑ์

ทำให้รสชาติและความชอบรวมเป็นที่ยอมรับมากยิ่งขึ้น และสอดคล้องกับงานของ ชุติมณฑกรณ์ ทัมทิมเขียว และนัฐนันท์ ทวีรัตน์ธนน์ (2551) ขนมอบเคี้ยวจากปลา งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อคัดเลือกสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมในการพัฒนาสูตรต้นแบบการทำผลิตภัณฑ์ ขนมอบเคี้ยวจากปลา พบว่า ขนมอบเคี้ยวจากปลาที่ใช้ในระดับ 40 : 60 ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบการชิมมากที่สุด โดยคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสโดยภาพรวม (6.47) เมื่อประเมินคุณภาพรายด้านพบว่า ด้านเนื้อสัมผัสมีค่าเฉลี่ยสูงสุด (6.54) รองลงมาด้านสี (6.50) ด้านรสชาติ (6.40) และด้านกลิ่น (6.20) ตามลำดับแต่ขัดแย้งกับงานวิจัยของ Khan, M. and Nowsad, A (2012, pp. 367-374) มีการพัฒนาแคร็กเกอร์กึ่ง ที่เสริมเปลือกกึ่งพัฒนาขึ้นจากเศษเปลือกกึ่งผงระดับต่าง ๆ (5%, 10% และ 20%) การเพิ่มปริมาณของผงเปลือกกึ่งในแคร็กเกอร์ 10% ทำให้แคร็กเกอร์กึ่งคุณภาพดีที่สุดในด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัส การทำแคร็กเกอร์กึ่งสามารถเสริมเปลือกกึ่งได้เพียง 10% เพราะถ้าใส่ปริมาณผงเปลือกกึ่งปริมาณมากกว่านี้ ทำให้แคร็กเกอร์มีลักษณะร่วน ไม่สามารถขึ้นรูปได้ หรือเมื่อนำไปอบแคร็กเกอร์ก็จะแตก

6.2 ผลลัพธ์ที่ป้อนไรซ์อบกรอบเสริมแคลเซียมจากคางกุ้ง 60% ให้พลังงาน 1002.28 แคลอรี คาร์โบไฮเดรต 137.12 กรัม โปรตีน 14.38 กรัม ไขมัน 45.94 กรัม และแคลเซียม 2640.89 มิลลิกรัม ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khan, M. and Nowsad, A. (2012, pp. 367-374) ที่พบว่า การพัฒนาแคร็กเกอร์กึ่งที่เสริมเปลือกกึ่งพัฒนาขึ้นจากเศษเปลือกกึ่งผงทำให้แคร็กเกอร์มีโปรตีนคุณภาพสูงมากขึ้นและยังอธิบายว่าสามารถนำเปลือกกึ่งที่ไม่ได้ผ่านการแปรรูปมาเสริมในอาหารชนิดต่าง ๆ ได้ โดยได้รับสารอาหารเพิ่มมากขึ้นและเป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจขยายผลสู่การตลาดในเชิงพาณิชย์ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศศิธร อินทผลสุข และพิทักษ์ ศิริวงศ์ (2559) ได้ทำการศึกษาโอกาสทางการตลาดของผลิตภัณฑ์คางกุ้งทอดกรอบ ไอศูรีโน ผลการศึกษาพบว่าวัตถุดิบหลักที่เป็นจุดดึงดูดความสนใจของผู้บริโภคคือคางกุ้ง ซึ่งก่อให้เกิดการขยายตัวของตลาดและเพิ่มโอกาสทางการตลาดของผลิตภัณฑ์คางกุ้งทอดกรอบ

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณสารอาหารในคางกุ้งแต่ละพันธุ์ เพื่อจะได้นำพันธุ์ที่มีสารอาหารมากที่สุดไปใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

7.2 ควรมีการศึกษาการนำคางกุ้งมาเป็นส่วนประกอบของผงปรุงรส ที่ใช้เป็นประกอบอาหาร เพราะผงปรุงรสมีการนำไปใช้ในครัวเรือนในปริมาณมาก

8. เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข กรมอนามัย กองโภชนาการ.

(2544). **ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การอาหารผ่านศึก.

กระปุก. **แคลเซียมความต้องการของคนต่างวัย**.

(2553). ค้นเมื่อ ตุลาคม 7, 2561, จาก : <https://health.kapook.com/view17837.html>

เจนจิรา บัวทอง. (2561). **ขนมกรุบกรอบภัยเงียบทำร้ายสุขภาพ**. ค้นเมื่อ ตุลาคม 10, 2561, จาก : <https://www.pstip.com/b/อาหารเพื่อสุขภาพ/ขนมกรุบกรอบภัยเงียบทำร้ายสุขภาพ.html>

ชุติมณฑกรณ์ ทัมทิมเขียว และนัฐนันท์ ทวีรัตน์ธนน์.

(2551). **ขนมอบเคี้ยวจากปลา**.

รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.

ศรายุทธ เกษมสุข และฐิติวดี รวงในเมือง. (2548).

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมกรอบจากข้าวตอก.

ภาคินพนธ์ปริญญาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

ศศิธร อินทผลสุขและพิทักษ์ ศิริวงศ์. (2559). โอกาสทางการตลาดของผลิตภัณฑ์คางกุ้งทอดกรอบ ไอศูรีโน.

ในการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ วิทยาลัยเทคโนโลยีพนมวันท์ ครั้งที่ 1 “การวิจัยเพื่อการพัฒนา เผยแพร่ และถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ทันสมัยต่อสังคม”

(16-17 กรกฎาคม, หน้า 1584-1595).

นครราชสีมา: วิทยาลัยเทคโนโลยีพนมวันท์

ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร. (2555). **คุณภาพ**

และมาตรฐานอาหาร วิธีการกำหนดปริมาณ

อาหารหนึ่งหน่วย. ค้นเมื่อ ตุลาคม 7, 2561,

จากhttp://www.foodnetworksolution.com/news_and_articles/article/0068 /วิธีการกำหนดปริมาณอาหารหนึ่งหน่วยบริโภค

สกุลไทย และเว็บไซต์คมไผ่. (2556). **ข้าวตอก**

ความหมายของข้าวตอก. ค้นเมื่อ ตุลาคม 10,

2561, จาก <https://guru.sanook.com/6004/>

อรุณี เจตศรีสุภาพ. (2561). ปัญหาโภชนาการในเด็ก :

การขาดโปรตีนและกำลังงานสารอาหาร.

ค้นเมื่อ ตุลาคม 10, 2561,

จาก www.haamor.com/th

เอมอร ตริภิญโญยศ. (2560). 100 เมนู เสี่ยงโรคร้าย

ที่คุณควรระวัง. กรุงเทพฯ: ไพลิน.

Chambers, E. IV. and M.B. Wolf. (1996). **Sensory Testing Methods.** (2nd ed).

West Conshohocken: ASTM

Khan, M. and Nowsad, A. (2013). Development of protein enriched shrimp crackers from shrimpshell wasters. **Bangladesh Agricultural University**, 10, (2),

pp. 367-374.

Ning Yan and Xi Chen. (2015). Don't waste seafood waste. **Science**, 524, (7564), pp. 155-157

Sarah M. Phillips, Linda G. Bandini, Elena N.

Naumova, Helene Crye Colclough,

William H. Dietz and Aviva Must. (2012).

Energy-Dense Snack Food Intake in

Adolescence: Longitudinal Relationship

to Weight and Fatness. **Obesity**

Research, 12, pp. 461-472.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาดอกขี้เหล็กผสมดอกเก๊กฮวยพร้อมชง Product Development of Thai Copper Pod Flower with Chrysanthemum Flower Tea

ณัฐญา อัมรินทร์^{1*} และสุทธิ อัมรินทร์²

Nattaya Aummarin^{1*} and Sutti Aummarin²

^{1,2}สาขาวิชาสามัญสัมพันธ์ วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุพรรณบุรี สุพรรณบุรี 72000

^{*1,2}General Academics Department, Suphanburi Vocational College, Suphanburi 72000

Received : March 13, 2019 Revised : April 5, 2019 Accepted : April 29, 2019

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระยะเวลาการลวกดอกขี้เหล็กในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบดอกขี้เหล็ก ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างดอกขี้เหล็กและดอกเก๊กฮวย ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างใบหญ้าหวานและดอกขี้เหล็กผสมดอกเก๊กฮวย และศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อชาดอกขี้เหล็กผสมดอกเก๊กฮวยพร้อมชง โดยนำดอกขี้เหล็กไปลวกในน้ำเกลือนำมาอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อน ใช้ดอกเก๊กฮวยอบแห้งเพื่อปรับปรุงกลิ่นของน้ำชา และใช้ใบหญ้าหวานอบแห้งปรับปรุงรสชาติของน้ำชา ให้ดียิ่งขึ้น ทำการตรวจสอบคุณภาพของน้ำชา โดยพิจารณาจากสี กลิ่น ความขุ่นและความขมของน้ำชา จากการวิจัยพบว่าระยะเวลาในการลวกดอกขี้เหล็กที่เหมาะสมคือ 5 นาที และความเข้มข้นของน้ำเกลือ 1% อุณหภูมิที่ใช้ในการอบดอกขี้เหล็กที่เหมาะสมคือ 60 องศาเซลเซียส และใช้ระยะเวลา 8 ชั่วโมง อัตราส่วนที่เหมาะสมของดอกขี้เหล็กต่อดอกเก๊กฮวย คือ 7:3 อัตราส่วนที่เหมาะสมของใบหญ้าหวานต่อดอกขี้เหล็กผสมดอกเก๊กฮวย คือ 8:2 และผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อชาดอกขี้เหล็กผสมดอกเก๊กฮวยพร้อมชงอยู่ในระดับพอใจมาก

คำสำคัญ : การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาดอกขี้เหล็ก, ดอกเก๊กฮวย

Abstract

This research aimed to 1) study on the duration of blanched Thai Copper Pod flower in different concentration of brine 2) study the optimum temperature for Thai Copper Pod flower 3) study the appropriate ratio between Thai Copper Pod flower and Chrysanthemum flower 4) study optimal ratio between stevia leaves and Thai Copper Pod flower mixed Chrysanthemum flower and 5) study consumers' satisfaction of Thai Copper Pod flower with Chrysanthemum flower tea. Firstly, Thai Copper Pod flower was blanched into brine. Then, brought to dry by a convection oven in order to make dried Chrysanthemum flower to improved the smell of tea and dried stevia leaves. Next, it made tea taste better and quality of tea was verified. Finally, it was consisted of color, smell, taste, turbidity and bitterness of tea.

The results of this research were as follow: the optimum time of blanched Thai Copper Pod flower was 5 minutes and concentration of brine was 1%. The properly temperature for dried Thai Copper Pod flower was 60 degrees Celsius and took 8 hours. The properly ratio of Thai Copper Pod flower with Chrysanthemum flower were 7:3. The properly ratio of stevia leaves with Thai Copper Pod flower and Chrysanthemum flower were 8:2. The consumer's satisfaction in Thai Copper

*ณัฐญา อัมรินทร์

E-mail : nattaya2516@hotmail.com

Pod flower and Chrysanthemum flower tea were at high level.

Keywords : Product Development of Thai Copper Pod Flower, Chrysanthemum Flower

1. บทนำ

การนอนเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตและสมองร่างกายใช้ช่วงเวลาขณะหลับในการบำรุงซ่อมแซมส่วนต่าง ๆ ของร่างกายให้มีประสิทธิภาพที่ดีในการทำงาน คนส่วนใหญ่ต้องการนอนวันละ 8 ชั่วโมง บางคนนอนแค่วันละ 5 - 6 ชั่วโมง โดยไม่มีอาการง่วงนอนจากการศึกษาพบว่าร้อยละ 10 พบปัญหาอนไม่หลับเรื้อรังซึ่งอาจต้องใช้ยา เพื่อช่วยในการนอนหลับโดยพบเพิ่มขึ้นตามอายุที่สูงขึ้น การนอนไม่หลับไม่ใช่โรคแต่เป็นปัญหาการนอนไม่เพียงพอทำให้ตื่นขึ้นมาแล้วไม่สดชื่นซึ่งส่งผลกระทบต่อหน้าที่การทำงานและความสัมพันธ์กับผู้อื่นได้ ทำให้ความสามารถในการดำเนินชีวิตลดลง ประสบอุบัติเหตุได้ง่าย ดังนั้นจึงมีคนที่ไม่นอนหลับจำนวนมากต้องพึ่งยานอนหลับซึ่งไม่ควรใช้ติดต่อกันเป็นเวลานาน เพราะจะทำให้ติดยาได้ (โรงพยาบาลกรุงเทพพญา, 2558) ขี้เหล็กจัดเป็นอาหารพื้นบ้านของไทยที่มีรสขมและขื่นไม่น่ากิน แต่พืชชนิดนี้กลับมีประโยชน์มากกว่าที่คิด โดยเฉพาะการนำมาประยุกต์เป็นสูตรยาสมุนไพรไทยช่วยรักษาโรคได้ จากการศึกษาสรรพคุณพบว่าดอกตูมของขี้เหล็กมีสารอัลคาลอยด์ที่ชื่อแอนไฮโดรบาร์คอลล (Anhydrobarakol) ซึ่งเป็นสารที่มีฤทธิ์กดประสาทส่วนกลาง ช่วยให้อ่อนเพลีย คลายเครียด และนอนหลับง่ายขึ้น (ดิสไทย, 2558) จากสรรพคุณดังกล่าว ขี้เหล็กจึงเป็นสมุนไพรที่เหมาะสมจะนำมาพัฒนาเป็นยาคลายเครียดได้ดี และเหมาะกับสภาพของผู้คนในปัจจุบันที่มีความเครียด วิตกกังวล นอนไม่ค่อยหลับเป็นประจำอันจะส่งผลเสียต่อสุขภาพกายและใจ ทำให้ที่ผ่านมามีแพทย์ผู้เชี่ยวชาญนำสารสกัดจากขี้เหล็กมาใช้กับผู้ป่วยที่มีปัญหาเป็นโรคนอนไม่หลับ 8 คน พบว่าช่วยให้นอนหลับได้ดีตลอดคืน จึงสรุปได้ว่าขี้เหล็กมีฤทธิ์เป็นยาสงบ คลายเครียด ระวังอาการจิตฟุ้งซ่านได้นอกจากนี้ยังพบว่าขี้เหล็กมีฤทธิ์เป็นยาระบายอ่อน ๆ ซึ่งช่วยแก้อาการท้องผูกและการขับถ่ายดีขึ้นด้วย (โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี, 2558) ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำประโยชน์ทางด้านสมุนไพรของดอกขี้เหล็กมาประยุกต์ใช้ผลิตเป็นชาชงสมุนไพรดอกขี้เหล็กปรับปรุงกลิ่นให้หอมโดยใช้ดอกเก๊กฮวย และปรับปรุง

รสชาติโดยใช้หญ้าหวานเป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาล ซึ่งดอกเก๊กฮวยมีสรรพคุณทางยาช่วยดับพิษร้อน ขับลม ขับเหงื่อแก้ร้อนใน นอกจากนี้ดอกเก๊กฮวยยังช่วยบำรุงตับบำรุงสายตา และบรรเทาอาการหน้ามืด วิงเวียนศีรษะ (โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี, 2558) อีกทั้งหญ้าหวานเป็นพืชที่ให้ความหวานโดยธรรมชาติปราศจากแคลอรี และไม่มีผลกระทบต่อปริมาณน้ำตาลในร่างกาย ร่างกายสามารถขับออกมาได้ทันทีไม่มีการสะสม ซึ่งสารหวานนี้มีความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย 150-300 เท่า และทนความร้อนได้ถึง 200 องศาเซลเซียส จึงไม่สลายตัวหรือเปลี่ยนสภาพจากความร้อนในการปรุงอาหาร (โครงการความร่วมมือขับเคลื่อนนวัตกรรมระหว่างประเทศ, ม.ป.ป.) ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำประโยชน์จากพืชทั้ง 3 ชนิด มาพัฒนาขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์ชาชงสมุนไพรดอกขี้เหล็กผสมดอกเก๊กฮวยโดยใช้หญ้าหวานแทนน้ำตาล เพื่อเป็นทางเลือกของผู้ที่มีปัญหาอนไม่หลับ ทำให้ไม่ต้องพึ่งยานอนหลับที่ทำจากสารเคมี และมีผลดีต่อผู้ที่ชอบดื่มชาเป็นประจำซึ่งไม่ทำให้เกิดอาการท้องผูกและนอนไม่หลับจากการดื่มชาทั่วไปที่มีคาเฟอีนเป็นส่วนผสมนอกจากนี้ยังได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นประโยชน์และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับพืชท้องถิ่นและเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ชาในตลาดอีกทางหนึ่ง

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาระยะเวลาการลวกดอกขี้เหล็กในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน
- 2.2 เพื่อศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบดอกขี้เหล็ก
- 2.3 เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างดอกขี้เหล็กและดอกเก๊กฮวย
- 2.4 เพื่อศึกษาปริมาณอัตราส่วนที่เหมาะสมของใบหญ้าหวานและดอกขี้เหล็กผสมดอกเก๊กฮวย
- 2.5 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อชาดอกขี้เหล็กผสมดอกเก๊กฮวยพร้อมชม

3. สมมติฐานของการวิจัย

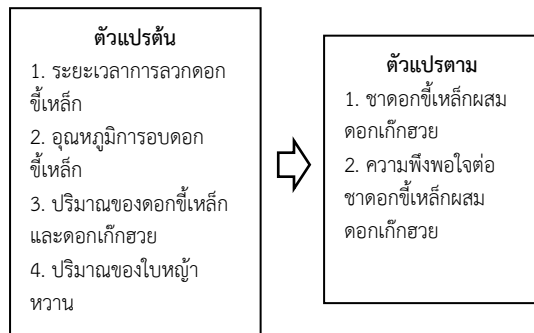
- 3.1 ระยะเวลาลวกดอกขี้เหล็กในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันทำให้น้ำชาที่มีคุณภาพแตกต่างกัน ซึ่งพิจารณาได้จากสี กลิ่น ความขุ่น และความขมของน้ำชา
- 3.2 อุณหภูมิในการอบดอกขี้เหล็กที่แตกต่างกันทำให้น้ำชาที่มีคุณภาพแตกต่างกัน ซึ่งพิจารณาได้จากสี กลิ่น ความขุ่น และความขมของน้ำชา

3.3 อัตราส่วนของดอกชี้เหล็กและดอกเก็กฮวยที่แตกต่างกันทำให้น้ำชามีคุณภาพแตกต่างกันซึ่งพิจารณาได้จากสี กลิ่น ความชุ่มชื้น และความขมของน้ำชา

3.4 อัตราส่วนของใบหญ้าหวานและดอกชี้เหล็กผสมดอกเก็กฮวยที่แตกต่างกันทำให้น้ำชามีคุณภาพแตกต่างกันซึ่งพิจารณาได้จากสี กลิ่น ความชุ่มชื้น และความขมของน้ำชา

3.5 ผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อชาดอกชี้เหล็กผสมดอกเก็กฮวยพร้อมชงอยู่ในระดับมาก

4. กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

5. วิธีการดำเนินการวิจัย

5.1 ขอบเขตของการวิจัย

5.1.1 ชาสมุนไพร หมายถึง เครื่องดื่มที่ผลิตจากพืชสมุนไพรชนิดต่าง ๆ ที่มีกลิ่นรสที่หอมละมุนทำให้ได้สรรพคุณต่าง ๆ ของพืชสมุนไพรที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น สารต้านอนุมูลอิสระ บำรุงสุขภาพแก้หวัด เป็นต้น ชาสมุนไพรมีรูปแบบและวิธีการบริโภคเช่นเดียวกับชา สามารถดื่มได้ ทั้งร้อนและเย็น ดังนั้นชาดอกชี้เหล็กผสม ดอกเก็กฮวยพร้อมชงนี้จึงเป็นชาสมุนไพรชนิดหนึ่ง

5.1.2 ดอกชี้เหล็กที่คณะผู้วิจัยใช้เป็นดอกชี้เหล็กที่ขึ้นเองตามธรรมชาติ มีความเหมาะสมที่จะนำมาผลิตเป็นชาเพื่อสุขภาพ เนื่องจากชี้เหล็กเป็นพืชที่ขึ้นง่าย เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี ประกอบกับมีรสขมจึงไม่มีแมลงมารบกวน ทำให้ปลอดภัยและปราศจากสารเคมี

5.1.3 คณะผู้วิจัยใช้ดอกเก็กฮวยอบแห้งเพื่อปรับปรุงกลิ่นของน้ำชาให้หอมยิ่งขึ้น และใช้หญ้าหวานอบแห้งปรับปรุงรสชาติของน้ำชาให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งหาซื้อได้ตามร้านขายยาสมุนไพรทั่วไป

5.1.4 ในกระบวนการอบแห้งดอกชี้เหล็กนั้น คณะผู้วิจัยได้นำดอกชี้เหล็กไปลวกในน้ำเกลือก่อน ทั้งนี้เนื่องจากการลวกในน้ำเกลือจะช่วยลดความขมของ

ดอกชี้เหล็กลงได้ (ช่อลัดดา เทียงพุก, อุไร เผ่าสังข์ทอง, เย็นใจ จิตะฐาน, สมจิต อ่อนเหม และวินศ ภูมินาศ, 2553, หน้า 538-546) และนำมาอบแห้งด้วยวิธีวิธีการทำแห้ง (Drying) โดยใช้เตาอบลมร้อนของแผนกวิชาอาหารและโภชนาการ เพื่อกำจัดน้ำที่มีอยู่ในอาหารโดยการระเหยน้ำออกไปซึ่งเป็นการยืดอายุการเก็บรักษาอาหารได้นาน มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และการทำงานของเอนไซม์

5.1.5 ความพึงพอใจของผู้บริโภค พิจารณาได้จากสี กลิ่น และรสชาติ ที่มีต่อชาดอกชี้เหล็กผสมดอกเก็กฮวยพร้อมชง ได้มาจากการสอบถามกลุ่มผู้บริโภคที่นิยมดื่มชา จำนวน 50 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายประกอบด้วย ครู นักเรียน นักศึกษาวิทยาลัยอาชีวศึกษาสุพรรณบุรี และคนในชุมชน

5.1.6 ระดับความพึงพอใจของผู้บริโภค พิจารณาโดยใช้เกณฑ์ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554)

คะแนนเฉลี่ย ระดับความพึงพอใจ

4.51 – 5.00 อยู่ในระดับมากที่สุด

3.51 – 4.50 อยู่ในระดับมาก

2.51 – 3.50 อยู่ในระดับปานกลาง

1.51 – 2.50 อยู่ในระดับน้อย

1.00 – 1.50 อยู่ในระดับน้อยที่สุด

5.2 วัสดุและอุปกรณ์

5.2.1 ดอกชี้เหล็ก เก็บจากริมถนนในบริเวณ ต. ย่านยาว อ. สามชุก จ. สุพรรณบุรี

5.2.2 ดอกเก็กฮวย ซื้อจากร้านขายสมุนไพรใน อ. เมือง จ. สุพรรณบุรี

5.2.3 หญ้าหวาน ซื้อจากร้านขายสมุนไพรใน อ. เมือง จ. สุพรรณบุรี

5.2.4 น้ำเปล่า

5.2.5 เตาอบลมร้อนยี่ห้อ ZUNUSS รุ่น FCV/E10

5.2.6 เครื่องปั่นอาหารยี่ห้อ OTTO รุ่น BE - 120

5.2.7 เครื่องชั่งสุญญากาศ ยี่ห้อ BROTHER รุ่น DZ - 280A

5.2.8 เครื่องชั่งอาหารยี่ห้อ CAMRY รุ่น KITCHEN SCALE

5.2.9 ขอบบรรจุชา

5.2.10 ชุดชงชา

5.2.11 ถังชิลลิ่ง

5.2.12 หม้อ

5.2.13 กระชอน

5.3 วิธีดำเนินการวิจัย

5.3.1 การศึกษาระยะเวลาในการลวกดอกชี้เหล็กในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน

5.3.1.1 นำดอกชี่เหล็ก 500 กรัม ล้างน้ำให้สะอาด ผึ่งให้แห้ง แบ่งดอกชี่เหล็กเป็น 5 ชุด ชุดละ 100 กรัม ไปลวกในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้น 1% (เกลือ 1 กรัม น้ำเปล่า 100 มิลลิลิตร) และ 3% (เกลือ 3 กรัม น้ำเปล่า 100 มิลลิลิตร) ตามเวลาที่กำหนดไว้ ดังนี้

ชุดที่ 1 เวลาลวก 3 นาทีในน้ำเกลือเข้มข้น 1%

ชุดที่ 2 เวลาลวก 3 นาทีในน้ำเกลือเข้มข้น 3%

ชุดที่ 3 เวลาลวก 5 นาทีในน้ำเกลือเข้มข้น 1%

ชุดที่ 4 เวลาลวก 5 นาทีในน้ำเกลือเข้มข้น 3%

ชุดที่ 5 ไม่ลวก (ชุดควบคุม)

5.3.1.2 นำดอกชี่เหล็กที่ลวกแล้วทั้ง 5 ชุด ตักใส่ในแก้ว แก้วละ 10 กรัม (ปริมาณดอกชี่เหล็กเท่ากันทุกแก้ว) เทน้ำเดือดลงไปครึ่งแก้ว (ปริมาณน้ำเท่ากันทุกแก้ว) แช่ดอกชี่เหล็กไว้เป็นเวลา 3 นาที (ระยะเวลาแช่เท่ากัน) ตักดอกชี่เหล็กออก สังเกตและบันทึกผล สี กลิ่น ความขุ่น และความขมของน้ำชาแต่ละชุด แล้วเลือกดอกชี่เหล็กที่มีคุณภาพดีที่สุด 1 ชุด ไปทดลองในขั้นตอนต่อไป

5.3.2 การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบดอกชี่เหล็ก

5.3.2.1 นำดอกชี่เหล็กที่ลวกในน้ำเกลือแล้วจากข้อ 5.3.1 ที่มีคุณภาพดีที่สุด แบ่งเป็น 3 ชุด ชุดละ 100 กรัม ใส่ถาด นำเข้าตู้อบลมร้อนเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ตั้งอุณหภูมิดังนี้

ชุดที่ 1 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

ชุดที่ 2 อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

ชุดที่ 3 ไม่อบ (ชุดควบคุม)

5.3.2.2 นำดอกชี่เหล็กทั้ง 3 ชุด ตักใส่ในแก้ว แก้วละ 10 กรัม (ปริมาณดอกชี่เหล็กเท่ากันทุกแก้ว) เทน้ำเดือดลงไปครึ่งแก้ว (ปริมาณน้ำเท่ากันทุกแก้ว) แช่ดอกชี่เหล็กไว้เป็นเวลา 3 นาที (ระยะเวลาแช่เท่ากัน) ตักดอกชี่เหล็กออก สังเกตและบันทึกผล สี กลิ่น ความขุ่น และความขมของน้ำชาแต่ละชุด แล้วเลือกดอกชี่เหล็กที่มีคุณภาพดีที่สุด 1 ชุด ไปทดลองในขั้นตอนต่อไป

5.3.3 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างดอกชี่เหล็กและดอกเก็กฮวย

5.3.3.1 นำดอกชี่เหล็กที่อบแห้งแล้วจากข้อ 5.3.2 ที่มีคุณภาพดีที่สุด จำนวน 400 กรัม ใส่ในเครื่องปั่นจนละเอียด ตักขึ้นพักไว้ในถ้วย

5.3.3.2 นำดอกเก็กฮวยอบแห้งจำนวน 200 กรัม ใส่ในเครื่องปั่นให้ละเอียด ตักขึ้นพักไว้ในถ้วย

5.3.3.3 นำดอกชี่เหล็กและดอกเก็กฮวยผสมให้เข้ากัน ตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้ 5 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 ดอกชี่เหล็ก 90 กรัม ดอกเก็กฮวย 10 กรัม

ชุดที่ 2 ดอกชี่เหล็ก 80 กรัม ดอกเก็กฮวย 20 กรัม

ชุดที่ 3 ดอกชี่เหล็ก 70 กรัม ดอกเก็กฮวย 30 กรัม

ชุดที่ 4 ดอกชี่เหล็ก 60 กรัม ดอกเก็กฮวย 40 กรัม

ชุดที่ 5 ดอกชี่เหล็ก 50 กรัม ดอกเก็กฮวย 50 กรัม

5.3.3.4 ตักส่วนผสมทั้ง 5 ชุด ใส่ซองชาซองละ 10 กรัม (ปริมาณเท่ากันทุกซอง) ใช้เครื่องซีลปิดปากซองชาให้สนิท

5.3.3.5 นำซองชาทั้ง 5 ชุด ใส่ในแก้ว แก้วละ 1 ซอง เทน้ำเดือดลงไปครึ่งแก้ว (ปริมาณน้ำเท่ากันทุกแก้ว) แช่ชาไว้เป็นเวลา 3 นาที (ระยะเวลาแช่เท่ากัน) นำซองชาออก สังเกตและบันทึกผล สี กลิ่น ความขุ่น และความขมของน้ำชาแต่ละชุด แล้วเลือกดอกชี่เหล็กที่มีคุณภาพดีที่สุด 1 ชุด ไปทดลองในขั้นตอนต่อไป

5.3.4 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของใบหญ้าหวานและดอกชี่เหล็กผสมดอกเก็กฮวย

5.3.4.1 นำใบหญ้าหวานอบแห้ง 150 กรัม ใส่ในเครื่องปั่นให้ละเอียด ตักขึ้นพักไว้ในถ้วย

5.3.4.2 นำดอกชี่เหล็กผสมดอกเก็กฮวยจากข้อ 5.3.3 ที่มีคุณภาพดีที่สุด มาผสมกับใบหญ้าหวานปั่นตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้ 5 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 ดอกชี่เหล็กผสมดอกเก็กฮวย 90 กรัม ใบหญ้าหวาน 10 กรัม

ชุดที่ 2 ดอกชี่เหล็กผสมดอกเก็กฮวย 80 กรัม ใบหญ้าหวาน 20 กรัม

ชุดที่ 3 ดอกชี่เหล็กผสมดอกเก็กฮวย 70 กรัม ใบหญ้าหวาน 30 กรัม

ชุดที่ 4 ดอกชี่เหล็กผสมดอกเก็กฮวย 60 กรัม ใบหญ้าหวาน 40 กรัม

ชุดที่ 5 ดอกชี่เหล็กผสมดอกเก็กฮวย 50 กรัม ใบหญ้าหวาน 50 กรัม

5.3.4.3 ตักส่วนผสมทั้ง 5 ชุด ใส่ซองชาซองละ 10 กรัม (ปริมาณเท่ากันทุกซอง) ใช้เครื่องซีลปิดปากซองชาให้สนิท

5.3.4.4 นำซองชาทั้ง 5 ชุด ใส่ในแก้วแก้วละ 1 ซอง เทน้ำเดือดลงไปครึ่งแก้ว (ปริมาณน้ำเท่ากันทุกแก้ว) แช่ชาไว้เป็นเวลา 3 นาที (ระยะเวลาแช่เท่ากัน) นำซองชาออก สังเกตและบันทึกผล สี กลิ่น ความขุ่น และความขมของน้ำชาแต่ละชุด แล้วเลือกดอกช้เหล็กที่มีคุณภาพดีที่สุด 1 ชุด ไปทดลองในขั้นตอนต่อไป

5.3.5 การศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อชาดอกช้เหล็กผสมดอกเก๊กฮวยพร้อมขง

5.3.5.1 ชงชาดอกช้เหล็กผสมดอกเก๊กฮวยจากข้อ 5.3.4 ที่มีคุณภาพดีที่สุดใส่แก้ว

5.3.5.2 นำชาดอกช้เหล็กผสมดอกเก๊กฮวยให้ผู้บริโภคที่นิยมดื่มชาจำนวน 50 คน ทดลองชิมเพื่อให้คะแนนความพึงพอใจในคุณลักษณะของสี กลิ่นรสชาติ ประโยชน์ที่ได้รับ ความปลอดภัย และบรรจจุณธ์ของชา

5.3.5.3 นำผลการให้คะแนนความพึงพอใจไปวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าเฉลี่ย และระดับความพึงพอใจในภาพรวม

6. ผลการวิจัย

6.1 การศึกษาระยะเวลาในการลวกดอกช้เหล็กในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน

ตารางที่ 1 แสดงระยะเวลาในการลวกดอกช้เหล็กในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน

ชุดที่	เวลาลวก (นาที)	ความเข้มข้นน้ำเกลือ (%)	คุณภาพของน้ำชา			
			สี	กลิ่น	ความขุ่น	ความขม
1	3	1	เหลืองเข้ม	กลิ่นช้เหล็กมาก	ใส ไม่ขุ่น	ขมมาก
2	3	3	เหลืองเข้ม	กลิ่นช้เหล็กมาก	ขุ่นเล็กน้อย	ขมมาก
3	5	1	เหลือง	กลิ่นช้เหล็ก	ใส ไม่ขุ่น	ขม
4	5	3	เหลือง	กลิ่นช้เหล็ก	ขุ่นเล็กน้อย	ขม
5	ไม่ลวก (ชุดควบคุม)		เหลืองอ่อน	กลิ่นช้เหล็กเล็กน้อย	ใส ไม่ขุ่น	ขมน้อย

จากตารางที่ 1 การทดลองชุดที่ 3 ที่ใช้ระยะเวลาในการลวกดอกช้เหล็ก 5 นาที และความเข้มข้นของน้ำเกลือ 1% มีคุณภาพดีที่สุดเนื่องจากน้ำชา

มีลักษณะสีเหลืองใส ไม่ขุ่น มีกลิ่นและรสชาติ ความขมจากดอกช้เหล็กไม่มากไม่น้อยจนเกินไป

6.2 การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบดอกช้เหล็ก

ตารางที่ 2 แสดงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบดอกช้เหล็ก

ชุดที่	อุณหภูมิการอบ (องศาเซลเซียส)	คุณภาพของน้ำชา			
		สี	กลิ่น	ความขุ่น	ความขม
1	60	เหลือง	กลิ่นช้เหล็ก	ใส ไม่ขุ่น	ขม
2	70	เหลืองเข้ม	กลิ่นช้เหล็กปนกลิ่นไหม้เล็กน้อย	ใส ไม่ขุ่น	ขม
3	ไม่อบ (ชุดควบคุม)	เหลืองอ่อน	กลิ่นช้เหล็กมาก	ใส ไม่ขุ่น	ขม

จากตารางที่ 2 การทดลองชุดที่ 1 ที่ใช้อุณหภูมิในการอบดอกช้เหล็ก 60 องศาเซลเซียสมีคุณภาพดีที่สุดเนื่องจากน้ำชามีลักษณะสีเหลืองใสมีกลิ่นและรสชาติความขมจากช้เหล็กไม่มากไม่น้อยจนเกินไป

6.3 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างดอกช้เหล็กและดอกเก๊กฮวย

ตารางที่ 3 แสดงอัตราส่วนที่เหมาะสมของดอกขี้เหล็กและดอกเก๊กฮวยในการผลิตเป็นชาพร้อมชง

การทดลอง	ปริมาณดอกขี้เหล็ก	ปริมาณดอกเก๊กฮวย	คุณภาพของน้ำชา			
			สี	กลิ่น	ความชุ่ม	ความขม
ชุดที่ 1	9 กรัม	1 กรัม	เหลืองอ่อน	ขี้เหล็ก	ใส ไม่ชุ่ม	ขมมาก
ชุดที่ 2	8 กรัม	2 กรัม	เหลือง	ขี้เหล็ก	ใส ไม่ชุ่ม	ขมมาก
ชุดที่ 3	7 กรัม	3 กรัม	เหลือง	ขี้เหล็กและเก๊กฮวย	ใส ไม่ชุ่ม	ขม
ชุดที่ 4	6 กรัม	4 กรัม	เหลืองเข้ม	เก๊กฮวย	ใส ไม่ชุ่ม	ขมน้อย
ชุดที่ 5	5 กรัม	5 กรัม	เหลืองเข้ม	เก๊กฮวย	ใส ไม่ชุ่ม	ขมน้อย

จากตารางที่ 3 การทดลองชุดที่ 3 ที่มีปริมาณดอกขี้เหล็ก 7 กรัม และดอกเก๊กฮวย 3 กรัม มีคุณภาพดีที่สุด เนื่องจากเมื่อทดสอบโดยใช้ประสาทสัมผัสแล้ว น้ำชาที่ได้มีสีเหลืองใส นำรับประทาน มีกลิ่นหอมของทั้ง

ดอกขี้เหล็กและดอกเก๊กฮวย และมีรสชาติความขมจากดอกขี้เหล็กไม่มากไม่น้อยจนเกินไป

6.4 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของใบหญ้าหวานและดอกขี้เหล็กผสมดอกเก๊กฮวย

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณที่เหมาะสมของใบหญ้าหวานในการผลิตชาดอกขี้เหล็กผสมดอกเก๊กฮวย

การทดลอง	ปริมาณดอกขี้เหล็กและดอกเก๊กฮวย	ปริมาณใบหญ้าหวาน	คุณภาพของน้ำชา			
			สี	กลิ่น	ความชุ่ม	ความขม
ชุดที่ 1	9 กรัม	1 กรัม	เหลือง	ขี้เหล็กและเก๊กฮวย	ใส ไม่ชุ่ม	ขมมากกว่า
ชุดที่ 2	8 กรัม	2 กรัม	เหลือง	ขี้เหล็กและเก๊กฮวย	ใส ไม่ชุ่ม	ขมพอดีกับหวาน
ชุดที่ 3	7 กรัม	3 กรัม	เหลือง	ขี้เหล็กและเก๊กฮวย	ใส ไม่ชุ่ม	หวาน
ชุดที่ 4	6 กรัม	4 กรัม	เหลือง	ขี้เหล็กและเก๊กฮวย	ใส ไม่ชุ่ม	หวานมากกว่า
ชุดที่ 5	5 กรัม	5 กรัม	เหลือง	ขี้เหล็กและเก๊กฮวย	ใส ไม่ชุ่ม	หวานมากกว่า

จากตารางที่ 4 การทดลองชุดที่ 2 ที่มีปริมาณดอกขี้เหล็กผสมดอกเก๊กฮวย 8 กรัม และใบหญ้าหวาน 2 กรัม มีคุณภาพดีที่สุด เนื่องจากเมื่อทดสอบโดยใช้ประสาทสัมผัสแล้ว น้ำชาที่ได้มีสีเหลืองใส มีกลิ่นหอมของ

ทั้งดอกขี้เหล็กและดอกเก๊กฮวยและมีรสชาติความขมกับความหวานพอดิกันไม่มากไม่น้อยจนเกินไป

6.5 การศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อชาดอกขี้เหล็กผสมดอกเก๊กฮวยพร้อมชง

ตารางที่ 5 ผลของความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อชาดอกขี้เหล็กผสมดอกเก๊กฮวย

รายการประเมิน	ความพึงพอใจของผู้บริโภค		
	($\bar{X}$)	(S.D.)	ระดับความพึงพอใจ
1. สีของน้ำชา	4.72	0.45	มากที่สุด
2. กลิ่นของชา	4.32	0.77	มาก
3. รสชาติของชา	4.30	0.71	มาก
4. ประโยชน์ที่ได้รับจากชา	4.56	0.64	มากที่สุด
5. ความปลอดภัยชา	4.34	0.77	มาก
6. บรรจุภัณฑ์ของชา	4.66	0.48	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.48	0.64	มาก

จากตารางที่ 5 ผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อชาดอกขี้เหล็กผสมดอกเก๊กฮวยพร้อมซังโดยเฉลี่ยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวม 4.48 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.64 เมื่อพิจารณาในรายการย่อย พบว่าอยู่ในระดับมากที่สุด 3 รายการ เรียงตามลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย ได้แก่ อันดับที่ 1 สีของน้ำชา อันดับที่ 2 บรรจุภัณฑ์ของชา และอันดับที่ 3 ประโยชน์ที่ได้รับจากชา

7. สรุปผลการวิจัย

7.1 ระยะเวลาในการลวกดอกขี้เหล็ก 5 นาที และความเข้มข้นของน้ำเกลือ 1% มีคุณภาพดีที่สุด เนื่องจากน้ำชามีลักษณะสีเหลืองใส ไม่ขุ่น มีกลิ่นและรสชาติความขมจากดอกขี้เหล็กไม่มากไม่น้อยจนเกินไป

7.2 อุณหภูมิในการอบดอกขี้เหล็ก 60 องศาเซลเซียส มีคุณภาพดีที่สุด เนื่องจากน้ำชามีลักษณะสีเหลืองใส มีกลิ่นและรสชาติความขมจากขี้เหล็กไม่มากไม่น้อยจนเกินไป

7.3 ปริมาณดอกขี้เหล็ก 7 กรัม และดอกเก๊กฮวย 3 กรัม มีคุณภาพดีที่สุด เนื่องจากน้ำชาที่มีสีเหลืองใส นารับประทาน มีกลิ่นหอมของทั้งดอกขี้เหล็กและดอกเก๊กฮวย และมีรสชาติความขมจากดอกขี้เหล็กไม่มากไม่น้อยจนเกินไป

7.4 ปริมาณดอกขี้เหล็กผสมดอกเก๊กฮวย 8 กรัม และใบหญ้าหวาน 2 กรัม มีคุณภาพดีที่สุด เนื่องจากน้ำชาที่มีสีเหลืองใส มีกลิ่นหอมของทั้งดอกขี้เหล็กและดอกเก๊กฮวย และมีรสชาติความขมกับความหวานพอดีกันไม่มากไม่น้อยจนเกินไป

7.5 ผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อชาดอกขี้เหล็กผสมดอกเก๊กฮวยพร้อมซัง โดยเฉลี่ยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวม 4.48 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.64 โดยมีรายการย่อยที่อยู่ในระดับมากที่สุด 3 รายการ ได้แก่ อันดับที่ 1 สีของน้ำชา อันดับที่ 2 บรรจุภัณฑ์ของชา และอันดับที่ 3 ประโยชน์ที่ได้รับจากชา

8. อภิปรายผลการวิจัย

8.1 จากผลการวิจัยพบว่า ระยะเวลาในการลวกดอกขี้เหล็ก 5 นาที และความเข้มข้นของน้ำเกลือ 1% มีคุณภาพดีที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าระยะเวลาการลวกดอกขี้เหล็กมีผลต่อสีและความขมของน้ำชา กล่าวคือ ถ้าใช้เวลาน้อยสีจะเข้มและขมกว่าใช้เวลาลวกมาก ส่วนความเข้มข้นน้ำเกลือจะมีผลต่อความขุ่นของน้ำชาซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ (ช่อลัดดา เทียงพุท, อุไร เผ่าสังข์ทอง, เย็นใจ จิตะฐาน, สมจิต อ่อนเหม และ

วินศ ภูมินาศ, 2553, หน้า 538-546) ที่ว่าเกลือจะไปทำให้ผนังเซลล์ของขี้เหล็กแตกออกจึงทำให้น้ำชาขุ่นได้

8.2 จากผลการวิจัยพบว่าอุณหภูมิในการอบดอกขี้เหล็ก 60 องศาเซลเซียส มีคุณภาพดีที่สุด ทั้งนี้เนื่องมาจากน้ำชามีลักษณะสีเหลืองใสมีกลิ่นและรสชาติความขมจากขี้เหล็กไม่มากไม่น้อยจนเกินไป เพราะอุณหภูมิที่สูงเกินไปจะทำให้ดอกขี้เหล็กมีสีเข้มขึ้น น้ำชาที่ได้จึงมีสีเหลืองเข้ม และมีกลิ่นไหม้ซึ่งสอดคล้องกับหลักการแปรรูปอาหาร (จินตนา ศรีผุย, 2546, หน้า 58-64) ซึ่งกล่าวว่าการอบแห้งจะใช้เวลาตามชนิดของผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันออกไป และควรใช้อุณหภูมิต่ำในช่วง 50 – 70 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการเกิดการเปลี่ยนแปลงสีอันเกิดจากปฏิกิริยาสีน้ำตาล

8.3 จากผลการวิจัยพบว่าปริมาณดอกขี้เหล็ก 7 กรัม และดอกเก๊กฮวย 3 กรัม มีคุณภาพดีที่สุด ทั้งนี้เนื่องมาจากดอกขี้เหล็กและดอกเก๊กฮวยที่อบแห้งแล้วจะมีสีเหลืองเข้มและกลิ่นหอม เมื่อผสมกันในอัตราส่วนที่เหมาะสมจะทำให้ได้น้ำชาที่มีสีเหลืองที่ไม่เข้มหรืออ่อนจนเกินไป นอกจากนี้กลิ่นหอมของดอกเก๊กฮวยจะช่วยลดกลิ่นของดอกขี้เหล็กได้บ้าง แต่ยังคงกลิ่นของดอกขี้เหล็กอ่อน ๆ ส่วนด้านรสชาติ ถ้าปริมาณดอกขี้เหล็กมากจะทำให้มีความขมมาก หากปริมาณดอกเก๊กฮวยมากกว่าจะทำให้ความขมลดลง ซึ่งสอดคล้องกับประโยชน์ของเก๊กฮวย (โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี, 2558) ที่ว่าเป็นสมุนไพรฤทธิ์เย็นให้ความสดชื่นแก่ร่างกายได้ดีมีรสหวานฝาดดอกมีกลิ่นฉุนแต่พอนำมาต้มน้ำแล้วจะมีกลิ่นหอมมากเพราะในดอกของเก๊กฮวยมีน้ำมันหอมอยู่มากจึงนิยมนำมาทำเครื่องดื่มหรือผสมในเครื่องดื่ม

8.4 จากผลการวิจัยพบว่า ปริมาณดอกขี้เหล็กผสมดอกเก๊กฮวย 8 กรัม และใบหญ้าหวาน 2 กรัม มีคุณภาพดีที่สุด ทั้งนี้เนื่องมาจากน้ำชาที่ได้มีสีเหลืองใส มีกลิ่นหอมของทั้งดอกขี้เหล็กและดอกเก๊กฮวย และมีรสชาติความขมกับความหวานพอดีกันไม่มากไม่น้อยจนเกินไป เนื่องจากใบหญ้าหวานนั้นจะมีความหวานมาก หากใส่มากเกินไปจะทำให้น้ำชาหวานมากซึ่งไม่เป็นที่นิยมของผู้ที่ชอบดื่มชา แต่ถ้าใส่น้อยเกินไปจะทำให้ชาขมขมอยู่ ไม่สามารถกลบรสขมของดอกขี้เหล็กได้ ซึ่งสอดคล้องกับประโยชน์ของหญ้าหวาน (โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี, 2558) ที่ว่าส่วนใหญ่ให้นำมาชงดื่มหรือนำไปผสมกับเครื่องดื่มเพราะให้ความหวานมากกว่าน้ำตาล 200 – 300 เท่ามีความหนา

ต่อกรดและความร้อน และไม่ถูกย่อยสลายด้วยสารจุลินทรีย์ เมื่อใช้หญาหวานกับอาหารหรือเครื่องดื่มจึงไม่ทำให้เกิดการเน่าเสีย และไม่กลายเป็นสีน้ำตาลเมื่อผ่านความร้อนสูง ซึ่งทำให้ถูกนำไปใช้ในการผลิตอาหารหรือเครื่องดื่มหลายชนิด

8.5 จากผลการวิจัยพบว่าผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อชาดอกชี่เหล็กผสมดอกเก๊กฮวยพร้อมชง โดยเฉลี่ยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ที่เป็นเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากเป็นที่รู้จักโดยทั่วไปในประโยชน์และคุณค่าจากดอกชี่เหล็กที่ช่วยบำรุงโลหิต บำรุงน้ำดี ช่วยทำให้เจริญอาหาร และมีฤทธิ์เป็นยานอนหลับอ่อน ๆ ทำให้นอนหลับสบาย ส่วนดอกเก๊กฮวยมีสรรพคุณมากมาย อาทิ ช่วยดับพิษร้อน ขับลม ขับเหงื่อ แก้อ่อนใน (โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี, 2558) และใบหญาหวานเป็นสมุนไพรที่มีความหวานมากกว่าน้ำตาล แต่เป็นความหวานที่ไม่ก่อให้เกิดพลังงาน จึงนำมาใช้ช่วยในการรักษาผู้ป่วยโรคเบาหวาน ลดระดับน้ำตาลในเส้นเลือดเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด (โครงการความร่วมมือขับเคลื่อนนวัตกรรมระหว่างประเทศ, ม.ป.ป.) จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ชาดอกชี่เหล็กผสมดอกเก๊กฮวยเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภค เพราะนอกจากจะมีสีสันทที่ชวนดื่ม กลิ่น และรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์ของดอกชี่เหล็กและดอกเก๊กฮวยแล้วยังเป็นชาที่ผลิตจากสมุนไพรพื้นบ้านที่มีประโยชน์และสรรพคุณมากมาย ตลอดจนยังเป็นสมุนไพรที่ปลอดภัยและปราศจากสารเคมีที่เป็นอันตราย

9. ข้อเสนอแนะ

9.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้เพื่อให้ได้น้ำชาที่มีคุณภาพดีในการชงชาควรใช้น้ำที่มีอุณหภูมิประมาณ 90 - 100 องศาเซลเซียส และแช่ชาไว้ 3 - 5 นาที

9.2 ข้อเสนอแนะในการทำงานวิจัยครั้งต่อไปควรทำการศึกษาโดยใช้พืชสมุนไพรชนิดอื่น ๆ ที่สามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น ควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความคงทนของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์และควรศึกษาเกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ชา โดยใช้เครื่องมือตรวจสอบที่ได้มาตรฐาน อาทิ ค่าสีของน้ำชา ความขุ่น ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณวิตามินต่าง ๆ เป็นต้น

10. เอกสารอ้างอิง

- โครงการความร่วมมือขับเคลื่อนนวัตกรรมระหว่างประเทศ. (ม.ป.ป.). **หญาหวาน**. ค้นเมื่อ พฤษภาคม 20, 2558, จาก <http://www.yawangreensweet.com/customize-AboutStevia-27761-1.html>
- โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. (2558). **เก๊กฮวย สรรพคุณไม่ธรรมดา จัดเป็นยากลิ่นหอม สมุนไพรดับร้อนให้ร่างกาย**. ค้นเมื่อ พฤษภาคม 23, 2558, จาก <https://health.kapook.com/view191143.html>
- โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. (2558). **ชี่เหล็กบ้าน**. ค้นเมื่อ พฤษภาคม 23, 2558, จาก <http://rspg.vru.ac.th/searchs/show/40>
- จินตนา ศรีผุย. (2546, มกราคม-มีนาคม). การแปรรูปผักและผลไม้แช่อิ่ม. **ศูนย์บริการวิชาการ**, 11, (1), หน้า 58-64.
- ช่อลัดดา เทียงพุท, อุไร เผ่าสังข์ทอง, เย็นใจ ฐิตะฐาน, สมจิต อ่อนเหม และวินัส ภูมินาศ. (2553). ผลการต้มใบชี่เหล็กต่อปริมาณแอนโธโกราคล. ใน **รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48** (3-5 กุมภาพันธ์ หน้า 538-546). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ดิสไทย. (2558). **ชี่เหล็ก ประโยชน์ดี ๆ สรรพคุณเด่นๆ และข้อมูลงานวิจัย**. ค้นเมื่อ พฤษภาคม 22, 2558, จาก <https://www.disthai.com>
- บุญชุม ศรีสะอาด. (2554). **การวิจัยเบื้องต้น**. (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- โรงพยาบาลกรุงเทพพัทยา. (2558). **นอนไม่พอ ลดทอนความจำ**. ค้นเมื่อ พฤษภาคม 23, 2558, จาก <https://www.bangkokpattayahospital.com/th/healthcare-services/neuroscience-center-th/neuroscience-articles-th/item/423-sleep-deprivation-impairs-memory-th.html>



ใบสมัครสมาชิกวารสารการอาชีวศึกษาภาคกลาง

ข้าพเจ้า นาย/นาง/นางสาว

☐ บุคคลทั่วไป

☐ นักศึกษา

ขอสมัครเป็นสมาชิกวารสารการอาชีวศึกษาภาคกลาง (กำหนดออกปีละ 2 ฉบับ)

☐ สมาชิก 1 ปี อัตราค่าสมาชิก 200 บาท

ที่อยู่ในการจัดส่งวารสาร

ชื่อ.....นามสกุล.....

บ้านเลขที่.....หมู่ที่.....ถนน.....

ตำบล/แขวง.....อำเภอ/เขต.....จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....

โทรศัพท์.....โทรสาร.....E-mail

การชำระค่าสมาชิก

ได้ส่งเงินค่าสมาชิก จำนวนบาท (.....)

โดยชำระเป็น

☐ เงินสด ณ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 4 (กรณีสมัครด้วยตนเอง)

☐ โอนเข้าบัญชี วารสารการอาชีวศึกษาภาคกลาง ธนาคารกรุงไทย สาขานครปฐม เลขที่บัญชี 701 - 3 - 46076 - 1

กรุณาส่งใบสมัครพร้อมใบนำฝากธนาคารมาที่ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 4 เลขที่ 90 ถนนเทศบาล ตำบลพระปฐมเจดีย์ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000 หรือ E-mail : IVEC4Central@gmail.com

ลงชื่อ.....ผู้สมัคร



วารสาร ISSN 2586 - 8985



การอาชีวศึกษาภาคกลาง

Vocational Education Central Region Journal

สาระสังเขปของวารสาร

วารสารการอาชีวศึกษาภาคกลาง จัดทำโดยสถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 1 – 5 เป็นวารสารวิชาการราย 6 เดือน จัดพิมพ์เผยแพร่ปีละ 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม ตีพิมพ์บทความจากผู้เขียน ทั้งภายในและภายนอกสถาบันฯ โดยทุกบทความที่ตีพิมพ์ในวารสารต้องได้รับการพิจารณาจากคณะกรรมการ ผู้ทรงคุณวุฒิที่เชี่ยวชาญ (Peer Review) ทั้งภายในและภายนอกสถาบันฯ จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ท่าน

วัตถุประสงค์ (Aim and Scope)

วารสารการอาชีวศึกษาภาคกลาง มีนโยบายเพื่อเป็นสื่อกลางในการเผยแพร่ผลงานการศึกษา การวิจัย ด้านการอาชีวศึกษา เทคโนโลยี อุตสาหกรรม สารสนเทศ คหกรรม สังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์แก่ชุมชนและสังคม ทั้งยังพัฒนาคุณภาพการศึกษา ส่งเสริมการเผยแพร่ผลงานวิชาการของบุคลากรทางการศึกษา นักวิชาการ นักวิจัยและผู้สนใจทั่วไป รวมทั้งสนับสนุนการศึกษา ค้นคว้าให้เกิดการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ และองค์ความรู้ทางวิชาการในวิชาชีพแก่บุคลากรทางการศึกษาด้านอาชีวและเทคนิคศึกษา

ประเภทของบทความ (Types of articles)

บทความวิจัย (Research Article) บทความวิชาการ (Original Article) และบทความพิเศษ (Special articles)

คำแนะนำการเตรียมต้นฉบับ

เกณฑ์การพิจารณาต้นฉบับ

บทความที่จะได้รับการพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารการอาชีวศึกษาภาคกลาง ต้องเป็นผลงานที่ไม่เคยตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารอื่น ๆ มาก่อน ต้องผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิที่เชี่ยวชาญ (Peer Review) จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ท่าน และจะต้องมีการจัดพิมพ์ถูกต้องตามรูปแบบที่วารสารการอาชีวศึกษาภาคกลางกำหนด จัดพิมพ์ต้นฉบับด้วยตัวอักษรแบบ TH SarabunPSK 14 pt. จำนวนไม่เกิน 15 หน้า กระดาษ A4 ซึ่งสามารถศึกษาจาก “คำแนะนำการจัดทำบทความสำหรับวารสารการอาชีวศึกษาภาคกลาง”

ขั้นตอนการเตรียมต้นฉบับ

1. บทความวิจัย

- 1) ชื่อเรื่องให้เขียนชื่อเรื่องเป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ (ตัวอักษรแบบ TH SarabunPSK 18 pt. หนา)
- 2) ชื่อผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัย ให้ระบุทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษหากมีผู้วิจัยหลายคนให้ใช้หมายเลขกำกับ (ตัวอักษรแบบ TH SarabunPSK 16 pt. ปกติ) และระบุรายละเอียดของผู้เขียน หน่วยงานต้นสังกัด และอีเมล (ตัวอักษรแบบ TH SarabunPSK 14 pt. ปกติ)
- 3) บทคัดย่อให้มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และควรมีคำสำคัญ (Keywords) จำนวน 2 – 5 คำ (ตัวอักษรแบบ TH SarabunPSK 14 pt. ปกติ)
- 4) เนื้อเรื่อง (ตัวอักษรแบบ TH SarabunPSK 14 pt. ปกติ) ประกอบด้วย
 1. บทนำ
 2. วัตถุประสงค์การวิจัย
 3. สมมติฐานของการวิจัย (ถ้ามี)

4. กรอบแนวคิดการวิจัย (ถ้ามี)
5. วิธีการดำเนินการวิจัย
6. ผลการวิจัย
7. สรุปผลการวิจัย
8. อภิปรายผลการวิจัย
9. ข้อเสนอแนะ

10. ใช้การอ้างอิงตามแนว เอพีเอ (APA-American Psychological Association edition) ทั้งเอกสารอ้างอิงที่เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ตามตัวอย่างดังนี้ (2 คอลัมน์)

ภาษาไทย

ออนไลน์

ทิพวรรณ พัทธานกุล. (2559). จรรยาบรรณนักวิจัย. ค้นเมื่อ พฤษภาคม 3, 2548, จาก http://www.kalathai.com/think/view_hot.php?article_id=9

การประชุม, อบรม, สัมมนา

วันชัย ศิริชนะ. (2541). การประกันคุณภาพการศึกษา ระดับอุดมศึกษา. ใน รายงานการสัมมนา เรื่อง ห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษากับประกันคุณภาพการศึกษา (2-4 ธันวาคม หน้า 69-74). เชียงใหม่: กองห้องสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

วารสาร

วัลลภ สันติประชา และชูศักดิ์ ณรงค์เดช. (2553, มีนาคม). คุณภาพเมล็ดถั่วเขียวในภาคใต้. เกษตรศาสตร์, 49, (4), หน้า 1-16.

หนังสือ

กฤษณะ เรืองเดช. (2552). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: ผนึกไทย.

วิทยานิพนธ์

สมศักดิ์ รักษ์วงศ์. (2528). การศึกษาการใช้ยาชนิดต่าง ๆ ในการป้องกันโรคสนิมของถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์ ปริญญาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย สาขาวิชาการบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

พจนานุกรม

ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คพับลิเคชั่น.

English

Journal

Mckenzil, J.F. & Williams, C.I. (1982, May). Are you students learning in a safe environment. *Journal of school health*, 8, (5), pp. 284-285.

Academic Conference

Hill1, M.J.,Archer, K.A. and Hutchinson, K.J. (1989). Towards developing a model of Persistence and production for white clover. In *Proceedings of the XIII International Grassland Congress* (4-11 October pp. 1043-1044). France: Nice.

Book

Lewe, W. (2009). *Orthopedic massage : theory and technique*. (2nd ed.). Edinburgh: Mosby Elsevier.

Thesis

Niphawan, S. (2008). *Caregiver role strain and rewards of caregiving: A study of caring for traumatic brain injured patients in eastern Thailand*. (Doctoral dissertation). Mahidol University, Bangkok.

2. บทความวิชาการ

- 1) ชื่อเรื่องให้เขียนชื่อเรื่องเป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ (ตัวอักษรแบบ TH SarabunPSK 18 pt. หนา)
- 2) ชื่อเจ้าของบทความ ให้ระบุทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษหากมีผู้วิจัยหลายคนให้ใช้หมายเลขกำกับ (ตัวอักษรแบบ TH SarabunPSK 16 pt. ปกติ) และระบุรายละเอียดของผู้เขียน หน่วยงานต้นสังกัด และอีเมล (ตัวอักษรแบบ TH SarabunPSK 14 pt. ปกติ)
 - 3) เนื้อหา (ตัวอักษรแบบ TH SarabunPSK 14 pt. ปกติ) ประกอบด้วย
 1. บทคัดย่อ ให้มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และควรมีคำสำคัญ (Keywords) จำนวน 2 – 5 คำ (ตัวอักษรแบบ TH SarabunPSK 14 pt. ปกติ)
 2. เนื้อความ (ตัวอักษรแบบ TH SarabunPSK 14 pt. ปกติ)
 3. เอกสารอ้างอิง (ตัวอักษรแบบ TH SarabunPSK 14 pt. ปกติ)



ISSN Print 2586 – 8985

วารสารการอาชีวศึกษาภาคกลาง

Vocational Education Central Region Journal

สำนักงาน: สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 4

90 ถนนเทศบาล ตำบลพระปฐมเจดีย์ อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม 73000

โทร. 034-242856 e-mail: ivec4journal@gmail.com