วารสารวิชาการ สถาบันการอาชีวศึกษา

Institute of Vocational Education Southern Region 1 Journal

CSNP JOURNAL ภาคใต้ 1

การวิจัยด้านอาชีวะและเทคนิคศึกษา พัฒนานวัตกรรมเพื่อชุมชนและสังคม

ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2561

Vol. 3 No. 2 July - December 2018

บทความพิเศษ

บทสัมภาษณ์

ดร.สุเทพ ชิตยวงษ์

เลขาธิการคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

บทความวิจัย

- การพัฒนาชุดกิจกรรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคชุมพร
- การเปรียบเทียบสูตรอาหารที่เหมาะสม ต่อการเจริญเติบโตของหนอนด้วงสาคู
- การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเจริญเติบโต ของสิ่งมีชีวิตของนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูงโดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5E
- การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนการอนุรักษ์ พลังงาน เรื่อง แผนภูมิไซโครเมตริก

ISSN 2465 - 5171

ผลงานนวัตกรรม/สิ่งประดิษฐ์ของ

วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 1

เข้าร่วมนำเสนอผลงานและศึกษาดูงานงาน Maker Faire Bay Area
วันที่ 15-23 พฤษภาคม 2561 ณ เมืองซานฟรานซิสโก สหรัฐอเมริกา

ชื่อผลงาน	ทุ่นเตือนภัยร่องน้ำและแนวปะการัง	
ผู้ประดิษฐ์	นายเตมีย์	นตรพุกกณะ
	และนายวีระพล	บุญจันทร์
ครูที่ปรึกษา	นายเกียรติศักดิ์	เส้งพัฒน์
ผู้อำนวยการ	นายสิรวิชญ์	ธนเศรษฐ์วงศ์

สารบัญ CONTENTS

วารสารวิชาการ
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 1
Institute of Vocational Education Southern Region 1 Journal
การวิจัยด้านอาชีวะและเทคนิคศึกษา พัฒนานวัตกรรมเพื่อชุมชนและสังคม

CSNP JOURNAL

ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2561

บทความพิเศษ

บทความวิจัย

ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2561
วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 1
CSNP Journal

สำนักงานวารสาร
งานวิจัยพัฒนานวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์
วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี
เลขที่ 143 ถนนดอนนก ต.ตลาด อ.เมือง จ.สุราษฎร์ธานี
โทรศัพท์ 077-272-168 โทรสาร 077-272-973
www.srtc.ac.th
พิมพ์ที่ : บริษัท ก้าวไทยแอดเวอร์ไทซิ่ง แอนด์ พริ้นติ้ง จำกัด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเป็นสื่อกลางในการเผยแพร่ผลงานการศึกษา การวิจัยด้านอาชีวศึกษาเทคนิคศึกษาและเทคโนโลยี แก่ชุมชนและสังคม
2. เพื่อสนับสนุนการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการของคณาจารย์ นักวิชาการและนักวิจัย ทั้งภายในและภายนอกสถาบัน
3. เพื่อสนับสนุนการศึกษา การค้นคว้า ให้เกิดพัฒนาการทางวิชาการในวิชาชีพ แก่คณาจารย์ด้านอาชีวะและเทคนิคศึกษา

กำหนดการตีพิมพ์วารสารปีละ 2 ฉบับ มกราคม - มิถุนายน และ กรกฎาคม - ธันวาคม การส่งบทความสอบถามรายละเอียดและติดต่อได้ที่ นายเกียรติศักดิ์ เส้งพัฒน์

บทสัมภาษณ์ ดร.สุเทพ ชิตยวงษ์ เลขาธิการคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ภักดี ธุระเจน
Phakdee Thurajine

ผู้อำนวยการสถาบันอาชีวศึกษาภาคใต้ 1 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
E-mail: phakdee.thurajane@gmail.com

ในปี 2560 รัฐบาลได้กำหนดแนวทางการปฏิรูปการศึกษาอีกครั้งหนึ่ง โดยมีเป้าประสงค์ที่จะพัฒนาศักยภาพกำลังคนของประเทศ อีกทั้งได้จัดทำแผนการศึกษาแห่งชาติ 20 ปี (2560-2579) โดยคาดหวังที่จะพัฒนาศักยภาพกำลังคนของประเทศ เลขาธิการคณะกรรมการการอาชีวศึกษาในฐานะที่เป็นผู้รับผิดชอบการจัดการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษาได้มีการดำเนินการปฏิรูปอาชีวศึกษาเช่นกัน เพราะโลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว กำลังคนด้านอาชีวศึกษาที่จะเข้าสู่ตลาดแรงงานจะต้องมีความรู้ทันสมัย ทันโลก แล้วเราจะเตรียมผู้เรียนอาชีวศึกษาอย่างไรให้มีคุณภาพเพียงพอและตรงกับความต้องการของสถานประกอบการหรือสามารถเป็นผู้ประกอบการได้ ซึ่งเป็นภาระรับผิดชอบที่เราต้องดำเนินการให้ได้

ฯพณฯ นายกรัฐมนตรี (พล.อ.ประยุทธ์ จันทร์โอชา) ได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการอาชีวศึกษาและให้สัมภาษณ์อยู่หลายครั้ง ฯพณฯ นายกรัฐมนตรีเน้นถึงผู้เรียนอาชีวศึกษาว่า เป็นผู้ทรงคุณค่าของประเทศ ดังนั้นสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา สถาบันการอาชีวศึกษา และสถานศึกษาอาชีวศึกษา จะขับเคลื่อนการจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษาอย่างไรนั้นเป็นเรื่องที่ไม่ง่ายนักแต่ก็ไม่ยากที่เราจะช่วยกันดำเนินการให้บรรลุเป้าหมาย สิ่งหนึ่งที่เราต้องทราบ ต้องรู้และเข้าใจ คือ ความต้องการกำลังคนของสถานประกอบการด้านอาชีวศึกษา จากรายงานข่าวที่มหาวิทยาลัยในต่างประเทศต้องปิดตัวหรือปรับตัวให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างมาก สิ่งที่ยืนยันคือ อาชีวศึกษาได้จัดการศึกษาที่ถูกทาง ถูกเวลา เราดำเนินการจัดการศึกษาระบบทวิภาคีที่เน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริงในสถานประกอบการ ประเด็นปัญหาที่สำคัญ คือ การพัฒนาศักยภาพครู ผู้สอน เพื่อให้ผู้เรียนมีคุณภาพดีขึ้นได้อย่างไร

โอกาสนี้ เลขาธิการคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ซึ่งเป็นผู้บังคับบัญชาและกำกับนโยบายของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาได้เล็งเห็นความสำคัญในการพัฒนาคุณภาพของผู้สำเร็จการศึกษาด้านอาชีวศึกษาในทุกระดับให้มีความรู้ความสามารถในการปฏิบัติงานอาชีพ รองรับความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่ทันสมัยตามการเปลี่ยนแปลงของภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการ โดยให้โอกาสกองบรรณาธิการวารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 1 สัมภาษณ์ในประเด็นต่างๆ ที่น่าสนใจ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ประเด็นที่ 1 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาจะจัดการศึกษาด้านอาชีวศึกษาอย่างไร เพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนรองรับเทคโนโลยีที่ทันสมัยตามการเปลี่ยนแปลงของภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการ

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาได้จัดทำแผนพัฒนาการอาชีวศึกษา พ.ศ.2560-2579 สู่การปฏิบัติเช่นกัน โดยมีเป้าหมายให้ผู้เรียนมีคุณสมบัติพร้อมเข้าสู่ตลาดแรงงาน ประกอบด้วย ความรู้ ทักษะ และคุณวุฒิวิชาชีพ อีกทั้งได้ดำเนินการให้ภาคเอกชนเข้ามามีส่วนในการพัฒนา โดยมีการจัดตั้งคณะอนุกรรมการร่วมภาครัฐและเอกชน เพื่อพัฒนากำลังคนด้านอาชีวศึกษา (อ.กรอ.อศ.) เพื่อพัฒนากำลังคนสู่มาตรฐานอาเซียนและมาตรฐานสากล มีบทบาทในการกำหนดปริมาณและคุณภาพกำลังคนให้เป็นไปตามความต้องการของตลาดแรงงาน รวมทั้งดำเนินการจัดการเรียนการสอนระบบทวิภาคีที่ให้สถานประกอบการมีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอน การประเมินผลที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนอาชีวศึกษามีความมั่นใจในตนเองและสามารถแก้ปัญหาในการปฏิบัติงานอาชีพได้

การส่งเสริมความสามารถของผู้สำเร็จการศึกษาด้านทักษะการสื่อสารที่ผ่านมาเราเน้นการเรียนภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่ 2 แต่เมื่อโลกเปลี่ยนไป สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาได้ผลักดันให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนภาษาที่ 3 ตามที่ตัวเองชอบ เช่น ภาษาจีน ภาษาญี่ปุ่น และหรือภาษาเพื่อนบ้าน โดยผู้เรียนมีโอกาสเลือกตามที่ตนเองชอบ ซึ่งปัจจุบันสถานศึกษาได้มีการสอนภาษาที่ 3 มากขึ้นหลายภาษา มีความร่วมมือของสถานศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษากับสถานศึกษาในประเทศจีน มาเลเซีย อินโดนีเซีย ทำให้เราได้มีประสบการณ์อย่างหลากหลาย

ประเด็นที่ 2 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาจะพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนเพื่อรองรับความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่ทันสมัยตามการเปลี่ยนแปลงของภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการอย่างไร

ตามที่รัฐบาลได้กำหนดยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ.2561-2580) และนโยบาย THAILAND 4.0 เพื่อปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ เพื่อประเทศไทยหลุดพ้นจากประเทศที่มีรายได้ปานกลาง โดยการยกระดับรายได้ของประชาชน โดยดำเนินการกำหนดอุตสาหกรรมใหม่ First S-Cure ประกอบด้วย ยานยนต์สมัยใหม่ อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ การท่องเที่ยวกลุ่มรายได้ดีและการท่องเที่ยวเชิงคุณภาพ เกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ การแปรรูปอาหาร และ New S-Cure ประกอบด้วย หุ่นยนต์ การบิน-โลจิสติกส์ ดิจิทัล การแพทย์ครบวงจร เชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ ซึ่งปัจจุบันสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษามีคณะทำงานในการศึกษารายละเอียดของอุตสาหกรรมใหม่ เพื่อนำไปพัฒนาหลักสูตรให้มีความเหมาะสมและเป็นไปตามความต้องการของประเทศ โดยมีการพัฒนาหลักสูตรใหม่ เช่น ช่างซ่อมอากาศยาน การขนส่งระบบรางรองรับการพัฒนาระบบโลจิสติกส์ในประเทศ รวมทั้งมีการปรับปรุงหลักสูตรเดิมให้ทันสมัยและเปิดโอกาสให้สถานศึกษาสามารถพัฒนาหลักสูตรรายวิชาให้เหมาะสม ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีองค์ความรู้มากขึ้นสอดคล้องกับเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไป

นอกจากการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะด้านวิชาชีพแล้ว สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษายังผลักดันให้ผู้เรียนมีคุณสมบัติด้านอื่นที่เป็นทักษะชีวิต สนับสนุนให้ครู ผู้สอนมีความสามารถในการจัดการเรียนการสอนโดยบูรณาการรายวิชาต่างๆ เช่น ความรู้ในการวิจัยที่ผู้เรียนมีโอกาสสร้างองค์ความรู้ได้เอง มีความรู้หรือทักษะในการแก้ปัญหา มีความอดทน ความพยายาม ความมุ่งมั่น อยากรู้อยากเห็น ความสามารถในการสื่อสาร รวมทั้งความสามารถจูงใจผู้อื่น มีความเข้าใจโลกต่อวัฒนธรรม ความสามารถสร้างโปรแกรมต่างๆ และตลอดจนความเป็นผู้ประกอบการ

ประเด็นที่ 3 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาจะส่งเสริมการบริหารจัดการของสถานศึกษา และสถาบันการอาชีวศึกษาอย่างไร เพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียนที่รองรับความก้าวหน้าของเทคโนโลยีตามการเปลี่ยนแปลงของภาคอุตสาหกรรมและการบริการ

ปลายปีที่ผ่านมา ได้ลงนามในประกาศสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาเกี่ยวกับการกระจายอำนาจการบริหารและการจัดการสู่สถาบันการอาชีวศึกษา ที่ต้องเข้ามามีส่วนร่วมรับผิดชอบถึง 4 ด้าน คือ ด้านวิชาการด้านงบประมาณ ด้านบุคลากร และการบริหารงานทั่วไป ทั้งนี้เพื่อให้การดำเนินงานของสถาบันการอาชีวศึกษาเป็นไปตามเจตนารมณ์ของกฎหมายให้สถาบันการอาชีวศึกษาเป็นอิสระ เกิดความคล่องตัว สามารถรับผิดชอบในการดำเนินงานสถาบันการอาชีวศึกษาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยมีสภาสถาบันการอาชีวศึกษาแต่ละแห่งเป็นผู้กำกับ ติดตามการดำเนินงานของสถาบันให้เป็นไปตามความถูกต้อง เกิดประโยชน์กับผู้เรียนได้มากขึ้น สถาบันอาชีวศึกษาต้องเป็นผู้ดำเนินการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้ได้ดีขึ้น ต่อไปนี้สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาก็จะเป็นผู้ประสานติดตามนโยบายต่างๆ ที่มอบหมายสถาบันการอาชีวศึกษาให้ดำเนินตามบทบาทที่ได้รับการกระจายอำนาจให้แล้ว เช่น ด้านวิชาการ สถาบันการอาชีวศึกษาต้องมีบทบาทในการพัฒนา การเสนอเชิงนโยบาย การสร้างความร่วมมือการกำกับมาตรฐานการศึกษา การพัฒนาหลักสูตรให้เป็นไปตามความต้องการของพื้นที่ รวมทั้งการศึกษาระบบประกันคุณภาพและมาตรฐานการอาชีวศึกษาที่เกี่ยวเนื่องกับมาตรฐานคุณวุฒิวิชาชีพ ให้เป็นที่ยอมรับของสังคมหรือเป็นแรงงานที่เหมาะสมกับความต้องการของสถานประกอบการ เป็นต้น

ประเด็นที่ 4 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาส่งเสริมการพัฒนาครูผู้สอนอย่างไร ให้สามารถจัดการเรียนการสอน เพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษาที่มีความรู้และทักษะการปฏิบัติรองรับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่ใช้ในภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการ

ปัจจัยในการพัฒนาคุณภาพการจัดการศึกษาด้านอาชีวศึกษาประกอบด้วย ครู ผู้สอน หลักสูตรการเรียนการสอน วัสดุครุภัณฑ์ การบริหารจัดการและความร่วมมือกับสถานประกอบการ โดยปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญและส่งผลต่อคุณภาพของผู้เรียนโดยตรง คือ ครู ผู้สอน สำหรับการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันมีองค์ประกอบต่างๆ ที่เปลี่ยนแปลงไปสิ่งที่เราต้องตระหนักและให้ความสำคัญในกระบวนการเรียนการสอน คือ การนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ ผมเองเคยให้นโยบายแก่ผู้อำนวยการสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ให้นำเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามาเป็นองค์ประกอบในการพัฒนาการเรียนการสอน ซึ่งสามารถดำเนินการได้ในหลากหลายรูปแบบ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้กว้างขวางยิ่งขึ้น ซึ่งครู ผู้สอนต้องเปลี่ยนบทบาทจากผู้สอนมาเป็นผู้ออกแบบการเรียนรู้ อำนวยความ

สะดวกในการเรียน ส่งเสริม สนับสนุนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการทำงานให้ผู้เรียนเกิดจินตนาการและนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมด้านอาชีวศึกษาได้ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาต้องศึกษาแนวทางในการสนับสนุนการใช้เทคโนโลยีในด้านการสอนรูปแบบต่างๆ เช่น การสร้างบทเรียนด้วย VR (Virtual Reality) หรือ AR (Augmented Reality) ครูสร้างบทเรียนที่เก็บไว้ใน Cloud Technology ที่ผู้เรียน สามารถเข้าถึงในบทเรียนได้อย่างสะดวก

สำหรับการพัฒนารูปแบบใหม่ทางการศึกษาอาจใช้คำว่า Reinvesting Education ที่ต้องการปรับเปลี่ยนไปจากเดิม ซึ่งปัจจุบันเราส่งเสริมให้ครู ผู้สอนนำ STEM มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนหลักสูตรอาชีวศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนมีความสามารถในการนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิทยาการทางด้านวิศวกรรม รวมทั้งคณิตศาสตร์มาใช้ในงานปฏิบัติและใช้ในชีวิตประจำวันได้ ต่อไปในอนาคตอาชีวศึกษาอาจจะต้องนำรูปแบบการสอนตามรูปแบบของ MOOCs หรือ Massive Open Online Courses มาใช้ในการเรียนการสอนควบคู่กับการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรับผิดชอบให้มากขึ้น

สำหรับการเรียนการสอนอาชีวศึกษาในอดีตกับปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคตนั้นมีการเปลี่ยนแปลงและมีความต่างกันมาก ในอดีตการจัดการศึกษาเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในสถานศึกษา ครู ผู้สอน เป็นผู้นำความรู้มาบอกมาถ่ายทอด มีการส่งเสริมให้ผู้เรียนถกปัญหา แสดงความคิดเห็น ในบางประเด็น การเตรียมการวิจัย การค้นคว้าหาความรู้ในห้องสมุด การเตรียมตัวสอบ การสอบและในที่สุดก็สำเร็จการศึกษา แต่ปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคตการจัดการศึกษาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ไปพร้อมๆ กับการทำงาน ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา การเรียนรู้เป็นสิ่งท้าทายตลอดชีวิต ด้วยกระแสการเปลี่ยนแปลงของโลกปัจจุบัน

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาได้ผลักดัน ดำเนินการ สนับสนุน การพัฒนาผู้สอนอย่างต่อเนื่อง ทุกปีเราจะจัดสรรงบประมาณให้ครู ผู้สอนเข้าฝึกในสถานประกอบการ สนับสนุนให้มีทุนพัฒนาครูให้มีคุณวุฒิที่สูงขึ้น มีการส่งเสริมให้ครู ผู้สอนไปศึกษาดูงานเกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ การให้ทุนสนับสนุนการวิจัย รวมทั้งการพัฒนาครูให้มีความรู้ความเข้าใจในเทคโนโลยีใหม่และยังคงมีการสนับสนุนอย่างต่อเนื่อง

ประเด็นที่ 5 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กำกับ ติดตามและประเมินผลการจัดการอาชีวศึกษา การพัฒนาครูผู้สอน และการพัฒนาหลักสูตรอย่างไร เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้และทักษะการปฏิบัติรองรับความก้าวหน้าของเทคโนโลยีตามการเปลี่ยนแปลงของภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการ

ตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการว่าด้วยการประกันคุณภาพการศึกษา พ.ศ.2561 ซึ่งเปิดโอกาสให้สถานศึกษาสามารถจัดให้มีระบบประกันคุณภาพการศึกษาภายใน เพื่อเป็นกลไกการปฏิบัติที่เอื้อต่อการดำเนินการตามมาตรฐานการศึกษาแต่ละระดับและดำเนินการพัฒนาคุณภาพการศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีประเด็นสำคัญที่ต้องคำนึงถึง คือ การกำหนดมาตรฐานการศึกษาของสถานศึกษาให้เป็นไปตามกรอบมาตรฐานการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการและอาจเทียบเคียงกับระดับคุณภาพอาชีวศึกษาในภูมิภาคอื่นๆ ซึ่งปัจจุบันได้ดำเนินการพัฒนาคุณภาพอาชีวศึกษาตามกรอบมาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ กรอบมาตรฐานคุณวุฒิอาชีวศึกษาแห่งชาติ เพื่อพัฒนากำลังคนให้มีผลลัพธ์การเรียนรู้ที่สอดคล้องซึ่งกันและกัน อีกทั้งยังสอดคล้องกับระดับคุณวุฒิของกรอบคุณวุฒิอ้างอิงอาเซียน (ASEAN Qualification Reference Framework: AQRF) โดยมีความคาดหวังว่าผู้สำเร็จการศึกษาด้านอาชีวศึกษาจะเป็นผู้ทรงคุณค่าทางด้านอาชีพ เป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนและสร้างความสามารถในการแข่งขันของประเทศตามนโยบาย THAILAND 4.0 ต่อไป

ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2561

การพัฒนาชุดกิจกรรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคชุมพร

A Development of an Activity Package to Enhancing Creative Thinking for Certificate of Vocational Education Students of the Machine Shop Mechanics in Chumphon Technical College

อภิชาติ เนินพรหม
Apichat Nernprom

ครูเชี่ยวชาญ สาขาวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคชุมพร E-mail: apichat.nernprom@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาชุดกิจกรรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ วิทยาลัยเทคนิคชุมพร 2) ศึกษาประสิทธิผลของชุดกิจกรรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ โดยทำการรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างกลโรงงาน วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลัง (One Group Pretest Posttest Design) ในปีการศึกษา 2560 เครื่องมือรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ทีซีที-ดีพี แบบวัดพฤติกรรมสร้างสรรค์โดยการบันทึกคะแนนสังเกต และ แบบวัดผลงานสร้างสรรค์โดยการบันทึกคะแนน การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหา ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (Relative Gain Score) อัตราพัฒนาการ (Growth Rate) ขนาดอิทธิพล (Effect Size) ทดสอบค่าที (Dependent t-test) ผลการวิจัยพบว่า 1) การพัฒนากิจกรรมเสริมสร้างสรรค์ความคิดสร้างสรรค์สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคชุมพร มีจำนวน 4 ชุดกิจกรรม ดังนี้ ชุดกิจกรรมฝึกความคิดคล่อง ชุดกิจกรรมฝึกความคิดยืดหยุ่น ชุดกิจกรรมฝึกความคิดละเอียดลออ และชุดกิจกรรมฝึกความคิดริเริ่ม 2) ประสิทธิผลของชุดกิจกรรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ภาพรวมทำให้ผู้เรียนร้อยละ 60 มีความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาแต่ละด้านพบว่าผู้เรียนร้อยละ 73.33 มีการคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับปานกลาง รองลงมาผู้เรียนร้อยละ 53.33 มีพฤติกรรมสร้างสรรค์อยู่ในระดับปานกลาง และผู้เรียนร้อยละ 53.33 มีผลงานสร้างสรรค์อยู่ในระดับปานกลาง โดยชุดกิจกรรมมีค่าขนาดอิทธิพล (Effect Size) อยู่ในระดับมาก ผู้เรียนมีพัฒนาการด้านการคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นหลังการใช้ชุดกิจกรรมร้อยละ 27.11 ผู้เรียนมีพฤติกรรมสร้างสรรค์สูงขึ้นโดยมีอัตราพัฒนาการ 2.07 ต่อครั้งของการวัดและหลังใช้ชุดกิจกรรมทำให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

คำสำคัญ : ชุดกิจกรรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ สาขาวิชาช่างกลโรงงาน

Abstract

The objectives of this research are (1) to develop the creativity enhancement activities for the vocational certificate students majoring in Machine Tool Technology, Chumphon Technical College and (2) to study the efficiency of the creativity enhancement activities for the vocational certificate students majoring in Machine Tool Technology, Chumphon Technical College. The data were collected from 30 samples who were the second-year vocational certificate students majoring in Machine Tool Technology by the cluster random sampling and the use of one-group pre-test design and post-test design, the academic year 2017. The research tools are the TCT-DP creativity test, the creativity behavioral evaluation form by observation scoring and the creativity success evaluation form by scoring. The data were analyzed to find percentage, mean, standard deviation, relative gain score, growth rate, effect size and dependent t-test. The research findings revealed that 1) there were 4 creativity enhancement activities for the vocational certificate students majoring in Machine Tool Technology, Chumphon Technical College, as follows: detours thinking activity, flexible thinking activity, elaborate thinking activity and creative thinking activity; and 2) the overall efficiency of the creativity enhancement activities made 60 percent of the students creative at a moderate level. When considering each aspect, it was found that 73.33 percent of the students was creative at a moderate level, 53.33 percent of the students had the creative behaviors at a moderate level and 53.33 percent of the students had the creative success at a moderate level. The activities had the effect size at a high level. By 27.11 percent, the students increasingly developed their creativity after the activities. The students' creative behavior was higher by the growth rate of 2.07 per times, and after the activities, the students' creativity was at a statistically significant level of .05.

Keywords : Creativity Enhancement Activity, Department of Machine Tool Technology

1. บทนำ

ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญกับการศึกษาวิชาชีพด้านช่างอุตสาหกรรมเป็นพื้นฐานสำคัญของแรงงานที่มีความรู้ในอนาคตและเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาความสามารถด้านอื่นๆ ที่มีคุณค่าและเกิดประโยชน์แก่ประเทศชาติ กำลังคนอาชีวศึกษาด้านช่างอุตสาหกรรมที่ดีนอกจากจะต้องมีความรู้พื้นฐาน ทักษะในการปฏิบัติงานแล้ว ความคิดสร้างสรรค์ก็มีความสำคัญยิ่งในการพัฒนาเทคโนโลยี นวัตกรรม และสิ่งประดิษฐ์ [1] โดยทั่วไปความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณลักษณะที่มีอยู่ในตัวคนทุกคนอาจแตกต่างกันในระดับความมากน้อยและสามารถพัฒนาได้ด้วยการฝึกฝนอย่างถูกวิธี คุณลักษณะนี้ก็สามารถพัฒนาให้สูงขึ้นได้ [2] สำหรับผู้เรียนช่างอุตสาหกรรมความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณสมบัติพื้นฐานสำคัญของแรงงานหรือผู้ประกอบการในอนาคตและเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาความสามารถด้านอื่นๆ แก่ตนเอง ตลอดจนก่อให้เกิดผลผลิตที่มีคุณค่าและเกิดประโยชน์แก่ประเทศชาติและสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน [3] ทั้งนี้ผู้เรียนช่างอุตสาหกรรมซึ่งอยู่ในช่วงอายุระหว่าง 16-18 ปี เป็นช่วงที่มีสมรรถภาพด้านความคิดสร้างสรรค์ที่จะสามารถพัฒนาถึงระดับสูงสุดได้

สภาพปัญหาปัจจุบันคุณภาพผู้เรียนในทุกระดับรวมถึงผู้เรียนช่างอุตสาหกรรมมีคุณภาพทางด้านสติปัญญาต่ำกว่าด้านอื่น โดยมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์

คิดสร้างสรรค์เพียงร้อยละ 11 [4] โดยผู้สำเร็จการอาชีวศึกษามีสมรรถนะไม่สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้และความเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ขาดคุณลักษณะที่สำคัญต่อการปฏิบัติงานจริง เช่น ความคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาในงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สถานประกอบการต้องการกำลังคนที่มีทักษะการคิดและแก้ปัญหาในวิชาชีพและมีความคิดสร้างสรรค์ในระดับมาก [5] โดยสาเหตุสำคัญของปัญหาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนช่างอุตสาหกรรมมีแนวโน้มลดต่ำลง ไม่สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้และความเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ซึ่งเป็นเพราะครูส่วนใหญ่ขาดวิธีการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอนไม่จูงใจให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยและนำไปสู่กระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ ขาดสื่อนวัตกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เช่น ชุดฝึก แบบฝึกหรือใบงาน ที่มีคุณภาพตรงกับความต้องการของผู้ใช้สำหรับเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ และมีราคาไม่แพง [6] จะสามารถเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้พบว่า ส่วนใหญ่การวัดความคิดสร้างสรรค์วัดเพียงด้านการคิดอย่างเดียวขาดการวัดที่ครอบคลุมพฤติกรรมหรือผลงานสร้างสรรค ทำให้ผลการวัดที่ไม่ครอบคลุมหรือคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ซึ่งหากการวัดที่ครอบคลุมก็จะยิ่งช่วยให้ได้ข้อมูลที่ใกล้เคียงและถูกต้องตรงกับความจริงมากยิ่งขึ้น [7]

สำหรับวิทยาลัยเทคนิคชุมพรได้มีการศึกษานำร่อง (Pilot Study) เกี่ยวกับระดับความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคชุมพร พบว่าผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับพอใช้ (ร้อยละ 49.76) และผลการศึกษาพบว่าความคิดสร้างสรรค์สัมพันธ์กันสูงกับคุณภาพของผลงานนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ (r = .70) [8] และเมื่อพิจารณาผลผลิตที่เกิดขึ้นจากความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนจากผลการประเมินภายนอกรอบที่สามในตัวบ่งชี้ที่ 4 ผลงานที่เป็นโครงงานทางวิชาชีพหรือสิ่งประดิษฐ์ของผู้เรียนที่นำไปใช้ประโยชน์ของสถานศึกษาที่ผ่านการประเมินเสร็จสิ้นส่วนใหญ่แล้วมีผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้ (ร้อยละ 53.80) [9] และไม่สอดคล้องกับแนวทางจุดมุ่งหมายของหลักสูตรไว้ใน ข้อ 2 “เพื่อให้เป็นผู้มีปัญญา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ใฝ่เรียนรู้เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและการประกอบอาชีพ สามารถสร้างอาชีพ มีทักษะในการจัดการและพัฒนาอาชีพให้ก้าวหน้าอยู่เสมอ” [9]

แนวทางในการพัฒนาหรือเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ พบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่จะนำแบบฝึกทักษะ ชุดฝึกทักษะ หรือชุดกิจกรรม มาใช้การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ [10] ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาชุดกิจกรรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ให้กับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรมในสาขาวิชาช่างกลโรงงาน โดยใช้วิธีการพัฒนาขึ้นมาอย่างเป็นระบบ (System Approach) ซึ่งจะให้ผลดีในการไปนำใช้เพื่อให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามจุดมุ่งหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะความคิดสร้างสรรค์ไม่ใช่เนื้อหาการสอนต้องฝึกผ่านกระบวนการคิด [11] วิธีการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์โดยตรงไม่ผ่านเนื้อหาตามหลักสูตรเป็นวิธีการที่สามารถใช้ได้ง่ายสะดวกและให้ผลในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้นผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนช่างอุตสาหกรรมตระหนักถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์เพื่อเตรียมความพร้อมผู้เรียนที่เข้าสู่โลกของการทำงานที่มีขีดความสามารถในการแข่งขันเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศและครูผู้สอนได้มีสื่อการเรียนการสอนเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ให้กับผู้เรียนบรรลุเป้าหมายของการจัดการศึกษา

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคชุมพร

2.2 เพื่อศึกษาประสิทธิผลของชุดกิจกรรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคชุมพร

3. สมมติฐานการวิจัย

ผู้เรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างกลโรงงาน มีคะแนนทดสอบความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

การพัฒนาชุดกิจกรรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคชุมพร มีการดำเนินการดังนี้

4.1 ศึกษาวิเคราะห์แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์และแนวคิดการพัฒนาชุดกิจกรรมเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัยให้ชัดเจน

4.2 พัฒนาร่างชุดกิจกรรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ตามที่กำหนดไว้โดยลักษณะของชุดกิจกรรมส่วนใหญ่เป็นแบบวิธีการเขียนตอบ (Paper-Pencil) ใช้ภาษาเป็นสื่อ (Verbal) และที่ใช้ภาพเป็นสื่อ (Figural) เป็นสิ่งเร้าให้ผู้เรียนฝึกการคิดสร้างสรรค์ และแสดงออกถึงพฤติกรรมสร้างสรรค์ขณะปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งชุดกิจกรรมพัฒนาขึ้นสอดคล้องกับสาขาวิชาช่างกลโรงงานเพื่อวัดด้านผลงานสร้างสรรค์ของผู้เรียน โดยมีคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมที่ประกอบด้วยหลักการและเหตุผลของชุดกิจกรรม จุดมุ่งหมาย เนื้อหาทฤษฎีภายในชุดกิจกรรม โครงสร้างองค์ประกอบของชุดกิจกรรม คำแนะนำทั่วไปในการนำไปใช้ คำชี้แจงทั่วไป ขั้นตอนกระบวนการนำไปใช้ ซึ่งชุดกิจกรรมประกอบด้วยชุดกิจกรรมฝึกในแต่ละด้านรวมจำนวนทั้งหมด 30 กิจกรรมย่อย แบ่งเป็นชุดกิจกรรมย่อยๆ ดังนี้ (1) ชุดกิจกรรมฝึกความคิดคล่องโดยความคิดคล่อง (Fluency) ดังนี้ กิจกรรมพวกเดียวกัน จำนวน 4 กิจกรรมย่อย และกิจกรรมเหมือนหรือต่าง จำนวน 4 กิจกรรมย่อย (2) ชุดกิจกรรมฝึกความคิดยืดหยุ่น โดยความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ดังนี้กิจกรรมประโยชน์ใช้สอย จำนวน 6 กิจกรรมย่อย (3) ชุดกิจกรรมฝึกความคิดละเอียดลออโดยความคิดละเอียดลออ (Elaboration) ดังนี้ กิจกรรมจัดกลุ่มสัมพันธ์ จำนวน 2 กิจกรรมย่อย กิจกรรมบรรยายคุณลักษณะของวัตถุ จำนวน 3 กิจกรรมย่อยและ กิจกรรมแต่งเรื่องจากภาพ จำนวน 2 กิจกรรมย่อย (4) ชุดกิจกรรมฝึกความคิดริเริ่มโดยความคิดริเริ่ม (Originality) ดังนี้ กิจกรรมผลที่จะเกิดตามมา จำนวน 4 กิจกรรมย่อย กิจกรรมจินตนาการ จำนวน 2 กิจกรรมย่อย กิจกรรมต่อเติมเสริมจินตนาการ จำนวน 3 กิจกรรมย่อย กิจกรรมออกแบบและประดิษฐ์ จำนวน 2 กิจกรรมย่อย

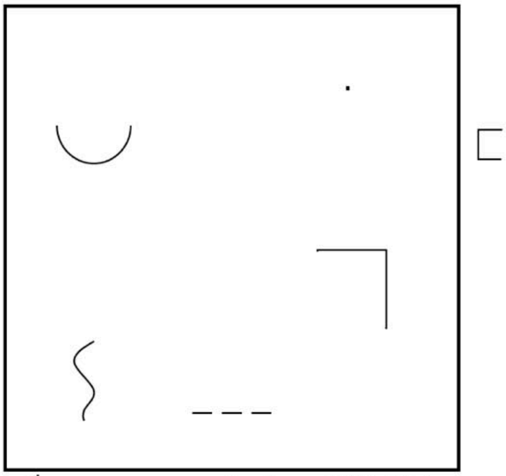
4.3 ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของร่างชุดกิจกรรม โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหากับวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด (Item-Objective Congruency: IOC) ได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง .80 - 1.00 ในทุกรายการ และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ แล้วจึงทดลองใช้ชุดกิจกรรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 28 คน บันทึกคะแนนผลงานการปฏิบัติกิจกรรมโดยครูผู้สอน จำนวน 2 คน ตรวจสอบคุณภาพความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน (Inter-rater Reliability) ของชุดกิจกรรม นำมาคำนวณค่าสหสัมพันธ์วิธีการของเพียร์สัน (Person product-moment correlation: rxy) เท่ากับ .69

4.4 ปรับปรุงชุดกิจกรรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ในกิจกรรมที่ยาก โดยการเพิ่มเวลาในการทำกิจกรรมให้มากขึ้นและเพิ่มเติมภาพตัวอย่างให้ผู้เรียนได้เข้าใจเพื่อจุดประกายความคิด และปรับปรุงคำอธิบายในแต่ละกิจกรรมให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้นเพื่อให้ได้ชุดกิจกรรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคชุมพร ชุดที่จะนำไปใช้จริง

4.5 เครื่องมือสำหรับรวบรวมข้อมูลและการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

1) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทีซีที-ดีพี (TCT-DP : The Test for Creative Thinking - Drawing Production) ของเจลเลนและเออร์แบน [12] ซึ่งเป็นแบบ

ทดสอบมาตรฐาน ลักษณะของแบบทดสอบเป็นการให้ผู้ทดสอบต่อเติมภาพที่กำหนดให้ภายในกรอบสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 5x5 นิ้ว ภายในจะมีภาพเส้นและจุด 5 แห่ง (ครึ่งกลม จุด มุมฉาก เส้นโค้ง เส้นประ) และอยู่นอกกรอบอีก 1 แห่ง (สี่เหลี่ยมจัตุรัสเล็กปลายเปิด) รวมเป็น 6 แห่ง ดังภาพที่ 1 ในการตรวจสอบคุณภาพด้านความตรง (Validity) เนื่องจากเป็นแบบทดสอบมาตรฐานเป็นที่ยอมรับนำมาใช้ทดสอบความคิดสร้างสรรค์อย่างแพร่หลายได้กับกลุ่มเป้าหมายและทุกวัย [13] ผู้วิจัยจึงตรวจสอบเฉพาะคุณภาพด้านความเที่ยง (Reliability) โดยทำการทดสอบกับผู้เรียนที่ใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 28 คน ผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญตรวจให้คะแนน หาคุณภาพความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน (Inter-rater Reliability) มีค่าสหสัมพันธ์วิธีการของเพียร์สันเท่ากับ .97 และหาคุณภาพความเที่ยงทั้งฉบับวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR-21) เท่ากับ .94



ภาพที่ 1 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทีซีที-ดีพี (TCT-DP : The Test for Creative Thinking - Drawing Production)

2) แบบวัดพฤติกรรมสร้างสรรค์โดยบันทึกคะแนนการสังเกตพฤติกรรมสร้างสรรค์ ได้แก่ความอยากรู้อยากเห็น และความเชื่อมั่นในตนเอง ระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมมีจำนวน 8 รายการ คะแนนเต็ม 16 คะแนน ตรวจสอบคุณภาพความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิที่ จำนวน 5 ท่าน ได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง .80 - 1.00 ในทุกข้อคำถาม ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ตรวจสอบคุณภาพเที่ยง (Reliability) โดยทดลองใช้กับผู้เรียนที่ใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมายจำนวน 28 คน บันทึกคะแนนการสังเกตพฤติกรรมสร้างสรรค์ โดยผู้วิจัยและครูผู้สอนวิชาช่างกลโรงงาน จำนวน 2 คน วิเคราะห์ความเที่ยงระหว่างผู้เชี่ยวชาญ (Inter-rater Reliability) นำคำนวณค่าสหสัมพันธ์วิธีการของเพียร์สันได้เท่ากับ .84

3) แบบวัดผลงานสร้างสรรค์เป็นแบบบันทึกคะแนนผลงานสร้างสรรค์จากการฝึกปฏิบัติตามชุดกิจกรรม โดยผลงานสร้างสรรค์ได้แก่ มีความใหม่ มีความเหมาะสม และมีความประณีตสวยงาม คะแนนเต็ม 30 คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (Scoring Rubric) ตรวจสอบคุณภาพความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิที่ จำนวน 5 ท่าน ได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง .80 - 1.00 ในทุกรายการ ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ตรวจสอบคุณภาพเที่ยง (Reliability) โดยทดลองใช้กับผู้เรียนที่ใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมายจำนวน 28 คนบันทึกคะแนนผลงานสร้างสรรค์ นำมาวิเคราะห์ค่าความเที่ยงระหว่างผู้เชี่ยวชาญ (Inter-rater Reliability) จำนวน 2 ท่านคำนวณค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สันได้ค่าเท่ากับ .91

4.6 เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาประสิทธิผลของชุดกิจกรรมโดยนำชุดกิจกรรมและคู่มือการใช้พร้อมกับเครื่องมือรวบรวมข้อมูลชี้แจงทำความเข้าใจเกี่ยวกับชุดกิจกรรมและทำทดสอบก่อนการใช้ชุดกิจกรรมด้วยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทีซีที-ดีพี จากนั้นดำเนินการใช้ชุดกิจกรรมกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างกลโรงงาน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลัง (One Group Pretest Posttest Design) ในรายวิชากิจกรรมองค์การวิชาชีพ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ใช้เวลาทั้งสิ้น 16 สัปดาห์ โดย

กิจกรรมที่ 1-9 ไม่เกินครั้งละ 30 นาที สำหรับกิจกรรมที่ 10 เป็นการฝึกปฏิบัติใช้เวลาจำนวน 5 ครั้ง ครั้งละ 2 ชั่วโมง ระหว่างปฏิบัติกิจกรรมผู้วิจัยและครูผู้ช่วยนักวิจัยรวบรวมข้อมูลด้านพฤติกรรมสร้างสรรค์จากการสังเกตพฤติกรรม โดยการบันทึกคะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมสร้างสรรค์ผู้เรียนจำนวน 3 ครั้ง ได้แก่ ในสัปดาห์ที่ 2 สัปดาห์ที่ 8 และสัปดาห์ที่ 14 และวัดผลงานสร้างสรรค์จากการบันทึกคะแนนผลงานสร้างสรรค์ในกิจกรรมที่ 9 และ 10 ตรวจให้คะแนนผลงานสร้างสรรค์เมื่อเสร็จสิ้นการปฏิบัติกิจกรรมในสัปดาห์ที่ 16 ภายหลังได้รับการทดลองใช้ชุดกิจกรรมครบตามกำหนดแล้ว วัดความคิดสร้างสรรค์โดยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทีซีที-ดีพี ฉบับเดิม

4.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์โดยหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลคะแนนความคิดสร้างสรรค์จากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ แบบวัดพฤติกรรมสร้างสรรค์และแบบวัดผลงานสร้างสรรค์

2) วิเคราะห์คะแนนพัฒนาการด้านการคิดสร้างสรรค์ โดยคำนวณคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (Relative Gain Score)

3) วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ด้านการคิดสร้างสรรค์ที่วัดได้ก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรมโดยคำนวณค่าขนาดอิทธิพล (Effect Size: ES)

4) วิเคราะห์อัตราพัฒนาการพฤติกรรมสร้างสรรค์จากคะแนนการวัดมากกว่า 2 ครั้งโดยการหาค่าเฉลี่ยของคะแนนความแตกต่างระหว่างครั้ง

5) สถิติทดสอบค่าที (t-test) แบบ Dependent เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการทดสอบก่อน-หลังเรียนของกลุ่มทดลอง

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคชุมพร ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการพัฒนากิจกรรมเสริมสร้างสรรค์ความคิดสร้างสรรค์สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคชุมพร

เป้าหมายของชุดกิจกรรม	แนวดำเนินการปฏิบัติสำหรับชุดกิจกรรม	วิธีการวัดและประเมินผล
เสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย 1. ด้านการคิดสร้างสรรค์ (คิดคล่อง คิดยืดหยุ่น คิดริเริ่ม คิดละเอียดลออ) 2. ด้านพฤติกรรมสร้างสรรค์ (ความอยากรู้อยากเห็น ความเชื่อมั่นในตนเอง) 3. ด้านผลงานสร้างสรรค์ (แปลกใหม่ เหมาะสม ประณีตสวยงาม)	ชุดกิจกรรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย 4 ชุดกิจกรรมดังนี้ 1. ชุดกิจกรรมฝึกความคิดคล่อง กิจกรรมที่ 1 พวกเดียวกัน กิจกรรมที่ 2 เหมือนหรือต่างอย่างไร 2. ชุดกิจกรรมฝึกความคิดยืดหยุ่น กิจกรรมที่ 3 ประโยชน์ใช้สอย 3.ชุดกิจกรรมฝึกความคิดละเอียดลออ กิจกรรมที่ 4 จัดกลุ่มสัมพันธ์ กิจกรรมที่ 5 บรรยายคุณลักษณะของวัตถุ กิจกรรมที่ 6 แต่งเรื่องจากภาพ	**ด้านการคิดสร้างสรรค์** - วัดโดยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทีซีที-ดีพี (TCT-DP: The Test for Creative Thinking - Drawing Production) - เกณฑ์ประเมินผลการคิดสร้างสรรค์ ต่ำกว่า 24 คะแนน มีความคิดสร้างสรรค์ระดับต่ำ 24 – 47 คะแนน มีความคิดสร้างสรรค์ระดับปานกลาง ตั้งแต่ 48 คะแนน มีความคิดสร้างสรรค์ระดับสูง

ตารางที่ 1 (ต่อ)

เป้าหมายของชุดกิจกรรม	แนวดำเนินการปฏิบัติสำหรับชุดกิจกรรม	วิธีการวัดและประเมินผล
	4.ชุดกิจกรรมฝึกความคิดริเริ่ม กิจกรรมที่ 7 ผลที่จะเกิดตามมา กิจกรรมที่ 8 จินตนาการ กิจกรรมที่ 9 ต่อเติมเสริมจินตนาการ กิจกรรมที่ 10 ออกแบบและประดิษฐ์ -รวมกิจกรรมย่อย 30 กิจกรรม -ใช้เวลาในการฝึกทั้งสิ้น 16 สัปดาห์	**ด้านพฤติกรรมสร้างสรรค์** - วัดโดยแบบวัดพฤติกรรมสร้างสรรค์ โดยการบันทึกคะแนน เต็ม 16 คะแนน - เกณฑ์ประเมินผลพฤติกรรมสร้างสรรค์ ต่ำกว่า 5 คะแนน มีพฤติกรรมสร้างสรรค์ระดับต่ำ 5– 10 คะแนน มีพฤติกรรมสร้างสรรค์ระดับปานกลาง ตั้งแต่ 11 ขึ้นไป คะแนน มีพฤติกรรมสร้างสรรค์ระดับสูง **ด้านผลงานสร้างสรรค์** - วัดโดยแบบวัดผลงานสร้างสรรค์โดยการบันทึกคะแนน เต็ม 30 คะแนน - เกณฑ์ประเมินผลผลงานสร้างสรรค์ ต่ำกว่า 10 คะแนน ผลงานสร้างสรรค์ระดับต่ำ 10 – 20 คะแนน ผลงานสร้างสรรค์ระดับปานกลาง ตั้งแต่ 21 ขึ้นไป คะแนน ผลงานสร้างสรรค์ระดับสูง

จากตารางที่ 1 ผลการพัฒนากิจกรรมเสริมสร้างสรรค์ความคิดสร้างสรรค์สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคชุมพร จำนวน 4 ชุดกิจกรรม ดังนี้ 1) ชุดกิจกรรมฝึกความคิดคล่อง 2) ชุดกิจกรรมฝึกความคิดยืดหยุ่น 3) ชุดกิจกรรมฝึกความคิดละเอียดลออ 4) ชุดกิจกรรมฝึกความคิดริเริ่มรวมกิจกรรมย่อย 30 กิจกรรมใช้เวลาในการฝึกทั้งสิ้น 16 สัปดาห์ สำหรับเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ที่ประกอบด้วยการคิดสร้างสรรค์ พฤติกรรมสร้างสรรค์และผลงานสร้างสรรค์ พร้อมแนวดำเนินการปฏิบัติการฝึกและวิธีการวัดและประเมินผล

5.2 ผลการศึกษาประสิทธิผลของชุดกิจกรรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคชุมพร ประกอบด้วยด้านการคิดสร้างสรรค์ ด้านพฤติกรรมสร้างสรรค์ และผลงานสร้างสรรค์ ดังตารางที่ 2-4 และภาพที่ 2

ตารางที่ 2 ประสิทธิผลของชุดกิจกรรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์หลังใช้ชุดกิจกรรมภาพรวม

รายการ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย /ระดับความคิดสร้างสรรค์	จำนวนผู้เรียน/ร้อยละ/ระดับความคิดสร้างสรรค์ (N=30)		
			สูง	ปานกลาง	ต่ำ
การคิดสร้างสรรค์	72	40.03 (ปานกลาง)	8 (26.67%)	22 (73.33%)	-
พฤติกรรมสร้างสรรค์	16	10.49 (ปานกลาง)	14 (46.67%)	16 (53.33%)	-
ผลงานสร้างสรรค์	30	18.20 (ปานกลาง)	14 (46.67%)	16 (53.33%)	-
รวม	118	69.12 (ปานกลาง)	12 (40%)	18 (60%)	-

จากตารางที่ 2 ประสิทธิผลของชุดกิจกรรมทำให้ผู้เรียนร้อยละ 60 มีความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจาณาเป็นรายด้านพบว่าด้านการคิดสร้างสรรค์ ให้ผู้เรียนร้อยละ 73.33 มีการคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับปานกลางด้านพฤติกรรมสร้างสรรค์ ให้ผู้เรียนร้อยละ 53.33 มีพฤติกรรมสร้างสรรค์อยู่ในระดับปานกลางและด้านผลงานสร้างสรรค์ ให้ผู้เรียนร้อยละ 53.33 มีผลงานสร้างสรรค์อยู่ในระดับปานกลาง โดยมีประเด็นสำคัญ ดังนี้

1) ผลการเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนระหว่างการก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมเพื่อนำมาหาค่าขนาดอิทธิพล (Effect Size) หรือระดับความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรม และหาร้อยละพัฒนาการด้านการคิดสร้างสรรค์จากการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทีซีที-ดีพีดัง ตารางที่ 3

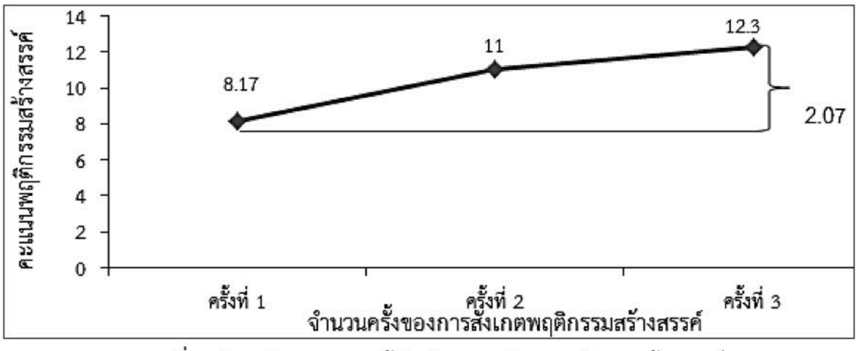
ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ด้านการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนระหว่างก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรม ขนาดอิทธิพลและร้อยละพัฒนาของผู้เรียนภาพรวม (เต็ม 72 คะแนน)

รายการ	ก่อนใช้ชุดกิจกรรม	หลังใช้ชุดกิจกรรม	ขนาดอิทธิพล (Effect Size)	t	p
จำนวน	30	30		6.55*	.00
ค่าเฉลี่ย	28.83	40.43	1.03		
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	8.06	11.02			
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม	11.22				
คะแนนร้อยละพัฒนาการของผู้เรียน	27.11				

* P< .05

จากตารางที่ 3 พบว่าผลการเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ด้านการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนระหว่างก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรม พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนใช้และหลังใช้ชุดกิจกรรมเท่ากับ 28.83 และ 40.43 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน รวมของก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรม (pooled standard deviation) เท่ากับ 11.22 เมื่อคำนวณค่าขนาดอิทธิพล (Effect Size) อยู่ในระดับมาก (ES = 1.03) โดยหลังใช้ชุดกิจกรรมทำผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีร้อยละพัฒนาการของผู้เรียนมีคะแนนหลังการใช้ชุดกิจกรรมเพิ่มขึ้นจากก่อนการใช้ชุดกิจกรรมร้อยละ 27.11

2) ผลการสังเกตพฤติกรรมสร้างสรรค์จากการใช้ชุดกิจกรรม จำนวน 3 ครั้ง มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดดังนี้ ครั้งที่ 3 ค่าเฉลี่ย 12.30 ครั้งที่ 2 ค่าเฉลี่ย 11 และครั้งที่ 1 ค่าเฉลี่ย 8.17 ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นอัตราพัฒนาการเท่ากับ 2.07 ต่อครั้งของการวัด ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 อัตราพัฒนาการของผู้เรียนโดยการสังเกตพฤติกรรมสร้างสรรค์

เมื่อพิจารณาด้านพฤติกรรมสร้างสรรค์ จำแนกรายด้านความอยากรู้อยากเห็นและด้านความเชื่อมั่นในตนเอง ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลการสังเกตพฤติกรรมสร้างสรรค์ของผู้เรียน จากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ (เต็ม 2 คะแนน)

รายการสังเกตพฤติกรรมสร้างสรรค์ จากการใช้ชุดกิจกรรม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับพฤติกรรมสร้างสรรค์
1. ความอยากรู้อยากเห็น			
1.1 ความกระตือรือร้นในการเรียน การค้นหาคำตอบ	1.43	.57	สูง
1.2 ความสนใจใฝ่เรียนรู้	1.55	.39	สูง
1.3 ความมีเหตุผล	1.24	.10	ปานกลาง
1.4 การชอบแสดงตัว แสดงความคิด	1.09	.16	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.33	.20	ปานกลาง
2. ความเชื่อมั่นในตนเอง			
2.1 ความมั่นใจในการแสดงความคิดเห็น	1.20	.13	ปานกลาง
2.2 กล้าในการแสดงความคิดเห็นที่แตกต่างจากผู้อื่น	1.08	.15	ปานกลาง
2.3 ความมุ่งมั่นในการทำงานจนสำเร็จ	1.35	.43	สูง
2.4 มีอารมณ์ดี ชอบสนุกสนานร่าเริง รักอิสระ	1.56	.22	สูง
ค่าเฉลี่ย	1.30	.21	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยรวม	1.32	.32	ปานกลาง

จากตารางที่ 4 พบว่าคะแนนเฉลี่ยจากการสังเกตพฤติกรรมสร้างสรรค์ภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 1.32 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าด้านความอยากรู้อยากเห็น อยู่ในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 1.33 ด้านความเชื่อมั่นในตนเองอยู่ในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 1.30

3) ผลงานสร้างสรรค์โดยพิจารณาจากความแปลกใหม่ ความเหมาะสม ความประณีตสวยงามของผลงานสร้างสรรค์ของผู้เรียนจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลงานสร้างสรรค์ของผู้เรียนจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ (เต็ม 30 คะแนน)

รายการพิจารณาผลงานสร้างสรรค์	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับผลงานสร้างสรรค์
1. ความแปลกใหม่ของผลงาน	4.97	.99	ปานกลาง
2. ความเหมาะสมของผลงาน	6.93	2.21	สูง
3. ความประณีตสวยงามของผลงาน	6.30	2.11	ปานกลาง
รวม	18.20	5.13	ปานกลาง

จากตารางที่ 5 ผลงานสร้างสรรค์จากการใช้ชุดกิจรรมของผู้เรียน ภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 18.20 โดยพบว่าความเหมาะสมของผลงานอยู่ในระดับสูง ค่าเฉลี่ย 6.93 รองลงมาความประณีตสวยงามของผลงานอยู่ในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 6.30 และความแปลกใหม่ของผลงาน ในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 4.97 ตามลำดับ

6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 ผลการพัฒนากิจกรรมเสริมสร้างสรรค์ความคิดสร้างสรรค์สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคชุมพร จำนวน 4 ชุดกิจกรรม ดังนี้ 1) ชุดกิจกรรมฝึกความคิดคล่อง 2) ชุดกิจกรรมฝึกความคิดยืดหยุ่น 3) ชุดกิจกรรมฝึกความคิดละเอียดลออ 4) ชุดกิจกรรมฝึกความคิดริเริ่มรวมกิจกรรมย่อย 30 กิจกรรมใช้เวลาในการฝึกทั้งสิ้น 16 สัปดาห์ สำหรับเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ที่ประกอบด้วยการคิดสร้างสรรค์ พฤติกรรมสร้างสรรค์และผลงานสร้างสรรค์ พร้อมแนวดำเนินการปฏิบัติการฝึกและวิธีการวัดและประเมินผล

6.2 ประสิทธิผลของชุดกิจกรรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ภาพรวมทำให้ผู้เรียนร้อยละ 60 มีความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาแต่ละด้านพบว่าผู้เรียนร้อยละ 73.33 มีการคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับปานกลาง รองลงมาผู้เรียนร้อยละ 53.33 มีพฤติกรรมสร้างสรรค์อยู่ในระดับปานกลางและผู้เรียนร้อยละ 53.33 มีผลงานสร้างสรรค์อยู่ในระดับปานกลาง โดยมีประเด็นสำคัญด้านการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนพบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรมแตกต่างกันในระดับมากโดยมีค่าขนาดอิทธิพล (Effect Size) อยู่ในระดับมาก (ES = 1.03) โดยหลังใช้ชุดกิจกรรมทำผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้เรียนมีพัฒนาการด้านการคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นหลังการใช้ชุดกิจกรรมร้อยละ 27.11 ผลการสังเกตพฤติกรรมสร้างสรรค์จากการใช้ชุดกิจกรรม จำนวน 3 ครั้ง ผู้เรียนมีพฤติกรรมสร้างสรรค์สูงขึ้นมีอัตราพัฒนาการ 2.07 ต่อครั้งของการวัดซึ่งพบว่าพฤติกรรมความอยากรู้อยากเห็น อยู่ในระดับปานกลาง พฤติกรรมความเชื่อมั่นในตนเองอยู่ในระดับปานกลาง และผลงานสร้างสรรค์ ภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีความเหมาะสมของผลงาน อยู่ในระดับสูง รองลงมาความประณีตสวยงามของผลงานและ ความแปลกใหม่ของผลงานอยู่ในระดับปานกลาง

ข้อเสนอแนะ

1) ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ควรนำชุดกิจกรรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ไปใช้ผู้เรียนช่างอุตสาหกรรม กิจกรรมในหลักสูตร เช่นรายวิชาโครงการหรือกิจกรรมเสริมหลักสูตรรายวิชากิจกรรมองค์การวิชาชีพ สามารถเลือกใช้แบบกิจกรรมฝึกต่างๆ สอดแทรกบูรณาการในการจัดการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ได้ในทุกชั้นปี โดยควรจัดกิจกรรมกับกลุ่มผู้เรียนที่มีจำนวนไม่มากจนเกินไป เพื่อให้ครอบคลุมความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 3 ด้าน เน้นบรรยากาศอิสระ มีการระดมพลังสมองหาคำตอบ ครูควรให้คำปรึกษาชี้แนะและมีการวัดประเมินอย่างใกล้ชิด

2) ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป โดยควรมีการศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ร่วมกับวิธีการเรียนแบบร่วมมือ วิธีการระดมพลังสมองเทคนิคการเขียนผังกราฟิกสรุปสร้างความรู้ด้วยตนเองหรือร่วมกับเทคนิคบริหารสมองสิ่งต่างๆ เหล่านี้สิ่งใดสามารถเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ได้เข้มข้นมากน้อยเพียงใด และควรเลือกเสริมสร้างหรือพัฒนาเฉพาะความคิดสร้างสรรค์เป็นด้านๆ เช่นด้านการคิดสร้างสรรค์ด้านพฤติกรรมสร้างสรรค์และด้านผลงานสร้างสรรค์เพื่อจำกัดขอบเขตกิจกรรมให้แคบลง

ดังนั้นสรุปได้ว่าชุดกิจกรรมเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคชุมพรสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิผล

เอกสารอ้างอิง

[1] สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล. (2556). เอกสารโครงการประชุมวิชาการนานาชาติทางด้านนวัตกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2014 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 22-24 มกราคม 2557 ณ โรงแรมเอ็มเพรส จังหวัดเชียงใหม่.

[2] Torrance. (1965). Rewarding creative behavior : experiments in classroom creativity. Englewood cliffs, N.J. : Prentice Hall inc.

[3] กัลยา อัมพปฏิภาค. (2547). การส่งเสริมให้นักเรียนคิดอย่างสร้างสรรค์. วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี. 33, 132 กันยายน-ตุลาคม : 10-13.

[4] สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2553). มาตรฐานการศึกษาของชาติ : กรุงเทพมหานคร.

[5] พรรณี ลีกิจวัฒนะ. (2550). ความต้องการกำลังคนทางช่างอุตสาหกรรมของสถานประกอบการในนิคมอุตสาหกรรม. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง.

[6] ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2556). การพัฒนาการคิด. กรุงเทพมหานคร : 9119 เทคนิคพริ้นติ้ง.

[7] อารี พันธ์มณี. (2556). ฝึกให้คิดเป็นคิดให้สร้างสรรค์. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[8] อภิชาติ เนินพรหม. (2555). การศึกษาระดับความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน สาขางานเครื่องมือกลวิทยาลัยเทคนิคชุมพร กรณีศึกษารายวิชาโครงการ. วิทยาลัยเทคนิคชุมพร.

[9] สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพสถานศึกษา. (2558). รายงานการประเมินคุณภาพภายนอกรอบสาม (พ.ศ.2554-2558) ด้านอาชีวศึกษา. (เอกสารอัดสำเนา).

[10] บุญณิตา จิตรีเชาว์และคณะ. (2560). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้แบบฝึกทักษะความคิดสร้างสรรค์ ในวิชาโครงงานคอมพิวเตอร์ Technical Education Journal King Mongkut's University of Technology North Bangkok Vol. 8, No. 1, January - June 2017.

[11] ชนาธิป พรกุล. (2554). การสอนกระบวนการคิด ทฤษฎีและการนำไปใช้. กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[12] Jellen and Urban. (1986). The TCT-DP (Test for Creative Thinking - Drawing Production): An instrument that can be applied to most age and ability groups. Creative Child and Adult Quarterly, 11, 138-155.

[13] โสพล มีเจริญ. (2548). การพัฒนารูปแบบการเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์. ปริญญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (อัดสำเนา).

ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2561

บทความวิจัย

การเปรียบเทียบสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหนอนด้วงสาคู

The Comparative Study on Diet Formulation for Growth of Red Palm Weevil

ศุภลักษณ์ ชูเพชร

Suppaluck Chupetch

ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาประมง วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสุราษฎร์ธานี E-mail: koysuppaluck@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสูตรอาหารที่มีอัตราส่วนของต้นสาคูและทางปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหนอนด้วงสาคู และเพื่อวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนการเลี้ยงหนอนด้วงสาคูด้วยต้นสาคูและทางปาล์มน้ำมันในอัตราส่วนที่ต่างกัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยเลี้ยงหนอนด้วงสาคูในสูตรอาหารที่มีส่วนผสมของต้นสาคูและทางปาล์มน้ำมันในอัตราส่วนต่างๆ คือ 4:0, 3:1, 1:1, 1:3 และ 0:4 ในห้องปฏิบัติการ แต่ละสิ่งทดลองทดลอง 4 ซ้ำ นำส่วนผสมของสูตรอาหารใส่กะละมังขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร ปล่อยหนอนด้วงสาคูอายุ 15 วัน 20 ตัวต่อกะละมัง หลังจากเลี้ยง 30 วัน ชั่งน้ำหนักหนอนด้วงสาคูในแต่ละสิ่งทดลอง นำข้อมูลไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของสูตรอาหารต่างๆ จากการศึกษาพบว่า หนอนด้วงสาคูมีการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างๆ สูตรอาหารที่มีส่วนผสมของต้นสาคูและทางปาล์มน้ำมันให้น้ำหนักหนอนด้วงสาคูเฉลี่ยสูงกว่าน้ำหนักของหนอนด้วงสาคูที่เลี้ยงด้วยต้นสาคูและทางปาล์มน้ำมันเพียงอย่างเดียว และกำไรที่ได้จากการเลี้ยงหนอนด้วงสาคูด้วยสูตรอาหารที่มีส่วนผสมของต้นสาคูและทางปาล์มน้ำมันสูงกว่าที่เลี้ยงด้วยต้นสาคูและทางปาล์มน้ำมันเพียงอย่างเดียว ดังนั้นจึงควรนำทางปาล์มน้ำมันผสมกับต้นสาคูในสูตรอาหารเพื่อใช้เลี้ยงหนอนด้วงสาคูในเชิงพาณิชย์เพื่อเพิ่มผลผลิตและให้ผลกำไรสูงสุด

คำสำคัญ : หนอนด้วงสาคู สูตรอาหาร การเจริญเติบโต

Abstract

The objectives of this research are to compare the diet formulations for growth of red palm weevils and analyze the cost and return of feeding red palm weevils by red palm and oil palm in different ratios. The completely randomized design was used in this research to feed red palm weevils in the diet formulation by red palm and oil palm in different ratios as follows: 4:0, 3:1, 1:1, 1:3

and 0:4 in the lab. Each would be tested repeatedly four times. The ingredients of diet formulation were added in the 50-diameter basins, and 20 weevils per basin were released in the basins for 15 days. After 30 days, weigh the weevils in each test. Analyze the statistic variances and the cost and return of the diet formulations. The research findings revealed that the red palm weevils differently grew up at a statistically significant level ($p<0.01$). The weevils fed by both red palm and oil palm had more weights than the ones fed by either red palm or oil palm only, and more profits were obtained than fed by either red palm or oil palm only. Thus, feeding the weevils by both red palm and oil palm was worth running the commercial business because it could give more outputs and profits.
Keywords : Red Palm Weevil, Diet Formulation, Growth

1. บทนำ

การบริโภคแมลงในแต่ละภูมิภาคทั่วโลกมีความหลากหลายและแตกต่างกัน ปัจจัยหลักของการบริโภคแมลงคือความต้องการแหล่งอาหารประเภทโปรตีน จากการศึกษาโปรตีนในแมลงชนิดต่างๆ พบว่าแมลงมีปริมาณของโปรตีนเทียบเท่ากับเนื้อสัตว์ จึงสามารถนำแมลงมาทดแทนอาหารประเภทเนื้อชนิดอื่นๆ ได้ การบริโภคแมลงจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ที่ต้องการบริโภคอาหารประเภทโปรตีน เนื่องจากมีโปรตีนค่อนข้างสูง และไขมันต่ำ [1] การนำแมลงซึ่งเป็นศัตรูพืชมาบริโภคนั้น ยังช่วยกำจัดศัตรูพืชทางอ้อมได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังส่งเสริมให้เกิดอาชีพและสร้างรายได้จากการเพาะเลี้ยงแมลงด้วย [2] มีแมลงหลายชนิดที่นิยมนำมาเลี้ยงเพื่อบริโภคและเป็นที่ต้องการของตลาด เช่น จิ้งหรีด แมลงกระชอน หนอนไผ่ ด้วงสาคู เป็นต้น ด้วงสาคู (Rhynchophorus Ferrugineus Oliver) เป็นแมลงที่จัดอยู่ในอันดับที่ใหญ่ที่สุด [3] อาศัยกัดกินบริเวณยอดอ่อนของต้นมะพร้าว ต้นปาล์มน้ำมัน ต้นลาน และต้นสาคู ส่วนใหญ่พบในภาคใต้ [4] ปัจจุบันด้วงสาคูเป็นแมลงที่นิยมนำตัวอ่อนมาปรุงเป็นอาหาร และได้รับความนิยมบริโภคทั้งคนไทยและคนต่างชาติเนื่องจากมีรสชาติอร่อย มีโปรตีนสูง [5] จึงมีการนำด้วงสาคูมาเลี้ยงเป็นอาชีพ จากการสำรวจแหล่งเลี้ยงด้วงสาคูในจังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่ามีแหล่งเลี้ยงด้วงสาคูหลายแหล่งใช้ท่อนไม้สาคูเป็นวัสดุเลี้ยง ซึ่งการเลี้ยงด้วงสาคูในท่อนไม้แบบธรรมชาตินั้นต้องขึ้นอยู่กับลักษณะของอากาศ และผลผลิตไม่แน่นอน ไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาด [6] อีกทั้งใช้เนื้อที่ในการเลี้ยงกว้าง และการเคลื่อนย้ายค่อนข้างลำบาก จึงมีการเปลี่ยนวิธีการเลี้ยงจากการเลี้ยงในท่อนไม้มาเป็นการเลี้ยงแบบพัฒนาคือ เลี้ยงในกะละมังมีฝาปิด ได้ผลผลิตดีกว่าการเลี้ยงแบบธรรมชาติ เพราะสามารถควบคุมปัจจัยต่างๆ ได้ อีกทั้งประหยัดเนื้อที่ในการเลี้ยง การเลี้ยงหนอนด้วงสาคูส่วนใหญ่เกษตรกรนิยมเลี้ยงด้วยต้นสาคู แต่ปัจจุบันต้นสาคูมีปริมาณลดน้อยลง เนื่องจากมีการเปลี่ยนพื้นที่ไปปลูกพืชเศรษฐกิจชนิดอื่นมากขึ้น รวมทั้งต้นสาคูเป็นไม้ยืนต้นจึงต้องอาศัยระยะเวลาในการเจริญเติบโตนานประมาณ 12 ปี และถ้ามีการศึกษาการใช้พืชตระกูลปาล์มชนิดอื่นที่สามารถนำมาเลี้ยงหนอนด้วงสาคูได้ก็จะเป็นการลดต้นทุนการผลิต ผู้ศึกษาจึงสนใจใช้ทางปาล์มน้ำมันมาทดแทนต้นสาคู เนื่องจากว่าจังหวัดสุราษฎร์ธานีมีการทำสวนปาล์มน้ำมันเป็นจำนวนมาก ทางปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุเหลือใช้ที่เกษตรกรส่วนใหญ่จะตัดและทิ้งไว้ในแปลง หากนำมาเป็นส่วนผสมกับต้นสาคูเพื่อเลี้ยงหนอนด้วงสาคูได้ ก็จะสามารถเปลี่ยนวัสดุเหลือใช้ให้เกิดประโยชน์และมีคุณค่าทางเศรษฐกิจได้อีก ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงได้นำทางปาล์มน้ำมันมาผสมกับต้นสาคูในอัตราส่วนต่างๆ เพื่อใช้เป็นอาหารเลี้ยงหนอนด้วงสาคู และวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการเลี้ยงด้วยสูตรอาหารต่างๆ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อเปรียบเทียบสูตรอาหารที่มีอัตราส่วนของต้นสาคูและทางปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหนอนด้วงสาคู

2.2 เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนการเลี้ยงหนอนด้วงสาคูด้วยต้นสาคูและทางปาล์มน้ำมันในอัตราส่วนที่ต่างกัน

3. สมมติฐานการวิจัย

หนอนด้วงสาคูที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารต้นสาคูผสมทางปาล์มน้ำมันในอัตราส่วนที่แตกต่างกันมีการเจริญเติบโตแตกต่างกัน

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 การเตรียมสถานที่ สถานที่ที่ใช้ในการเลี้ยงหนอนด้วงสาคูเป็นบริเวณที่โปร่ง แดดไม่ส่อง อากาศไหลเวียนดี ไม่มีน้ำขัง และต้องมีสภาพอากาศที่ไม่ร้อนจนเกินไป เนื่องจากด้วงสาคูเป็นแมลงที่ชอบอากาศชื้น

4.2 การเพาะหนอนด้วงสาคู โดยการนำต้นสาคูบดใส่ในกะละมังสีดำที่มีขนาดเท่ากัน มีความสูง 20 เซนติเมตร ปากด้านบนของกะละมังเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร จำนวน 3 ใบ ใบละ 2,000 กรัม เติมน้ำสะอาด 2,000 มิลลิลิตร คลุกเคล้าให้เข้ากัน ปล่อยพ่อแม่พันธุ์ด้วงสาคูลงในกะละมัง กะละมังละ 30 ตัว ตัวผู้ 10 ตัว และตัวเมีย 20 ตัว นำเปลือกมะพร้าววางเรียงบนผิวอาหารประมาณ 2–3 อัน ปิดฝา และทิ้งไว้ 15 วัน เมื่อครบกำหนดไข่จะเป็นตัวหนอน เลือกหนอนด้วงสาคูที่มีอายุรุ่นเดียวกันและน้ำหนักใกล้เคียงกัน นำไปเลี้ยงในอาหารแต่ละสูตรเพื่อเปรียบเทียบสูตรอาหารและวิเคราะห์ต้นทุนต่อไป

4.3 วิธีการศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมและการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนการเลี้ยงหนอนด้วงสาคู แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหนอนด้วงสาคู วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomize Design: CRD) โดยการนำต้นสาคูและทางปาล์มน้ำมันมาบดให้ละเอียด แล้วแช่น้ำทิ้งไว้ 1 คืน นำส่วนที่บดละเอียดของต้นสาคูและทางปาล์มน้ำมันมาผสมตามสูตรอาหาร ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 ต้นสาคู : ทางปาล์มน้ำมัน อัตราส่วน 4:0

สิ่งทดลองที่ 2 ต้นสาคู : ทางปาล์มน้ำมัน อัตราส่วน 3:1

สิ่งทดลองที่ 3 ต้นสาคู : ทางปาล์มน้ำมัน อัตราส่วน 1:1

สิ่งทดลองที่ 4 ต้นสาคู : ทางปาล์มน้ำมัน อัตราส่วน 1:3

สิ่งทดลองที่ 5 ต้นสาคู : ทางปาล์มน้ำมัน อัตราส่วน 0:4

ภาพที่ 1 วัสดุที่ใช้ในการศึกษา

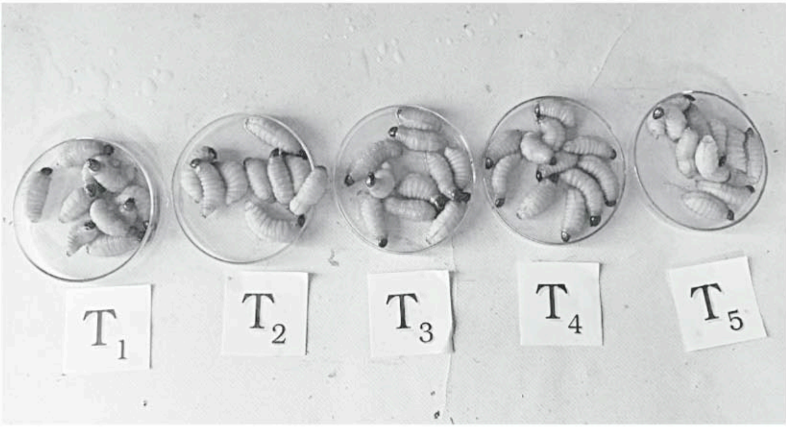
นำส่วนผสมตามสิ่งทดลองใส่ในกะละมังเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร กะละมังละ 1,000 กรัม เติมน้ำ 1,000 มิลลิลิตร ใส่อาหารหมูเล็กสตาร์ฟีดโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ 100 กรัม กากน้ำตาลยี่ห้อเอ็มโมลาส 10 มิลลิลิตร และจุลินทรีย์ EM 1,000 มิลลิลิตร ชนิดน้ำ 10 มิลลิลิตร คลุกเคล้าส่วนผสมต่างๆ ให้เข้ากัน นำหนอนด้วงสาคูที่ได้จากการเตรียมในข้อ 2) แบ่งใส่ในกะละมังที่เตรียมสูตรอาหารทั้ง 5 สูตร สูตรละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 20 ตัว จากนั้นนำเปลือกมะพร้าวมาวางด้านบนผิวอาหารแล้วปิดฝา เลี้ยงระยะเวลา 30 วัน หลังจากนั้นนำตัวหนอนด้วงสาคูแต่ละสิ่งทดลองมาชั่งน้ำหนัก เก็บข้อมูลน้ำหนักรวมของหนอนด้วงสาคูแต่ละกะละมัง และหาค่าเฉลี่ยเพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโต นำผลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance : ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกรรมวิธีโดยวิธี LSD

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนการเลี้ยงหนอนด้วงสาคูด้วยสูตรอาหารต่างๆ

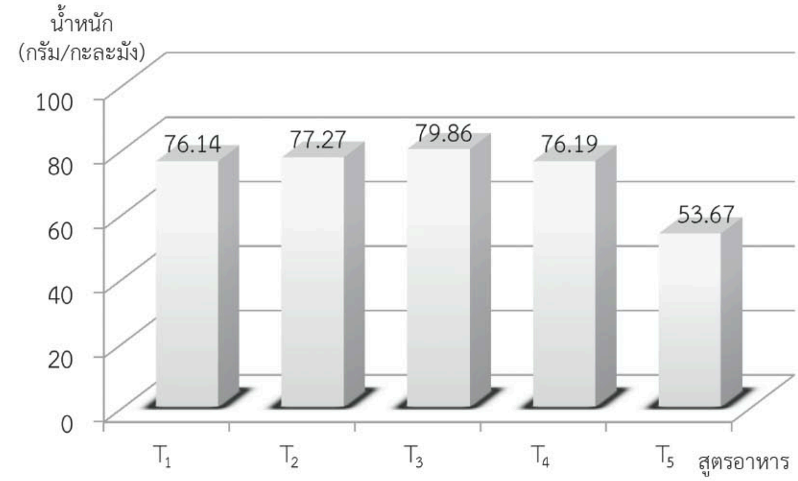
วิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการเลี้ยงหนอนด้วงสาคูด้วยสูตรอาหารต่างๆ โดยนำต้นทุนค่าวัสดุที่ใช้ทำสูตรอาหาร ค่าแรงงานที่ใช้เลี้ยง ส่วนผลตอบแทนที่ได้ นำผลผลิตของหนอนด้วงสาคูที่ได้ในสูตรอาหารต่างๆ คูณกับราคาจำหน่ายผลิต แล้วเปรียบเทียบกำไรที่ได้จากการเลี้ยงด้วยสูตรอาหารต่างๆ

5. ผลการวิจัย

5.1 สูตรอาหารที่มีอัตราส่วนของต้นสาคูและทางปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหนอนด้วงสาคู



ภาพที่ 2 หนอนด้วงสาคูที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่ต่างกัน



ภาพที่ 3 น้ำหนักของหนอนด้วงสาคูที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่ต่างกัน

T_1 ต้นสาคู:ทางปาล์มน้ำมัน อัตราส่วน 4:0
T_2 ต้นสาคู:ทางปาล์มน้ำมัน อัตราส่วน 3:1
T_3 ต้นสาคู:ทางปาล์มน้ำมัน อัตราส่วน 1:1
T_4 ต้นสาคู:ทางปาล์มน้ำมัน อัตราส่วน 1:3
T_5 ต้นสาคู:ทางปาล์มน้ำมัน อัตราส่วน 0:4

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักหนอนด้วงสาคูที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารต่างๆ

สูตรอาหาร	ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักหนอนด้วงสาคู1/ (กรัม/กะละมัง)
ต้นสาคู : ทางปาล์มน้ำมัน อัตราส่วน 4:0	76.14^{ab}
ต้นสาคู : ทางปาล์มน้ำมัน อัตราส่วน 3:1	77.27^{ab}
ต้นสาคู : ทางปาล์มน้ำมัน อัตราส่วน 1:1	79.86^{a}
ต้นสาคู : ทางปาล์มน้ำมัน อัตราส่วน 1:3	76.19^{ab}
ต้นสาคู : ทางปาล์มน้ำมัน อัตราส่วน 0:4	53.67^{b}
F - test	**
CV. (%)	2.360
$LSD_{.05}$	2.585
$LSD_{.01}$	3.574

** = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

หมายเหตุ 1/ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักหนอนด้วงสาคูในสูตรอาหารแต่สูตรอาหารจาก 4 ซ้ำ

จากการเปรียบค่าเฉลี่ยระหว่างทรีตเมนต์โดยวิธี LSD ผลการศึกษาการเจริญเติบโตของหนอนด้วงสาคูที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารต้นสาคูผสมทางปาล์มน้ำมัน โดยการชั่งน้ำหนักของหนอนด้วงสาคูที่เลี้ยงในสูตรอาหารต่างๆ (ภาพที่ 2 และภาพที่ 3) พบว่า หนอนด้วงสาคูที่เลี้ยงด้วยทางปาล์มน้ำมันเพียงอย่างเดียวมีน้ำหนักน้อยที่สุดเฉลี่ย 53.67 กรัม/กะละมัง รองลงมาคือ การเลี้ยงด้วยต้นสาคูเพียงอย่างเดียว โดยหนอนด้วงสาคูมีน้ำหนักเฉลี่ย 76.14 กรัม/กะละมัง ตามลำดับ การนำทางปาล์มน้ำมันมาผสมกับต้นสาคูใช้เป็นอาหารเลี้ยงหนอนด้วงสาคู ทำให้น้ำหนักหนอนด้วงสาคูเพิ่มสูงขึ้น โดยต้นสาคูผสมทางปาล์มน้ำ อัตราส่วน 1:1 หนอนด้วงสาคูมีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดคือ 79.86 กรัม/กะละมัง รองลงมา ได้แก่ต้นสาคูผสมทางปาล์มน้ำมัน อัตราส่วน 3:1 และต้นสาคูผสมทางปาล์มน้ำมัน อัตราส่วน 1:3 ให้หนอนด้วงสาคูมีน้ำหนักเฉลี่ย 77.27 กรัม/กะละมัง และ 76.19 กรัม/กะละมัง ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่า สูตรอาหารต้นสาคูผสมทางปาล์มน้ำมันในอัตราส่วนที่ต่างกันทำให้หนอนด้วงสาคูมีการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) และเมื่อนำค่าเฉลี่ยของน้ำหนักหนอนด้วงสาคูมาเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี LSD พบว่า หนอนด้วงสาคูที่เลี้ยงด้วยทางปาล์มน้ำมันเพียงอย่างเดียวมีการเจริญเติบโตแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับด้วงสาคูที่เลี้ยงด้วยต้นสาคูเพียงอย่างเดียว และต้นสาคูผสมทางปาล์มน้ำมัน และยังพบว่าหนอนด้วงสาคูที่เลี้ยงด้วยต้นสาคูผสมทางปาล์มน้ำมัน อัตราส่วน 3:1 มีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกับหนอนด้วงสาคูที่เลี้ยงด้วยต้นสาคูผสมทางปาล์มน้ำมัน อัตราส่วน 1:1 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับหนอนด้วงสาคูที่เลี้ยงด้วยต้นสาคูผสมทางปาล์มน้ำมัน อัตราส่วน 1:3 (ตารางที่ 1) จากการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า เราสามารถนำทางปาล์มน้ำมันมาผสมกับต้นสาคูเลี้ยงหนอนด้วงสาคูได้ หนอนด้วงสาคูจะใช้แป้งเป็นอาหารที่ช่วยทำให้มีการเจริญเติบโต [7] ในทางปาล์มน้ำมันมีปริมาณแป้งค่อนข้างสูงประมาณ 46.2 เปอร์เซ็นต์ มีโปรตีน 5 เปอร์เซ็นต์ และเยื่อใย 38.5

เปอร์เซ็นต์ [8] ซึ่งเหมือนกับต้นสาคูในต้นสาคูมีปริมาณแป้งสูงเช่นกันคือ 82.7 เปอร์เซ็นต์ แต่มีโปรตีนค่อนข้างต่ำ 1.23 เปอร์เซ็นต์ และเยื่อใย 3.72 เปอร์เซ็นต์ [9] การใช้ทางปาล์มน้ำมันซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้และหาได้ง่ายในภาคใต้มาผสมกับต้นสาคูเพื่อเลี้ยงหนอนด้วงสาคูเป็นทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตของการเลี้ยงหนอนด้วงสาคูในเชิงพาณิชย์ เนื่องจากสามารถลดต้นทุนการผลิตและทางปาล์มน้ำมันหาได้ง่าย ไม่ต้องซื้อ ในขณะทีต้นสาคูซึ่งในอนาคตมีแนวโน้มราคาแพงขึ้น เนื่องมาจากไม่ได้ปลูกเพื่อนำมาเลี้ยงหนอนด้วงสาคู แต่เป็นการนำมาใช้จากที่มีอยู่ตามธรรมชาติ และต้องใช้ระยะเวลาหลายปีจึงสามารถนำมาใช้เลี้ยงหนอนด้วงสาคูได้

5.2 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนการเลี้ยงหนอนด้วงสาคูด้วยสูตรอาหารต่างๆ

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการเลี้ยงหนอนด้วงสาคูด้วยสูตรอาหารต่างๆ

สาคู:ทางปาล์มน้ำมัน	ปริมาณ สาคู/กะละมัง (กิโลกรัม)	ค่าสาคู/กะละมัง (บาท)	ค่าส่วนผสมอื่นๆ/กะละมัง (บาท)	ต้นทุนรวม/กะละมัง (บาท)	ผลผลิตหนอนด้วงสาคูเฉลี่ย/กะละมัง (กิโลกรัม)	กำไร/กะละมัง (บาท)
4:0	1.00	18.00	3.86	21.86	0.076	0.94
3:1	0.75	13.50	3.86	17.36	0.077	5.74
1:1	0.50	9.00	3.86	12.86	0.079	10.84
1:3	0.25	4.50	3.86	8.36	0.076	14.44
0:4	0.00	0.00	3.86	3.86	0.053	12.04

หมายเหตุ : ราคาจำหน่ายหนอนด้วงสาคูกิโลกรัมละ 300 บาท

ในการศึกษาการเลี้ยงหนอนด้วงสาคูด้วยสูตรอาหารต้นสาคูผสมทางปาล์มน้ำมันครั้งนี้ มีต้นทุนการผลิตคือต้นสาคู 18 บาท/กิโลกรัม อาหารหมู 25 บาท/กิโลกรัม กากน้ำตาล 23 บาท/กิโลกรัม EM 90 บาท/ลิตร และไม่คิดค่าแรงในการดำเนินการศึกษา จากการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการเลี้ยงหนอนด้วงสาคูด้วยสูตรอาหารแบบต่างๆ (ตารางที่ 2) พบว่า สูตรอาหารที่มีอัตราส่วนของต้นสาคูมากขึ้นทำให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น ซึ่งสูตรอาหารที่มีต้นสาคูผสมทางปาล์มน้ำมันในอัตราส่วน 4:0 มีต้นทุนการผลิตสูงสุด 21.86 บาท/กะละมัง และสูตรอาหารต้นสาคูผสมทางปาล์มน้ำมันในอัตราส่วน 0:4 มีต้นทุนการผลิตต่ำสุด 3.86 บาท/กะละมัง เมื่อพิจารณาผลตอบแทนในการจำหน่ายหนอนด้วงสาคู 300 บาท/กิโลกรัม พบว่า หนอนด้วงสาคูที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารต้นสาคูผสมทางปาล์มน้ำมันในอัตราส่วน 1:3 ให้ผลกำไรสูงที่สุด 14.44 บาท/กะละมัง รองลงมาคือ หนอนด้วงสาคูที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารต้นสาคูผสมทางปาล์มน้ำมันในอัตราส่วน 0:4 สูตรอาหารต้นสาคูผสมทางปาล์มน้ำมันในอัตราส่วน 1:1 และสูตรอาหารต้นสาคูผสมทางปาล์มน้ำมันในอัตราส่วน 3:1 ให้ผลกำไร 12.04 บาท/กะละมัง 10.84 บาท/กะละมัง และ 5.74 บาท/กะละมัง ตามลำดับ ส่วนการเลี้ยงหนอนด้วงสาคูที่เลี้ยงด้วยต้นสาคูเพียงอย่างเดียวมีกำไรต่ำสุดเพียง 0.94 บาท/กะละมังเท่านั้น

6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การเปรียบเทียบสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหนอนด้วงสาคูในห้องปฏิบัติการเป็นการทดลองสูตรอาหารต้นสาคูผสมทางปาล์มน้ำมันทั้ง 5 สูตรที่นำมาใช้ในการเลี้ยงด้วงสาคูในกะละมัง กะละมังละ 20 ตัว พบว่า เราสามารถใช้ทางปาล์มน้ำมันมาเป็นส่วนผสมกับต้นสาคูเลี้ยงหนอนด้วงสาคูได้ การใช้ทาง

ปาล์มน้ำมันผสมกับต้นสาคูจะช่วยเพิ่มผลผลิตของหนอนด้วงสาคูมากกว่าการใช้ต้นสาคูเพียงอย่างเดียว โดยอัตราส่วนที่ทำให้น้ำหนักของหนอนด้วงสาคูดีที่สุด คือ สูตรอาหารต้นสาคูผสมทางปาล์มน้ำมัน อัตราส่วน 1:1 และสูตรอาหารต้นสาคูผสมทางปาล์มน้ำมัน อัตราส่วน 1:3 ทำให้หนอนด้วงสาคูมีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน

เมื่อวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนการเลี้ยงหนอนด้วงสาคูด้วยสูตรอาหารต่างๆ หากพิจารณากำไรจากการเลี้ยงหนอนด้วงสาคู พบว่า ควรใช้สูตรอาหารต้นสาคูผสมทางปาล์มน้ำมัน อัตราส่วน 1:3 เพราะสูตรอาหารนี้ทำให้มีกำไรจากการเลี้ยงหนอนด้วงสาคูสูงสุด ดังนั้น ควรใช้ทางปาล์มน้ำมันซึ่งเป็นวัสดุที่หาได้ในท้องถิ่นพื้นภาคใต้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายมาผสมกับต้นสาคูในการเลี้ยงหนอนด้วงสาคู เพื่อเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการผลิตหนอนด้วงสาคูเพื่อผลตอบแทนสูงสุด ข้อเสนอแนะ ควรมีการศึกษา ความชื้นของอาหารที่ใช้ในการทดลอง และอุณหภูมิที่เหมาะสมเพิ่มเติม สำหรับการเพิ่มอัตราส่วนของอาหาร ควรเพิ่มปริมาณอาหารหมูด้วย เนื่องจากว่าอาหารหมูจะเป็นแหล่งโปรตีน ซึ่งจะทำให้หนอนด้วงสาคูมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่านี้ และถ้ามีการเพิ่มปริมาณของอาหารหมูก็ควรที่จะเพิ่มปริมาณของน้ำด้วย หากปริมาณน้ำน้อยเกินไป ทำให้อาหารหมู ต้นสาคู และทางปาล์มน้ำมันไม่เป็นเนื้อเดียวกัน และไม่เหมาะต่อการอาศัยของด้วงสาคู แนะนำให้มีการศึกษาขนาดมาตรฐานของหนอนด้วงสาคูที่ตลาดต้องการ และระยะเวลาที่แน่นอนในการเก็บผลผลิต

เอกสารอ้างอิง

[1] เยาวดี คุปตะพันธ์. (2545). แมลง : อาหารที่ให้คุณและโทษสำหรับมนุษย์. วารสารอาหาร. ปีที่ 32ฉบับที่ 4. 258-262.

[2] ถาวร ทองนาโพธิ์. (2552). [ออนไลน์]. การเลี้ยงด้วงมะพร้าว โดยทางปาล์มหมัก. [สืบค้นเมื่อวันที่ 18 มกราคม 2561]. จาก http://www.rakbankerd.com/agriculture/page.php?id=1124&s.

[3] ทวี หอมชง. (2543). แมลงศัตรูของคนและสัตว์. กรุงเทพมหานคร : บมจ.แอ๊ดวานซ์ อะโกร.

[4] พิสุทธิ์ เอกอำนวย. (2551). ด้วงปีกแข็ง แมลงลึกลับกับเทคนิคการเพาะเลี้ยง. กรุงเทพมหานคร : อมรินทร์ พริ้นติ้ง แอนด์ พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).

[5] กัลยา บุญสง่า. (2553). การพัฒนาอาหารเทียมเพื่อเพาะเลี้ยงด้วงเต่าลายหยัก. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชากีฏวิทยา. คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[6] สุปาณี เลี้ยงพรพรรณ และสมชาย เลี้ยงพรพรรณ. (2553). การเลี้ยงด้วงงวงมะพร้าวในจังหวัดสงขลาและจังหวัดพัทลุง. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ. ปีที่ 13 ฉบับที่ 1. 41-45.

[7] สุนิษา นวลมะโน. (มปป.). เอกสารวิชาการ : การเลี้ยงด้วงสาคู. สำนักงานเกษตร อำเภอทับปุด จังหวัดพังงา. กรมส่งเสริมการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

[8] โอภาส พิมพา. (2556). การใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้ของอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มเพื่อเป็นอาหารสัตว์. กรุงเทพมหานคร : โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์ จำกัด.

[9] สุมาลี เพชรขันธ์. (2551). คุณค่าทางอาหารของเยื่อในลำต้นสาคูและผลพลอยได้จากสาคูและการใช้เป็นแหล่งพลังงานในอาหารโคพื้นเมืองไทย. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. ภาควิชาสัตวศาสตร์. คณะทรัพยากรธรรมชาติ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2561

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตของนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5E

Developing High Vocational Certificate Students' Achievement in Topic of Organisms' Growth Using 5E Inquiry Cycle

ปนัดดา ธุระธรรม[1] และสุภาพร พรไตร[2]
Panadda Thuratham[1] and Supaporn Porntrai[2]

[1] นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
E-mail: panadda.dada014@gmail.com

2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
E-mail: supaporn.p@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ที่เรียนเรื่องการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5E 2) ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียน และ 3) ศึกษาประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ ระเบียบวิธีวิจัยประกอบด้วย 1) การพัฒนาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 6 ข้อ 2) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5E เวลาในการจัดกิจกรรม 120 นาที และ 3) การนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง จำนวน 33 คน ที่ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เก็บข้อมูลจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบบันทึกกิจกรรม วิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ความก้าวหน้าทางการเรียน และประสิทธิภาพและประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำและระดับดีมาก ตามลำดับ ซึ่งแสดงการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาคิดเป็นร้อยละ 65.35 ($\langle g \rangle = 0.6535$) จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับปานกลาง ค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) และค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของกิจกรรมการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 75.53/75.76 และ 0.6535 ตามลำดับ

คำสำคัญ : ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การเติบโต การเจริญ วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5E

Abstract

The objectives of this research are (1) to compare the learning achievements of pre-tests and post-tests of the high vocational certificate students who studied the growth of organisms by the use of 5E Inquiry Cycle, (2) to study the learning progress and (3) to study the effectiveness and efficiency index of learning activities. The research methodology consists of 1) the development of 6 items of 4-choice learning achievement form, 2) the development of learning activities by the use of 5E Inquiry Cycle and 3) the application to 33 samples who were purposively selected. The data were collected from the achievement form of pre-tests and post-tests and the note of activities. The research findings revealed that the learning achievements of the pre-test and post-tests of the samples were under the minimum criteria and at a high level, respectively –it indicated thte increase at a statistically significant level of .05 ($p < .05$). The learning progress of the students was by 65.35 percent (<g> = 0.6535) considered the moderate progress. The value of effectiveness (E_1/E_2) and the value of efficiency index (E.I.) of the learning activities were 75.53/75.76 and 0.6535, respectively.

Keywords : Learning Achievement, Growth, Development, 5E Inquiry Cycle

1. บทนำ

การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตเป็นส่วนหนึ่งในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต สำหรับนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาระการเรียนรู้ในเรื่องนี้ได้แก่ การเจริญของตัวอ่อนระยะต่างๆ ในครรภ์ของมนุษย์ วัฏจักรชีวิตของพืชดอก วัฏจักรชีวิตและการเปลี่ยนแปลงรูปร่างระหว่างการเจริญของสัตว์ และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญ ซึ่งล้วนแต่เกี่ยวข้องกับกระบวนการที่ต้องอาศัยเวลาในการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก ทำให้ครูไม่สามารถจัดการทดลองให้นักศึกษาได้ลงมือปฏิบัติจริง ครูส่วนใหญ่จึงสอนเรื่องนี้ ด้วยวิธีการบรรยาย ซึ่งวิธีการสอนที่เน้นการบรรยายนี้ไม่สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ของนักศึกษาสายช่างระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เนื่องจากโดยส่วนใหญ่นักศึกษาเหล่านี้จะชอบการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติมากกว่าการฟังบรรยายทฤษฎี จึงส่งผลให้นักศึกษาส่วนมากเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียนไม่ตั้งใจเรียน เข้าเรียนสายและหนีเรียน นำไปสู่การมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ตกต่ำไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน

National Research Council (NRC) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์เป็นการสืบเสาะหาความรู้ (Science as Inquiry) มนุษย์ได้พัฒนาองค์ความรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะแตกต่างไปจากการสืบเสาะหาความรู้ในศาสตร์อื่นๆ เนื่องจากต้องมีคุณลักษณะสำคัญ 5 ประการ ได้แก่ 1) การตั้งใจจดจ่อกับคำถามทางวิทยาศาสตร์ 2) การให้ความสำคัญกับหลักฐานที่สอดคล้องกับคำถามทางวิทยาศาสตร์ 3) การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ 4) การเชื่อมโยงคำอธิบายกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 5) การสื่อสารและแสดงเหตุผลคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และสืบเนื่องจากการที่วิทยาศาสตร์เป็นการสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงต้องเน้นการสืบเสาะหาความรู้ และจะต้องออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นคุณลักษณะสำคัญทั้ง 5 ประการของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ [1]

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้องค์ประกอบสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้มาลงสู่แผนการจัดการเรียนรู้

ที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทยได้แก่ วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5E ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) การสร้างความสนใจ (Engagement) 2) การสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) การขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) การประเมินผล (Evaluation) [2] โดยในแต่ละขั้นตอนผู้เรียนต้องได้ลงมือปฏิบัติจริง จึงจะทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและขยายไปสู่ความรู้ขั้นสูงในลำดับต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษาการพัฒนาการเรียนรู้ เรื่องการสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเท่ากับ 79.11/78.15 ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเท่ากับ 0.6109 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก [3] และจากการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.69 อยู่ในระดับปานกลาง และมีเจตคติทางบวกต่อวิชาชีววิทยาอยู่ในระดับปานกลาง [4] จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้ได้ข้อสรุปว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E มีความก้าวหน้าทางการเรียนและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้งกิจกรรมที่สร้างขึ้นก็มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลตามเกณฑ์ที่กำหนด [5,6,7,8,9,10,11,12,13]

ด้วยผลสำเร็จอันเป็นที่ประจักษ์ในการส่งเสริมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะแบบ 5E ผู้วิจัยจึงนำแนวทางดังกล่าวมาใช้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่องการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ซึ่งในบทความฉบับนี้ได้นำเสนอแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ต่อการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตลอดจนประสิทธิภาพและประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะเป็นตัวอย่างที่เป็นประโยชน์ต่อครูในการนำไปปรับใช้ให้เกิดประสิทธิภาพ และบรรลุจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ในลำดับต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ที่เรียนเรื่องการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5E

2.2 เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียน

2.3 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้

3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2 นักศึกษามีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับกลาง (Medium Gain) ขึ้นไป

3.3 กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5E มีประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 และมีดัชนีประสิทธิผลไม่ต่ำกว่า 0.5

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากรได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.1) ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต รหัสวิชา 3000-1314 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 วิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต จำนวน 2 ห้องเรียน มีนักศึกษาทั้งหมด 48 คน

2) กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.1) ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต รหัสวิชา 3000-1314 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 วิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักศึกษาทั้งหมด 33 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

4.2 ขั้นตอนและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตให้มีลักษณะของการสืบเสาะวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของ NRC โดยนำลักษณะทั้ง 5 ประการได้แก่ 1) ผู้เรียนจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ 2) ผู้เรียนเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวเนื่องกับคำถาม 3) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ 4) ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 5) ผู้เรียนสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเองมาจัดเป็นขั้นตอนของการจัดกิจกรรม 5 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นการสร้างความสนใจ 2) ขั้นการสำรวจและค้นหา 3) ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นการขยายความรู้ และ 5) ขั้นการประเมินผล เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม 2 คาบ (ประมาณ 120 นาที) จากนั้นประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนชีววิทยาจำนวน 3 ท่าน ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะจนได้กิจกรรมการเรียนรู้ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective: IOC) เท่ากับ 1.0 นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาชั้น ปวส. 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 12 คน พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้นี้มีค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) และค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) เท่ากับ 78.41/76.39 และ 0.6514 ตามลำดับ กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (10 นาที)

1.1 นักศึกษาดูวีดีทัศน์เรื่องการเจริญเติบโตของไก่ หลังจากดูวีดีทัศน์จบครูถามนักศึกษาแต่ละกลุ่มว่า 1) ไข่ไก่มีการเปลี่ยนแปลงอะไรบ้างจนกระทั่งฟักออกมาเป็นตัว 2) สิ่งมีชีวิตอื่นๆ จะมีการเปลี่ยนแปลงเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

1.2 จากคำตอบของนักศึกษา ครูแจ้งว่า “วันนี้นักศึกษาจะได้ทำกิจกรรมเพื่อไขข้อสงสัยเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต และเมื่อทำกิจกรรมเสร็จแล้วนักศึกษาควรได้คำตอบของคำถามดังต่อไปนี้” 3) การเติบโตและการเจริญเหมือนหรือต่างกันอย่างไร 4) การเจริญของพืชดอกเกิดขึ้นอย่างไร 5) การเจริญของสัตว์แบ่งเป็นกี่ระยะในแต่ละระยะมีการเจริญอย่างไร 6) การเจริญของคนแบ่งเป็นกี่ระยะ ระยะใดมีความสำคัญมากที่สุดและเพราะอะไร 7) ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญของสิ่งมีชีวิตมีอะไรบ้าง และส่งผลอย่างไร

ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (50 นาที)

2.1 นักศึกษาแบ่งออกเป็น 11 กลุ่มๆ ละ 3 คน เรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มบ้าน (Home Group)

2.2 สมาชิกในกลุ่มบ้านวางแผนมอบหมาย รับผิดชอบในการสืบค้นข้อมูลคนละ 1 ส่วน และหาคำตอบในประเด็นปัญหาที่ครูมอบหมาย โดยประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 การเจริญของพืชดอก ส่วนที่ 2 การเจริญของสัตว์ และส่วนที่ 3 การเจริญของคน

2.3 สมาชิกในกลุ่มบ้านแยกย้ายไปรวมกับสมาชิกกลุ่มอื่นซึ่งได้รับเนื้อหาเดียวกัน ตั้งเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert Group) และร่วมกันทำความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นอย่างละเอียด โดยร่วมกันจัดทำแผนผังความคิด (Concept Map) เพื่อสรุปสาระสำคัญลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 1.1

2.4 เมื่อครบเวลาที่กำหนดสมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับไปสู่กลุ่มบ้าน โดยนำแผนผังความคิดมาอธิบายให้เพื่อนในกลุ่มฟัง สมาชิกทุกคนจะได้เรียนรู้ภาพรวมของสาระทั้งหมด และแต่ละกลุ่มบันทึกข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมเรื่องราวทั้งหมดลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 1.2

2.5 นักศึกษาแต่ละกลุ่มเล่นเกมบัตรภาพเกี่ยวกับวัฏจักรของสิ่งมีชีวิต ซึ่งประกอบด้วยวัฏจักรชีวิตของพืชดอก วัฏจักรชีวิตของสัตว์ และวัฏจักรชีวิตของคน โดยให้แต่กลุ่มออกมาติดบัตรคำวัฏจักรของ

สิ่งมีชีวิตบนกระดาษวนตามเข็มนาฬิกาในเวลา 3 นาที

ขั้นที่ 3 การอธิบายและลงข้อสรุป (25 นาที) นักศึกษาแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต และตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 1.3 โดยมีประเด็นการอภิปรายตามที่เคยแจ้งไว้ในขั้นที่ 1

ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ (20 นาที)

4.1 นักศึกษาและครูร่วมกันเฉลยคำตอบใบกิจกรรมที่ 1.3 เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจตรงกันเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต และปัจจัยที่มีต่อการเจริญของสิ่งมีชีวิต

4.2 นักศึกษาสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมตามที่แต่ละกลุ่มสนใจเกี่ยวการเจริญของสิ่งมีชีวิตนอกเหนือจากที่ครูนำมา โดยแต่ละกลุ่มอธิบายและสรุปความรู้ในรูปแผนผัง แผนภาพ หรือข้อความย่อลงในใบกิจกรรมที่ 1.4

4.3 ครูมอบหมายงานให้แต่ละกลุ่มเลือกปลูกพืชกลุ่มละ 1 ชนิด โดยไม่ซ้ำกัน พร้อมเขียนรายงานในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 1.5 เรื่อง การเจริญของพืช โดยกำหนดส่งเมื่อต้นพืชของแต่ละกลุ่มครบทุกระยะของการเจริญ

ขั้นที่ 5 การประเมินผล (15 นาที)

5.1 นักศึกษาเล่นเกมตอบคำถามเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต จำนวน 10 คำถาม โดยใช้โปรแกรม Plickers

5.2 นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียนเรื่องการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต จำนวน 6 ข้อ โดยใช้โปรแกรม Plickers

2) พัฒนาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว จากนั้นประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านชีววิทยา 3 ท่าน และด้านการสอนชีววิทยา 1 ท่าน ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะจนได้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีค่า IOC เท่ากับ 1.0 นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับชั้น ปวส.1 จำนวน 12 คน ที่เคยเรียนเรื่องนี้แล้วเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 10 นาที วิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบเลือกข้อสอบไว้ จำนวน 6 ข้อ ที่วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ 2 ด้าน ได้แก่ ความจำ และความเข้าใจ โดยข้อสอบที่เลือกไว้มีค่า p และค่า r อยู่ระหว่าง 0.69-0.77 (เฉลี่ย 0.74) และ 0.33-0.80 (เฉลี่ย 0.50) ตามลำดับ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.51 ตัวลวงในข้อสอบแต่ละข้อสามารถลวงให้นักศึกษากลุ่มอ่อนเลือกมากกว่ากลุ่มเก่ง และจำนวนนักศึกษาที่เลือกตัวลวงเฉลี่ยร้อยละ 24 ของนักศึกษาทั้งหมด ข้อคำถามในแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีดังนี้

คำถามที่ 1 ข้อใดไม่ใช่การเติบโต

คำถามที่ 2 ข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับกระบวนการที่ทำให้พืชและสัตว์มีการเจริญ

คำถามที่ 3 ข้อใดกล่าวถึงการเจริญพืชดอกได้ถูกต้อง

คำถามที่ 4 สัตว์ในข้อใดที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างระหว่างการเจริญ (Ametamorphosis)

คำถามที่ 5 ข้อใดเรียงลำดับการเจริญในระยะเอ็มบริโอของคนได้ถูกต้อง

คำถามที่ 6 ข้อใดเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญของพืชมากที่สุด

จากนั้นนำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้มาตรฐานแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 ห้องเรียน มีจำนวนนักศึกษา 33 คน ที่ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากประชากรนักศึกษาชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ของวิทยาลัยแห่งหนึ่งในจังหวัดภูเก็ต โดยมีขั้นตอนการเก็บข้อมูลดังนี้ 1) ทดสอบก่อนเรียน 2) จัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ และ 3) ทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับเดิมแต่สลับข้อและสลับตัวเลือก

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) วิเคราะห์คะแนนสอบก่อนเรียน ระหว่าง

เรียน และหลังเรียน หาค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละการเลือกตอบข้อสอบเป็นรายข้อ

2) วิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และแบ่งผลการเรียนออกเป็น 8 ระดับ ตามเกณฑ์หลักสูตรการอาชีวศึกษา พ.ศ.2557 ดังนี้ ดีเยี่ยม (80-100 คะแนน) ดีมาก (75-79 คะแนน) ดี (70-74 คะแนน) ดีพอใช้ (65-69 คะแนน) พอใช้ (60-64 คะแนน) อ่อน (55-59 คะแนน) อ่อนมาก (50-54 คะแนน) ต่ำกว่าเกณฑ์ (0-49 คะแนน)

3) เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่ระดับนัยสำคัญ .05 โดยใช้การทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระ (t-test for Dependent Sample)

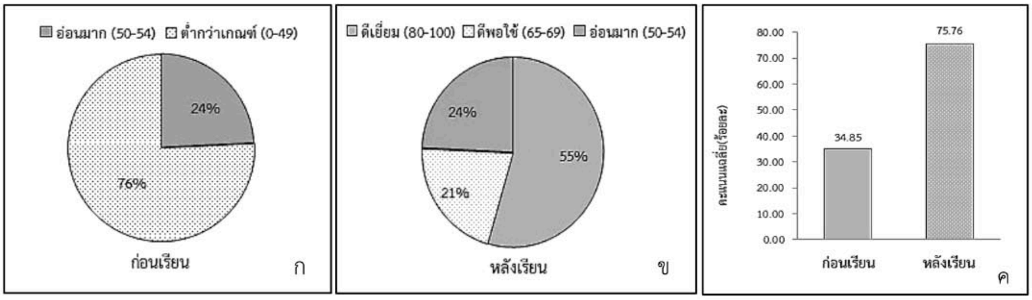
4) วิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนโดยการหาค่าดัชนีความก้าวหน้า (Normalized Gain: <g>) และแบ่งความก้าวหน้าทางการเรียนออกเป็น 3 ระดับ [14]

5) หาค่า E_1/E_2 จากคะแนนระหว่างเรียนและคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน และเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน 75/75

6) หาค่า E.I. จากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน [15] และเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน 0.5

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน จากการวิเคราะห์คะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษา ได้ผลดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก) ก่อนเรียน ข) หลังเรียน ค) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยก่อนเรียนกับหลังเรียน

จากภาพที่ 1 จะเห็นได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 34.85 อยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ มีร้อยละของนักศึกษาที่ได้คะแนนอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำจำนวนร้อยละ 76 (ภาพที่1ก) เมื่อนักศึกษาได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางในงานวิจัยนี้และมีการทดสอบหลังเรียน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนของนักศึกษา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 75.76 อยู่ในระดับดีมาก โดยมีนักศึกษาที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม 18 คน ระดับดีพอใช้ 8 คน และระดับอ่อนมาก 7 คน (ภาพที่ 1ข) เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนพบว่า นักศึกษาได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) (ภาพที่ 1ค) สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ที่พัฒนาขึ้น สามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาจากระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำไปอยู่ในระดับดีเยี่ยมได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

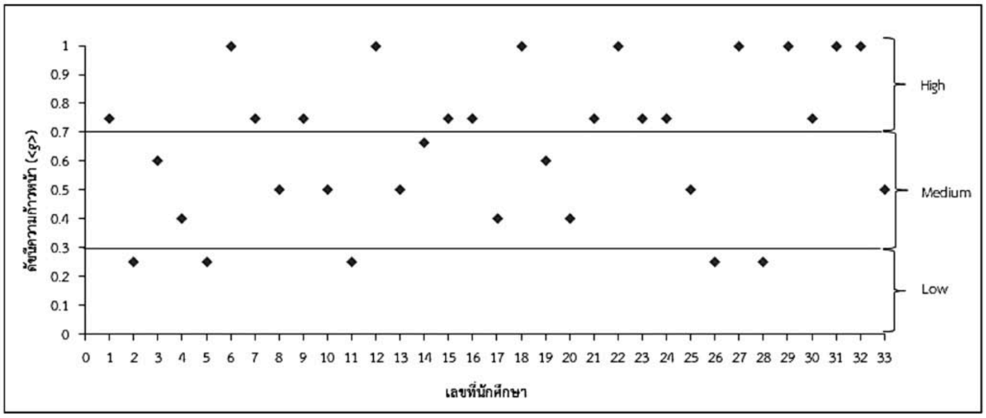
หากพิจารณาการตอบข้อสอบเป็นรายข้อ (ตารางที่ 1) พบว่านักศึกษาที่ตอบข้อสอบหลังเรียนในแต่ละข้อถูกต้องมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในทุกข้อแสดงให้เห็นถึงการมีพัฒนาการทางการเรียนที่ดีขึ้น ในจำนวนข้อสอบทั้งหมด 6 ข้อ มีข้อสอบหลังเรียน 4 ข้อที่มีจำนวนนักศึกษาที่ตอบถูกร้อยละ 75 ขึ้นไปซึ่งถือว่าอยู่ในระดับดีมาก แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้นี้ช่วยให้นักศึกษา

เกิดความเข้าใจเป็นอย่างดีเกี่ยวกับความหมายของการเจริญและการเติบโต การเจริญของพืชดอก และการเจริญของตัวอ่อนคนในระยะต่างๆ นอกจากนี้ข้อสอบทั้ง 4 ข้อนี้นักศึกษายังมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับมาตรฐานคือ 0.5 ขึ้นไป เป็นที่น่าสังเกตว่าคำถามข้อที่ 6 ที่เกี่ยวกับผลของปัจจัยที่มีต่อการเจริญของสิ่งมีชีวิต มีนักศึกษาที่ตอบข้อสอบหลังเรียนถูกเพียงร้อยละ 72.73 และคำถามข้อที่ 4 ที่เกี่ยวกับลักษณะการเจริญของสัตว์หลังระยะตัวอ่อน มีนักศึกษาที่ตอบข้อสอบหลังเรียนถูกเพียงร้อยละ 69.70

ตารางที่ 1 ร้อยละความถี่ของจำนวนนักศึกษาที่ตอบคำถามถูกในการทดสอบก่อนเรียนหลังเรียนและดัชนีความก้าวหน้ารายข้อ

คำถามที่/ประเด็นความคิดหลัก	จำนวนนักศึกษาที่ตอบถูก (ร้อยละ)		
	ก่อน	หลัง	<g>
1. ความหมายของการเติบโต	33.33	75.76	0.64
2. ความหมายของการเจริญ	33.33	78.79	0.68
3. การเจริญของพืชดอก	36.36	78.79	0.67
4. การเจริญของสัตว์หลังระยะตัวอ่อน	30.30	69.70	0.57
5. ลักษณะการเจริญของตัวอ่อนคนในระยะต่างๆ	36.36	78.79	0.67
6. ผลของปัจจัยที่มีต่อการเจริญของสิ่งมีชีวิต	39.39	72.73	0.55

5.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนเมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาทั้งชั้นได้ผลดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาเป็นรายบุคคล

จากภาพที่ 2 แสดงให้เห็นว่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาโดยเฉลี่ยจัดอยู่ในระดับปานกลาง (Medium Gain) โดยมีค่า <g> เท่ากับ 0.6535 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้นี้ทำให้นักศึกษาทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 65.35 ทั้งนี้มีนักศึกษาจำนวนร้อยละ 51.52, 33.33 และ 15.15 มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง ปานกลางและต่ำ ตามลำดับ

5.3 ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้

จากการวิเคราะห์คะแนนแบบบันทึกกิจกรรมและการทดสอบย่อยซึ่งสะท้อนประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และคะแนนสอบหลังเรียนซึ่งสะท้อนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) พบว่าค่า E_1/E_2 เท่ากับ 75.53/75.76 แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (75/75) และจากข้อมูลดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียนทำให้สรุปได้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีค่า E.I. เท่ากับ 0.6535 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (0.5)

6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตใช้เวลาจัดกิจกรรม 120 นาที มุ่งเน้นให้นักศึกษาสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือปฏิบัติทั้งแบบรายบุคคลและแบบกลุ่ม ครูเป็นเพียงผู้จัดสภาพการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการสืบเสาะของนักศึกษา กิจกรรมประกอบด้วยการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (นักศึกษาจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ) ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (นักศึกษาเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวเนื่องกับคำถาม) ขั้นที่ 3 การอธิบายและลงข้อสรุป (นักศึกษาสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากประจักษ์พยานที่ค้นพบ) ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ (นักศึกษาเชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์) และขั้นที่ 5 การประเมินผล (นักศึกษาสื่อสารและโต้แย้งแสดงเหตุผลสนับสนุนผลการค้นพบของตนเอง) ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พบว่า นักศึกษาได้คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับดีมาก (75.76%) และสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนซึ่งอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (34.85%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาคิดเป็นร้อยละ 65.35 ($\langle g \rangle = 0.6535$) จัดเป็นความก้าวหน้าในระดับปานกลาง กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) และค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) เท่ากับ 75.53/75.76 และ 0.6535 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ตั้งไว้

6.2 ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต ที่พัฒนาขึ้นทำให้นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและมีความก้าวหน้าทางการเรียนเท่ากับเกณฑ์มาตรฐาน กิจกรรมที่พัฒนาขึ้นมีค่าประสิทธิภาพและประสิทธิผลอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของนักวิจัยหลายท่านที่พบว่า นักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E มีความก้าวหน้าทางการเรียนและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น อีกทั้งกิจกรรมนั้นๆ ก็มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลตามเกณฑ์ที่กำหนด [5,6,7,8,9,10,11,12,13] ซึ่งผลที่เกิดขึ้นนี้อาจเนื่องมาจาก

1) การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ดำเนินตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบ โดยเริ่มจากการวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหาสาระ การกำหนดวัตถุประสงค์และหลักฐานชิ้นงาน การออกแบบกิจกรรมที่มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เน้นความท้าทายและการคิด และการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง การตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ การทดลองใช้ (Try-out) กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และการปรับปรุงพัฒนาให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง สอดคล้องกับแนวคิดที่ว่า “ผู้สอนต้องวางแผนอย่างรอบคอบในทุกองค์ประกอบของการสอน การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้จะทำให้การสอนมีทิศทางและเป้าหมายที่แน่ชัด มีคุณค่า คุ้มกับเวลาที่ผ่านไป ซึ่งส่งผลให้การสอนแต่ละครั้งบรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพ”[16] โดยประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่อง การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต พบว่า ประสิทธิภาพของ E_1/E_2 เท่ากับ 75.53/75.76 ซึ่งเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 75/75 แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยทำขึ้นมีประสิทธิภาพสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาให้สูงขึ้น และการค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.)

ค่าดัชนีเป็นประสิทธิผลเท่ากับ 0.6535 ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาการเรียนรู้ เรื่อง การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเท่ากับ 79.11/78.15 มีดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเท่ากับ 0.6109 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 [3]

2) การลำดับกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของการสืบเสาะแบบ 5E มีความเหมาะสม กล่าวคือ

2.1) ในขั้นการสร้างความสนใจ นักศึกษาได้ทบทวนความรู้เดิมและเชื่อมโยงมาสู่ความรู้ใหม่ตลอดจนสถานการณ์ที่ใช้ในการสร้างความสนใจสามารถดึงดูดให้นักศึกษาเกิดความสงสัยและจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะในขั้นต่อไป [2] ซึ่งการที่นักศึกษาจดจ่อกับคำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะ จะทำให้นักศึกษามีเป้าหมายที่แน่ชัดของการเรียน [1,17] และมีความมุ่งมั่นที่จะเก็บข้อมูลเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวเนื่องกับคำถามที่ตนสงสัยจึงนำไปสู่การเรียนรู้ที่มีความหมาย [12]

2.2) ในขั้นการสำรวจและค้นหา นักศึกษาได้เก็บข้อมูลด้วยตนเองเพื่อสร้างเป็นหลักฐานที่เกี่ยวเนื่องกับคำถามซึ่งเป็นโอกาสอันดีที่นักศึกษาจะได้รวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาประติดประต่อและเติมเต็มความคิดรวบยอดของผู้เรียนที่ยังไม่ถูกต้องและยังไม่สมบูรณ์ [2] นอกจากนี้ลักษณะและลำดับของคำถามสำคัญในใบบันทึกกิจกรรมยังช่วยให้การสำรวจและค้นหาของนักศึกษามีทิศทางที่แน่ชัดและตรงประเด็น กระตุ้นให้เกิดการอ่านแบบกระตือรือร้น (Active Reading) รวมถึงได้ฝึกการสังเกตอย่างแน่วแน่ [11]

2.3)ในขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป นักศึกษาได้ร่วมกันพิจารณาข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาและตรวจสอบว่ามีความครบถ้วนสมบูรณ์หรือไม่ เพียงพอต่อการนำไปใช้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (คำตอบ) ของคำถามที่ตนสงสัยหรือไม่ สิ่งเหล่านี้ช่วยให้นักศึกษาฝึกใช้การคิดวิเคราะห์ในการเรียนรู้ นอกจากนี้การใช้คำถามนำที่ดีในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 1.3 ยังช่วยให้นักศึกษาเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับคำถามได้ง่ายขึ้นจึงนำไปสู่การสร้างคำตอบที่ครบถ้วนและตรงประเด็น

2.4) ในขั้นการขยายความรู้ นักศึกษาได้เชื่อมโยงคำอธิบายไปยังองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยคำถามนำที่ดีจากครู [18] ทำให้นักศึกษาทราบว่าคำถามที่ตนสงสัยได้รับการตอบแล้วหรือยัง และคำตอบนั้นมีหลักฐานสนับสนุนเพียงพอหรือไม่ มีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด และมีความคลาดเคลื่อนจากคำอธิบายที่นักวิทยาศาสตร์ได้กล่าวไว้ในเรื่องเดียวกันหรือไม่อย่างไร [11] ซึ่งหากมีความสอดคล้องกันจะทำให้นักศึกษาเกิดความภาคภูมิใจในตนเอง ที่สามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างองค์ความรู้ได้เช่นเดียวกับนักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงในเรื่องที่ตนศึกษา ในทางกลับกันหากผลการศึกษาไม่สอดคล้องกัน จะทำให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้บนความผิดพลาดและจำความผิดพลาดและความถูกต้องนั้นได้นานยิ่งขึ้น [12]

2.5) ในขั้นการประเมิน มีการส่งเสริมให้เกิดบรรยากาศการสื่อสาร การโต้แย้งซักถามแลกเปลี่ยนความคิดเห็นอย่างมีเหตุมีผลระหว่างนักศึกษา ซึ่งทำให้นักศึกษาได้รับข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการอธิบายความรู้ความเข้าใจของตนเอง [2] นำไปสู่การเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งในงานของตนเอง [19] และเกิดความสำเร็จในการเรียนในท้ายที่สุด [20] นอกจากนี้การทดสอบหลังเรียนในชุดกิจกรรมและการสะท้อนผลทันทีช่วยให้นักศึกษาสรุปองค์ความรู้ที่ถูกต้องอีกครั้งและได้ประเมินตนเองเพื่อการพัฒนาในการเรียนครั้งต่อไป

3) การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่อง การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต พบว่า ผลสัมฤทธิ์อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก เมื่อพิจารณาร้อยละของความก้าวหน้าของนักศึกษาพบว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เป็นไปตามมาตรฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นการสืบเสาะหาความรู้ 5E นอกจากนี้การสืบเสาะหาความรู้มีการกำหนดเป้าหมายของการเรียน

ชัดเจนช่วยให้นักศึกษาบรรลุเป้าหมายที่กำหนด [21]

4) การพัฒนาสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนโดยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่อง การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต พิจารณาร้อยละของความก้าวหน้าของนักศึกษา พบว่า ความก้าวหน้าในภาพรวมตลอดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้เฉลี่ยเป็น 0.6535 นักศึกษามีความก้าวหน้าอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายบุคคลพบว่า มีนักศึกษาอยู่ในระดับสูง จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 51.52 อยู่ในระดับปานกลาง มีจำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 และอยู่ในระดับต่ำ 5 คน คิดเป็นร้อยละ 15.15 ดังนั้นการจัดกิจกรรมที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นช่วยให้นักศึกษามีความก้าวหน้าทางการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยการศึกษาความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วัฏจักรเซลล์และไมโทซิสด้วยการสืบเสาะวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาทั้งชั้นมีความก้าวหน้าทางการเรียนในระดับสูง (0.77) [11] นอกจากนี้เมื่อได้ทำการศึกษาการพัฒนาสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนโดยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ความก้าวหน้าของนักศึกษาพบว่าความก้าวหน้าในภาพรวมตลอดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเป็น 0.6926 [4] อย่างไรก็ตามพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ได้วิจัยในครั้งนี้เป็นไปไม่มากนัก เนื่องจากเนื้อหาเรื่องการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต เป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างยากและต้องจดจำระยะต่างๆ ของการเจริญของสิ่งมีชีวิต

ข้อเสนอแนะ

1) จากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า แผนมีประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์ การศึกษาครั้งต่อไปอาจพัฒนากลวิธีหรือกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมให้แผนมีการพัฒนาประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2) การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้นี้นักศึกษาจำเป็นต้องมีการเรียนรู้ร่วมกัน เพราะต้องทำงานกลุ่มร่วมกัน มีการอภิปรายผลจากการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อหาข้อสรุปที่ได้จากการทำกิจกรรม ดังนั้นเพื่อให้การจัดการเรียนรู้แบบนี้เกิดผลสูงสุด ครูจึงต้องแสดงบทบาทในการกระตุ้นนักศึกษาให้มีการเรียนแบบรู้ร่วมมือกันอย่างมาก โดยเฉพาะนักศึกษาในกลุ่มอ่อน

3) ควรเพิ่มจำนวนข้อสอบ และพัฒนาข้อสอบให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่าได้

4) ควรมีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักศึกษาได้แสดงความสามารถของตนเองอย่างเต็มที่

5) ไม่ควรกำหนดกิจกรรมที่ให้นักศึกษาไปทำนอกเหนือจากกิจกรรมในห้องเรียน

6) ควรมีการศึกษาความคงทนของความรู้ของนักศึกษาหลังจากเรียนไปแล้ว 2 สัปดาห์

เอกสารอ้างอิง

[1] National Research Council [NRC]. (2000). Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning. Washington D.C.: National Academy.

[2] Bybee, R.W., Taylor, J.A., Gardner, A., Scotter, P.V., Powel, J.C., Westbrook, A., and Landes, N. (2006). The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness. A Report Prepared for the Office of Science Education National Institute of Health.

[3] Chraoenchai, K. (2013). Learning Development on animal production and growth using inquiry cycle of the science learning strand for the secondary school level 4. Graduate studies journal, 10(49), 119-125. (in Thai)

[4] Kanhachat, R. (2014). Developing of achievement in learning structure and function of angiosperm using 5E inquiry cycle. Master of Science, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani. (in Thai)

[5] Satitpaiboon, A. (2007). Developing Grade 11 Students' Critical Thinking Skill and Achievement in Chemistry on "Bio-molecule" Using Inquiry Process. Mater Degree Thesis. Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand. (in Thai)

[6] Nuangchalerm, P. and Thammasena, B. (2009). Cognitive Development, Analytical Thinking and Learning Satisfaction of Second Grade Students Learned Through Inquiry-Based Learning. Asian Social Science, 5(1), 82-87.

[7] Kwangkhiri, K. (2012). The Development of an Analytical Thinking Skills and Enduring Understanding of Grade 7 Taught by Inquiry-Based Learning Approach. Veridian E-Journal, 5(1), 255-270. (in Thai)

[8] Thankam, K. (2012). Developing Achievement Learning Organ systems of Human Body for Grade 6 Students' Using 5E Inquiry Learning Model. Mater Degree Thesis. Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani, Thailand. (in Thai)

[9] Boon-art, O. (2014). Study the Development of Learning Achievement of Grade 11 Students' in Topic of Photosynthesis using 5E Learning Cycle Integrated with Concept Map. Mater Degree Thesis. Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani, Thailand. (in Thai)

[10] Chummin, N. and Porntrai, S. (2014). Enhancing an Analytical Thinking Ability Using Science Inquiry Approach. Journal of Humanity and Social Sciences Ubon Ratchathani University. 5(2), 55-67. (in Thai)

[11] Phochaiyarach, S. and Porntrai, S. (2015). Enhancing Analytical Thinking Abilities Using Science Inquiry Approach. Journal of Research on Science, Technology and Environment for Learning, 6(1), 46-56. (in Thai)

[12] Porntrai, S. (2015). Learning Cell Cycle and Mitosis by Science Inquiry: An Active Way to Increase Academic Achievement and Knowledge Retention. Journal of Research on Science, Technology and Environment for Learning, 6(2), 175-187. (in Thai)

[13] Sripho, W. (2015). The Development of an Analytical Thinking Ability and Achievement in Genetic Inheritance of Grade 12 Students' Using Activity Package Incorporated with 5E Learning Cycle. Mater Degree Thesis. Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani, Thailand. (in Thai)

[14] Hake, R.R. (1998). Interactive-Engagement Versus Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses. American Journal of Physics, 66(1), 64-74.

[15] Promwong, C. (2013). Developmental Testing of Media or Teaching Package' s Efficiency. Silpakorn Educational Research Journal, 5(1), 7-20. (in Thai)

[16] Soontornroj, W. (2004). Course Materials Development of Teaching. Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Mahasarakam University. (in Thai)

[17] Bell, R.L., Smetana, L. and Binns, I. (2005). Simplifying Inquiry Instruction. The Science Teacher, 72, 30-33.

[18] Prasertsan, S. (2012). Research-Based Project: New Learning Process for Thai Education. Bangkok: Thailand Research Fund. (in Thai)

[19] Scherer, Y.D. (2014). The Cell Cycle: An Activity Using Paper Plates to Represent Time Spent in Phases of the Cell Cycle. The American Biology teacher, 76(7), 478-479.

[20] McDonald, G. (2012). Teaching Critical and Analytical Thinking in High School Biology. The American Biology Teacher, 74(3), 178-181.

[21] Rodsai, A. (2012). Developing student achievement in maintenance of plant life using 5ES inquiry cycle for grade 5 student. Master of Science, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani. (in Thai)

ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2561

บทความวิจัย

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนการอนุรักษ์พลังงาน เรื่อง แผนภูมิไซโครเมตริก

The Development and Effectiveness Evaluation of Instructional Module in Energy Conservation on Psychometric Chart

ชาญชัย ทองประสิทธิ์[1] สุชาติ เชี่ยงฉิน[2] ชาญวิทย์ ตั้งสิริวรกุล[3] วรงค์ สมาน[4] และมนตรี ประชารัตน์[5]

Chanchai Tongpasit[1] Suchart Seingchin[2] Chanwit Tangsiriworakul[3] Warong Saman[4] and Montree Pracharat[5]

[1] รองศาสตราจารย์ หัวหน้าภาควิชาการจัดการงานออกแบบและพัฒนาธุรกิจ คณะสถาปัตยกรรมและการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ E-mail: cct@kmutnb.ac.th

[2] ศาสตราจารย์ อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ E-mail: suchart.s@tggs-bangkok.org

[3] รองศาสตราจารย์ รองผู้อำนวยการสำนักพัฒนาเทคโนโลยีเพื่ออุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ E-mail: cwtk5@hotmail.com

[4] นักวิชาการโสตทัศนศึกษา ชำนาญการ ฝ่ายสื่อการเรียนการสอน สำนักพัฒนาเทคนิคศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ E-mail: wtsn@kmutnb.ac.th

[5] หัวหน้าแผนกช่างไฟฟ้า อาจารย์ประจำวิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี E-mail: mt.pr.09@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนการอนุรักษ์พลังงาน เรื่อง แผนภูมิไซโครเมตริก ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี ตามหลักสูตรสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเครื่องปรับอากาศ รหัสวิชา 2104-2106 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 40 คน ซึ่งยังไม่เคยเรียนวิชาเครื่องปรับอากาศ เรื่องแผนภูมิไซโครเมตริกมาก่อนและใช้ครูผู้สอนที่ผ่านการฝึกอบรมจากโครงการขยายผลหลักสูตรการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน สำหรับสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่คณะผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.50/80.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียนพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่คะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน

คำสำคัญ : ประสิทธิภาพชุดการสอน การอนุรักษ์พลังงาน การประหยัดพลังงาน

Abstract

The objectives of this research are to create and evaluate the effectiveness of instructional module in the energy conservation on psychometric chart according to the Certificate in Vocational Education Program B.E. 2556 (2013), the Department of Electrical Power, the Office of the Vocational Education Commission, the Ministry of Education and compare the learning achievement of the scores from pre-tests and post-tests. The samples are 40 third-year vocational certificate students majoring in Electric Power, Minburi Technical College, according to the curriculum of the Office of the Vocational Education Commission; and registering Air Conditioner Subject (2104-2106), the academic year 2016 but never studying Air Conditioner Subject on Psychometric Chart before; in addition, the teachers, who had been trained from the program of energy conservation and renewable energy curriculum for the Office of the Vocational Education Commission, were appointed to teach the students.

The research findings revealed that the aforementioned instructional module had the effectiveness of 81.50/80.63 that was higher than the criteria of 80/80, and when comparing the difference of pre-tests and post-tests, it was found that they were different at a statistically significant level of .01; the scores of post-tests were higher than the scores of pre-tests.
Keywords : Effectiveness of Instructional Module, Energy Conservation, Energy Savings

1. บทนำ

พลังงานเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญและจำเป็นต่อการพัฒนาในทุกด้านของประเทศ ขณะที่ปริมาณทรัพยากรพลังงานในแหล่งต่างๆ ถูกนำมาใช้อย่างสิ้นเปลืองและแหล่งทรัพยากรธรรมชาติ มีแนวโน้มลดน้อยลงมาก ทั้งนี้เนื่องจากสังคมขยายตัวเกิดระบบการผลิตเชิงอุตสาหกรรมมากขึ้น ประกอบกับการใช้เครื่องทุ่นแรงที่ใช้พลังงานมีมากขึ้น ทั้งบางส่วนยังใช้พลังงานอย่างไม่เหมาะสมและฟุ่มเฟือยจึงเป็นสิ่งที่เร่งให้ทรัพยากรพลังงานลดลงอย่างรวดเร็ว และในปัจจุบันยังไม่สามารถหาพลังงานอื่นมาทดแทนได้ทันต่อความต้องการย่อมจะส่งผลกระทบที่รุนแรงในอนาคต

จากปัญหาความจำเป็นดังกล่าวข้างต้น ทำให้ประเทศไทยต้องมีการจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพในทุกๆ ภาคส่วน รวมถึงการปลูกจิตสำนึก และจัดการเรียนการสอนให้ความรู้ด้านพลังงานให้เยาวชนอย่างจริงจังต่อเนื่อง โดยเฉพาะการพัฒนาระบบการเรียนการสอนในระดับอาชีวศึกษาอย่างเป็นระบบ เพื่อป้อนเข้าสู่ตลาดแรงงานในภาคอุตสาหกรรมและภาคอาคารธุรกิจ ซึ่งเป็นสาขาเศรษฐกิจที่ต้องใช้แรงงานที่มีความรู้และทักษะในด้านเทคนิคและวิศวกรรมที่ต้องควบรวมองค์ความรู้ในด้านการอนุรักษ์พลังงานและการบริหารจัดการ และบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดจึงมีความจำเป็นต้องจัดทำสื่อการเรียนการสอนเพื่อการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านพลังงานให้เกิดผลสัมฤทธิ์ ในขั้นการนำไปปฏิบัติได้จริงในชีวิตประจำวันและการทำงานอย่างเป็นรูปธรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาคุณภาพกำลังคน ซึ่งเป็นเยาวชนรุ่นใหม่ที่อยู่ในวัยเรียนและกำลังศึกษาอยู่ในระบบอาชีวศึกษาและเป็นกำลังแรงงานสำคัญที่จะเข้าสู่ระบบงานอาชีพในตลาดแรงงานและภาคอุตสาหกรรมระดับต่างๆ ของประเทศ และสืบเนื่องจาก สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) มีการปรับโครงสร้างการบริหารและโครงสร้างหลักสูตรสำหรับการเรียนการสอน ในระดับ

อาชีวศึกษาใหม่ทั้งหมด ทั้งในระดับ ปวช. และปวส. เพื่อเตรียมความพร้อมเข้าสู่ AEC [1]

การเรียนการสอนทางช่างอุตสาหกรรมของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เป็นการเรียนเชิงวิทยาศาสตร์ มีความจริงพิสูจน์ได้ฉะนั้นลำพังเพียงคำพูดหรือคำบรรยายของครูผู้สอนเพียงอย่างเดียวไม่อาจจะให้ความกระจ่างแก่ผู้เรียนได้อย่างเพียงพอ ดังนั้นสิ่งหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาวิชาได้โดยง่ายและรวดเร็วขึ้นก็คือการใช้สื่อการเรียนการสอน [2]

การพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ยิ่งขึ้นจะต้องปรับปรุงในด้านการกำหนดรายละเอียดเนื้อหาวิชา และการจัดทำเอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรและการสอนต่างๆ เช่น ตำราเรียน คู่มือครู คู่มือนักเรียน คู่มือปฏิบัติ แบบทดสอบที่ได้มีการทดลองใช้ก่อน และปรับปรุงจนได้ประสิทธิภาพก่อนนำมาใช้จริงเป็นต้น ส่วนผู้สอนจะต้องมีการพัฒนาตนเองด้านการสอนตลอดจนยุทธวิธีในการสอนให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าวการอนุรักษ์พลังงาน เรื่องแผนภูมิไซโครเมตริก จึงมีความสำคัญต่อการเรียนการสอนในสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง และการดำเนินชีวิตในประจำวันมาก โดยเฉพาะการเรียนการสอนครูผู้สอนมักจะพบอยู่เสมอว่าปัญหาการเรียนการสอนในเรื่องนี้ คือ ขาดสื่อการเรียนการสอน และอุปกรณ์ช่วยสอน เนื่องจากไม่สามารถจัดหาวัสดุที่จะนำมาผลิตสื่อที่มีคุณภาพได้ และบางแห่งมีผู้เรียนจำนวนมาก คือ ในแต่ละห้องจะมีนักเรียนโดยเฉลี่ยห้องละประมาณ 40 คน ซึ่งอาจทำให้การเรียนการสอนขาดประสิทธิภาพ เนื่องจากกลุ่มของนักเรียนมากเกินไป การดูแลควบคุมของครูผู้สอนไม่ทั่วถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจึงอยู่ในเกณฑ์ต่ำ

ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างชุดการสอนการอนุรักษ์พลังงาน เรื่องแผนภูมิไซโครเมตริก ซึ่งผลการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์และช่วยแก้ปัญหาในการเรียนการสอน และยังเป็นการพัฒนาการเรียนการสอนการอนุรักษ์พลังงาน วิชาการส่องสว่าง ซึ่งเป็นการเรียนการสอนของสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง และผลที่ตามมาอาจเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนหรือผู้สนใจ ได้ทำการศึกษาและชุดการเรียน การสอนในวิชาอื่นๆ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้และจะเป็นการนำเอาเทคโนโลยีทางการศึกษาสมัยใหม่เข้ามาในวงการศึกษาด้านอาชีวศึกษาของไทยมากขึ้น การศึกษาด้านอาชีพหรืออาชีวศึกษานั้น เป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่สำคัญต่อการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ และสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และยังเป็นการผลิตกำลังคนให้กับตลาดแรงงานด้านอุตสาหกรรม ซึ่งจะช่วยให้ประเทศไทยสามารถพัฒนาตนเองก้าวไปสู่การเป็นประเทศอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความเป็นผู้นำในด้านอุตสาหกรรมต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อสร้างชุดการสอนการอนุรักษ์พลังงาน เรื่องแผนภูมิไซโครเมตริก

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนการอนุรักษ์พลังงาน เรื่องแผนภูมิไซโครเมตริก ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ตามเกณฑ์ 80/80

2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 ชุดการสอนที่สร้างขึ้นใช้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 ขอบเขตด้านชุดการสอน ชุดการสอนการอนุรักษ์พลังงานที่สร้างขึ้นเป็นวิชาเครื่องปรับอากาศ เรื่องแผนภูมิไซโครเมตริก ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ คือ

1) คู่มือผู้สอน ประกอบด้วย คำแนะนำ

การใช้ชุดสื่อการสอน รายการหัวข้อ สารบัญ รายการวัตถุประสงค์ รายการสื่อการสอน แผนการสอน ใบเนื้อหา ใบแบบฝึกหัด ใบเฉลยแบบฝึกหัด แบบทดสอบ และใบเฉลยแบบทดสอบ

2) คู่มือผู้เรียน ประกอบด้วย คำแนะนำการใช้ชุดสื่อการสอน รายการหัวข้อ สารบัญ รายการวัตถุประสงค์ รายการสื่อการสอน แผนการสอน ใบเนื้อหา ใบแบบฝึกหัด และแบบทดสอบ

3) คู่มือสื่อ ประกอบด้วย คำแนะนำ และวิธีการใช้สื่อ

4) สื่อการสอน ประกอบด้วย ชุดการสอนประเภท Simulation การอนุรักษ์พลังงาน เรื่องแผนภูมิไซโครเมตริก

4.2 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มประชากร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการส่องสว่าง รหัสวิชา 2104-2106 ปีการศึกษา 2559

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี ตามหลักสูตรสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเครื่องปรับอากาศ รหัสวิชา 2104-2106 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 40 คน ซึ่งยังไม่เคยเรียนวิชาเครื่องปรับอากาศ เรื่องแผนภูมิไซโครเมตริกมาก่อน โดยผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

4.3 การดำเนินการเก็บข้อมูล ในการวิจัยครั้งนี้มีรายละเอียดขั้นตอนการเก็บข้อมูล ดังนี้

1) ปฐมนิเทศนักเรียนกลุ่มตัวอย่าก่อนเริ่มสอนด้วยชุดการสอน ผู้สอนได้ชี้แจงวัตถุประสงค์การสอนและวิธีการเรียนให้กลุ่มตัวอย่างทราบ

2) ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) เพื่อตรวจสอบความรู้ของผู้เรียนก่อนการเรียนการอนุรักษ์พลังงานเรื่องแผนภูมิไซโครเมตริก โดยใช้แบบทดสอบ

3) สอนกลุ่มตัวอย่างด้วยชุดการสอนที่คณะผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยคณะผู้วิจัยทำหน้าที่ควบคุมการเรียนของกลุ่มทดลองโดยมีครูผู้สอนประจำวิชาที่ผ่านการอบรมชุดการสอนการอนุรักษ์พลังงาน เรื่องแผนภูมิไซโครเมตริก ขั้นตอนและวิธีการสอนดำเนินตามแผนการสอนที่ได้กำหนดไว้ และผู้เรียนทำแบบฝึกหัด เพื่อประเมินผลความก้าวหน้าทางการเรียน

4) ทดสอบหลังเรียน (Posttest) หลังจากผู้เรียนผ่านการเรียนการสอนการอนุรักษ์พลังงาน เรื่องแผนภูมิไซโครเมตริก ครบทุกหัวข้อเรื่องแล้ว ทำการทดสอบผลการเรียนอีกครั้งหนึ่ง โดยใช้แบบทดสอบ

5) นำผลที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดทุกหัวข้อเรื่อง (รายการวัตถุประสงค์) และจากแบบทดสอบหลังเรียนได้ครบแล้ว ผู้วิจัยได้นำมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอนตามขั้นตอนต่อไป

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพชุดการสอนในการวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม SPSS/PC+ ใช้สูตรการหาประสิทธิภาพชุดการสอน [1] ส่วนการเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนใช้สถิติที (t-test) [2] แบบข้อมูล 2 ชุด

5. ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน

รายการ	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ
คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด (E_1)	10	8.15	81.50
คะแนนจากการทำแบบทดสอบ (E_2)	20	16.13	80.63

ผลการวิจัยซึ่งได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏว่า ชุดการสอนการอนุรักษ์พลังงาน วิชาเครื่องปรับอากาศ เรื่องแผนภูมิไซโครเมตริก ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.50/80.63 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รายการ	N	$\overline{X}$	ΣD	ΣD^2	T
คะแนนทดสอบก่อนเรียน	40	5.50	425	4,585	50.36
คะแนนทดสอบหลังเรียน	40	16.13			

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียนพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่คะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน

6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าชุดการสอนการอนุรักษ์พลังงาน เรื่องแผนภูมิไซโครเมตริก ที่คณะผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย โดยมีค่าประสิทธิภาพตัวแรกที่ได้จากคะแนนการทำแบบฝึกหัดของนักเรียนในระหว่างการเรียนการสอน คิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ 81.50 สูงกว่าเกณฑ์ 80 ตัวแรกที่กำหนดไว้ และมีค่าประสิทธิภาพตัวหลังที่ได้จากคะแนนการทำแบบทดสอบหลังการเรียน คิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ 80.63 สูงกว่าเกณฑ์ตัวหลังที่กำหนดไว้จึงอาจกล่าวได้ว่า ชุดการสอนที่คณะผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถสามารถนำไปใช้สอนนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดี

จากการสังเกตของคณะผู้วิจัยในระหว่างกระบวนการเรียนการสอน จากการสอบถามความคิดเห็นจากครูผู้สอน และจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน จึงขอประมวลความเห็นเกี่ยวกับชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังนี้

6.1 ด้านการใช้งานของชุดการสอน ซึ่งประกอบไปด้วย วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ใบเนื้อหา ใบแบบฝึกหัด ใบเฉลยแบบฝึกหัด ใบแบบทดสอบ ใบเฉลยแบบทดสอบและตลอดจนชุดสื่อการเรียนการสอน ได้แก่ Simulation หรือสื่อ e-Learning เป็นชุดการสอนที่สร้างขึ้นโดยคำนึงถึงหลักวิชาการและธรรมชาติการเรียนรู้ของผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ในสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลังซึ่งสอดคล้องกับชาญชัย [4] ได้ศึกษาวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่องระบบสตาร์ทรถยนต์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ลักษณะสื่อการสอนประกอบด้วยของจริงผ่า โมเดลพลาสติก แผ่นใส ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.19/81.23 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ และณรงค์ [5] ได้ทำการวิจัยสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่องเกียร์อัตโนมัติ (ภาคทฤษฎี) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรมอาชีวศึกษา

พุทธศักราช 2536 ลักษณะสื่อการสอนประกอบด้วยแผ่นใส หุ่นจำลอง โมเดลพลาสติก ของจริงผ่า และของจริง ผลการวิจัยพบว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 86.62/81.52 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

6.2 ด้านความสนใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอน พบว่าผู้เรียนมีความสนใจสูง เนื่องจากชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีสีสันสวยงามและเหมาะสม ซึ่งสามารถจำลองสถานการณ์การทำงานของอุปกรณ์ให้เห็นเป็นรูปธรรมขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่องเป็นสิ่งเร้าที่กระตุ้นให้เกิดความสนใจอยู่ตลอดเวลา ในส่วนของใบเนื้อหาประกอบด้วยรูปภาพที่ให้รายละเอียดในการสื่อความหมายได้อย่างเหมาะสมโดยมีคำอธิบายสั้นๆ ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าวผลของค่าระดับคะแนนแบบฝึกหัดและผลของค่าระดับคะแนนแบบทดสอบมีความสอดคล้องตามสมมติฐานของการวิจัยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ซึ่งถือได้ว่า ชุดการสอนที่คณะผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดี สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทางการเรียนโดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นและมีความก้าวหน้าเพิ่มขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดการสอนการอนุรักษ์พลังงาน วิชาเครื่องปรับอากาศ เรื่องแผนภูมิไซโครเมตริก ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในด้านต่างๆ ดังนี้

1) นอกจากชุดการสอนที่มีคุณภาพแล้ว สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งที่จะช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ คือ ผู้เรียนที่ต้องทำการศึกษาเนื้อหาและวิธีการใช้สื่อประกอบการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาและสัมพันธ์กับเวลาที่กำหนดไว้ในแผนการสอน

2) ผู้สอนควรใช้วิธีการสอนแบบอื่นๆ นอกจากวิธีการสอนแบบบรรยาย เช่น วิธีการสอนแบบถาม-ตอบ และวิธีการสอนแบบสาธิต เพื่อให้ผู้เรียนมีกิจกรรมร่วมหรือมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนระหว่างบทเรียน

3) ผู้สอนควรทำการตรวจปรับทันทีทุกครั้งหลังจากผู้เรียนทำแบบฝึกหัดเสร็จแล้ว ทั้งนี้เพื่อจะได้นำข้อมูลที่ได้มาทำการปรับการสอนได้ทันท่วงที การเรียนการสอนจึงจะมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

เอกสารอ้างอิง

[1] ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. (2521). ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[2] ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น.

[3] ชาญชัย ทองประสิทธิ์. (2545). “รายงานการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่อง ระบบสตาร์ทรถยนต์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ.” กรุงเทพมหานคร : สำนักพัฒนาเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[4] ณรงค์ เอี่ยมประเสริฐ. (2539). “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องเกียร์อัตโนมัติ (ภาคทฤษฎี) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรมอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2536.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[5] สำนักพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงาน. (2559). เอกสารการดำเนินงาน โครงการขยายผลหลักสูตรการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน สำหรับสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.

แบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง

The Model of the Automatic Machine for Sorting Metal and Non Metal on the Conveyor Belt

ณัฐดนัย เรือนคำ
Nuthdanai Rueankham

ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 4
E-mail: nuthdanai25170@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาและสร้างแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง 2) ประเมินคุณภาพของแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง 3) หาประสิทธิภาพแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง 4) ประเมินความพึงพอใจต่อแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง โดยผู้วิจัยได้ออกแบบให้มีโครงสร้างที่สะดวกและเหมาะสมในการใช้งาน และสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนรายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) และรายวิชาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่ออาชีพได้เป็นอย่างดี โดยกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาระดับชั้น ปวส. และปริญญาตรี จำนวน 45 คน

ผลการวิจัย พบว่า การทำงานของแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงสามารถคัดแยกวัตถุที่เป็นโลหะและอโลหะได้ตามเงื่อนไขและสามารถคัดแยกวัตถุในตำแหน่งที่ต้องการได้ถูกต้อง รวมถึงคุณภาพของแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงที่สร้างขึ้น มีระดับการประเมินด้านการออกแบบอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการใช้งานอยู่ในระดับมาก ด้านคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุดตามลำดับ ประสิทธิภาพการทำงานของแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงที่สร้างขึ้นสามารถจำแนกวัตถุและตำแหน่งที่ต้องการคัดแยก วัตถุที่เป็นโลหะและอโลหะได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ คิดเป็นร้อยละ 100 และระดับความพึงพอใจต่อการใช้งานแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : เครื่องคัดแยกวัตถุ โลหะ อโลหะ อัตโนมัติ สายพานลำเลียง

Abstract

The objectives of this research are (1) to study and create the model of automatic machine for sorting metals and non-metals on the conveyor belt, (2) to evaluate the quality of the model of automatic machine for sorting metals and non-metals on the conveyor belt, (3) to evaluate the effectiveness of the model of automatic machine for sorting metals and non-metals on the conveyor belt and (4) to evaluate the satisfaction in the model of automatic machine for sorting metals and non-metals on the conveyor belt. The researcher created the design with proper and comfortable structures for uses that can be also used in the subject of controlling system in industrial works in the high vocational certificate (HVC) and in the subject of computer software for career. The samples are 45 high vocational certificate students and undergraduates.

The research findings revealed that the function of the model of automatic machine for sorting metals and non-metals on the conveyor belt could sort metals and non-metals on its conditions and could sort objects in the right position. In addition, according to the quality of the model of automatic machine for sorting metals and non-metals on the conveyor belt had the, its design was evaluated at the highest level, its use was evaluated at a high level and its quality was evaluated at the highest level, respectively. The effectiveness operation or performance of the model of automatic machine for sorting metals and non-metals on the conveyor belt could exactly and accurately sort metals and non-metals. The satisfaction in using the model of automatic machine for sorting metals and non-metals on the conveyor belt was at a high level.

Keywords : Sorting Machine, Metals, Non-Metals, Automatic, Conveyor Belt

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีในการผลิตอุตสาหกรรม มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วมีการนำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่นำมาใช้เพื่อทดแทนแรงงานคน เพื่อลดต้นทุนในการผลิต อีกทั้งมีความถูกต้องแม่นยำ ดังนั้นการที่นำเอา PLC มาใช้ความคุมผลผลิตเพื่อให้กระบวนการผลิตนั้นมีประสิทธิภาพสูง และมีความประหยัด PLC จึงได้มีบทบาทในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรม ที่ผลิตรถยนต์ อุตสาหกรรมที่ผลิตยา อุตสาหกรรมที่ผลิตอาหาร และในอุตสาหกรรมต่างๆ ได้นำเอา PLC มาควบคุมสายพานลำเลียง มอเตอร์ เซนเซอร์ และอุปกรณ์ต่างๆ ดังนั้นสถาบันการศึกษาจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญต่อการใช้งานของ PLC จึงให้นักศึกษาได้มีการเรียนเขียนโปรแกรม PLC ขึ้นในสถาบันการศึกษานั้นยังขาดอุปกรณ์สื่อการเรียนการสอน PLC จึงทำให้นักศึกษาไม่เข้าใจ การทำงานหรือการนำเอาไปใช้งานจริง การควบคุมด้วยโปรแกรมเมเมิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controllers: PLC) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการต่างๆ โดยใช้โปรแกรมคำสั่งที่ทำหน้าที่เหมือนวงจรรีเลย์ มีส่วนของอินพุตและเอาต์พุต ที่สามารถต่อใช้งานได้ทันที ดังนั้นโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์จึงถูกใช้ในงานอุตสาหกรรม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักร ทำให้เครื่องจักรทำงานได้โดยอัตโนมัติ [1] ระบบการขนถ่ายวัตถุและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งใช้ระบบสายพานลำเลียงวัตถุจากสถานีต้นทางไปยังสถานีปลายทางแทนการเคลื่อนย้ายวัตถุด้วยคน เพราะมีความสะดวกหลายอย่างในเรื่องความต่อเนื่องในการทำงาน ความเร็วสม่ำเสมอของวัตถุที่ใช้ในการเคลื่อนย้าย และปัจจุบันระบบสายพานลำเลียง

ยังสามารถคัดแยกวัตถุได้อัตโนมัติ ซึ่งเป็นผลดีต่อการผลิต การควบคุมคุณภาพและทำให้สถานประกอบการมีผลกำไรเพิ่มขึ้น ซึ่ง PLC ได้เข้ามามีบทบาทในการศึกษา วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร เป็นสถาบันการศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา และเปิดสอนในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) และหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) รายวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้าและรายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม และเป็นรายวิชาชีพ ในหลักสูตรทั้งสอง ซึ่งเป็นการนำ PLC มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับระบบอุตสาหกรรมโดยตรง แต่การเรียนการสอนเป็นไปด้วยความยากลำบากเนื่องจากขาดสื่อที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน สื่อที่มีเป็นการสอนที่เน้นความรู้ ความเข้าใจเรื่องเนื้อหามากกว่าการปฏิบัติจริง ภาพโดยรวมของระบบ กระบวนการผลิตในงานอุตสาหกรรมมีข้อจำกัดในด้านของรูปลักษณ์ของชิ้นงานจริงในระบบอุตสาหกรรมที่จะทำให้ผู้เรียนนั้นไม่สามารถมองเห็นและเข้าใจการทำงานที่ชัดเจนอีกทั้ง [2] เป็นชุดสาธิตที่ใช้ในการเรียนการสอน เป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพเป็นสิ่งที่มีความสำคัญที่จะช่วยให้นักศึกษาได้เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ และมีความเข้าใจในเนื้อหารายวิชาเพิ่มมากขึ้น ซึ่งแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงเป็นสื่ออีกประเภทหนึ่ง ที่ครูอาจารย์ผู้สอนได้ใช้ในการเรียนการสอนและนำเสนอให้นักศึกษาได้เห็นการทำงานจริง จินตนาการเห็นส่วนประกอบต่างๆ ของสื่อได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

จากปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการสร้างแบบจำลองเครื่องคัดแยกวัตถุอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงด้วย PLC โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบจำลองแทนของจริงในงานอุตสาหกรรม เพื่อจะพัฒนานักเรียนนักศึกษาให้มีความรู้ ความสามารถอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาและสร้างแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง

2.2 เพื่อประเมินคุณภาพแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง

2.3 เพื่อหาประสิทธิภาพแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง

2.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการในการสร้างแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง มีดังนี้

1) ศึกษาข้อมูลเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง ในเรื่องต่อไปนี้

1.1) ขนาดความกว้างของสายพาน เลือกให้มีความกว้าง 10 ซม. เพื่อให้วัตถุที่ใช้ทดสอบสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ

1.2) ช่องใส่วัตถุ เลือกใช้อะลูมิเนียม เพราะมีน้ำหนักเบา

1.3) มอเตอร์ เลือกใช้มอเตอร์เกียร์ที่มีความเร็วรอบต่ำ เพื่อให้การตรวจจับวัตถุได้ถูกต้องแม่นยำมากขึ้น [3]

1.4) เซนเซอร์ เลือกใช้เป็นแบบตรวจจับโลหะและอโลหะ [4]

1.5) วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้าง เน้นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา จึงเลือกใช้อะลูมิเนียม

1.6) วัตถุ เลือกใช้กระป๋องนมชนิดโลหะ เส้นผ่านศูนย์กลาง 75 มม.

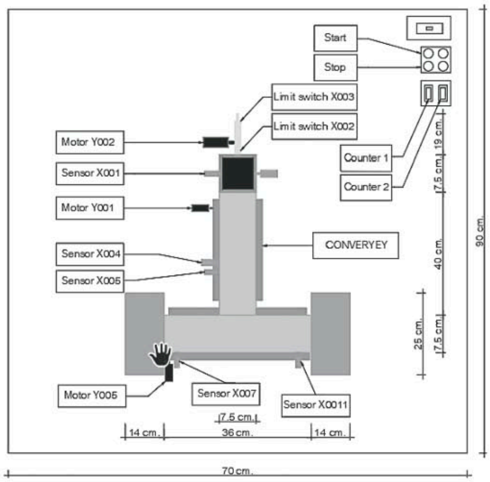
2) ออกแบบและสร้างแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง

2.1) ชุดโครงสร้างภายนอก ทำด้วยไม้อัดปูสักลาด มีขนาดกว้าง 7.5 ซม. ยาว 40 ซม.

2.2) ชุดสายพานลำเลียงวัตถุ จะใช้มอเตอร์เกียร์ที่มีความเร็วรอบต่ำ ขนาด DC 12 V 50 rpm เพื่อ

ให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ช้า และการตรวจจับถูกต้องแม่นยำ

2.3) ชุดตรวจจับวัตถุเลือกใช้เซนเซอร์ชนิด Inductive Proximity Sensor รูปทรงกระบอกในการตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะ สัญญาณ Output เป็นแบบ NPN DC 12-24 V ระยะตรวจจับ 8 มม. ขนาดของเซนเซอร์ M 12x1 ส่วนอโลหะนั้นเลือกใช้โฟโต้เซนเซอร์ชนิด NPN DC 12-24 V ระยะตรวจจับ 30 มม. ขนาด 10.8x20x31 มม.

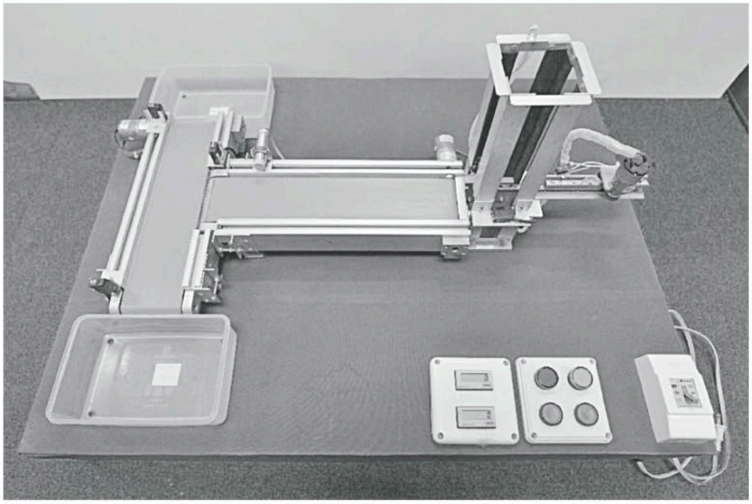


ภาพที่ 1 แสดงแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง

ตารางที่ 1 กำหนดอุปกรณ์อินพุตและเอาท์พุต

Input อุปกรณ์	สัญลักษณ์
Sensor1	X001
Sensor2	X004
Sensor3	X005
Sensor4	X007
Sensor5	X011
Start	X000
Stop	X012

Output อุปกรณ์	สัญลักษณ์
Motor 1	Y001
Motor 2	Y002
Motor 3	Y005
Counter 1	Y007
Counter 2	Y006



ภาพที่ 2 แสดงแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง

3) สร้างแบบประเมินคุณภาพแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง สำหรับผู้เชี่ยวชาญ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามแบบของลิเคิร์ท ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ ด้านการออกแบบ ด้านการใช้งาน และด้านคุณภาพ

4) กำหนดผู้ประเมินคุณภาพแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ 10 ปีขึ้นไป ทางด้านการสอนรายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม และรายวิชาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่ออาชีพ จำนวน 5 คน

5) ประเมินคุณภาพและเก็บรวบรวมข้อมูล โดยจัดทำหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ซึ่งออกโดยวิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร และสาธิตการทำงานของแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงได้ชม ตอบข้อซักถามหากมีข้อซักถาม และให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง ลงในแบบประเมินคุณภาพที่สร้างขึ้น

6) วิเคราะห์ข้อมูลการประเมินคุณภาพแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง ประกอบด้วยการหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเทียบค่าเฉลี่ยกับชั้นระดับคุณภาพ ดังนี้ [5]

4.50 - 5.00 หมายถึง มีคุณภาพมากที่สุด
3.50 - 4.49 หมายถึง มีคุณภาพมาก
2.50 - 3.49 หมายถึง มีคุณภาพปานกลาง
1.50 - 2.49 หมายถึง มีคุณภาพน้อย
1.00 - 1.49 หมายถึง มีคุณภาพน้อยที่สุด

7) การประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติ บนสายพานลำเลียง โดยทดสอบการทำงานการจำแนกวัตถุ และตำแหน่งที่ต้องการคัดแยก โดยการนำวัตถุที่เป็นโลหะและอโลหะอย่างละ 10 ชิ้น สลับกันโดยทดสอบวัตถุที่เป็นโลหะ จำนวน 10 ครั้ง วัตถุที่เป็นอโลหะ จำนวน 10 ครั้ง และบันทึกผลการจำแนกวัตถุและตำแหน่งที่ต้องการคัดแยก สามารถแยกวัตถุได้ถูกต้อง และตำแหน่งที่ต้องการ เพื่อหาประสิทธิภาพ ซึ่งหาได้จาก

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ถูกต้อง}}{\text{จำนวนครั้งที่ทดสอบ}} \times 100 \qquad ...(1)$$

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง และระดับปริญญาตรี แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร

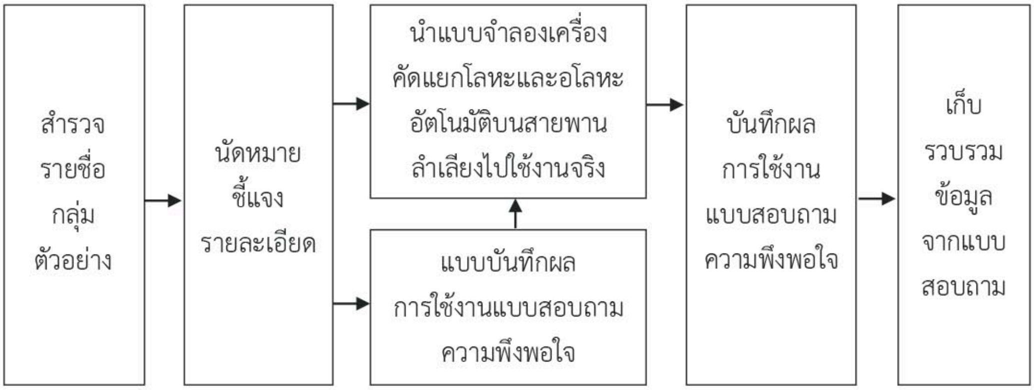
2) กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง และปริญญาตรีที่ลงทะเบียนภาคเรียนที่ 2/2560 แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร จำนวน 45 คน โดยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง

3.3 เครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1) แบบบันทึกผลการทดสอบคัดแยกวัตถุของแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง

2) แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการใช้งานของแบบจำลองเครื่องคัดแยกวัตถุอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามแบบของลิเคิร์ท ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ ด้านข้อมูลทั่วไป ด้านความพึงพอใจต่อการใช้แบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง และด้านความเห็นและข้อเสนอแนะ

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล ความพึงพอใจต่อการใช้งานแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3 แสดงขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ความพึงพอใจต่อการใช้งานแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง

สำรวจรายชื่อกลุ่มตัวอย่าง เพื่อนัดเวลาที่จะนำแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงไปให้กลุ่มตัวอย่างได้ทดลองใช้งาน โดยอธิบายขั้นตอนการใช้งานให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจขั้นตอนการทำงาน กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้งาน แล้วบันทึกผลการทดลองและตอบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการใช้ เก็บข้อมูลรวบรวมเพื่อวิเคราะห์ผลต่อไป

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

1) การหาคุณภาพของแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาร้อยละ การจำแนกวัตถุและตำแหน่งที่ต้องการคัดแยก จึงถือว่าแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ

2) การสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเทียบค่าเฉลี่ยกับชั้นระดับคุณภาพ ดังนี้ [5]

4.50 - 5.00 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด
3.50 - 4.49 หมายถึง พึงพอใจมาก
2.50 - 3.49 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง
1.50 - 2.49 หมายถึง พึงพอใจน้อย
1.00 - 1.49 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการประเมินคุณภาพแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพของแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงจากผู้เชี่ยวชาญ

ที่	รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
ด้านการออกแบบโครงสร้าง				
1.	ขนาด รูปร่างของแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงเหมาะสมกับการใช้งาน	4.80	.39	มากที่สุด
2.	การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์สร้างแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงมีความเหมาะสม	4.60	.32	มากที่สุด
3.	การวางตำแหน่งอุปกรณ์มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน	5.00	.51	มากที่สุด
4.	แบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงมีความประณีตสวยงาม	4.60	.32	มากที่สุด
5.	ความเหมาะสมของการออกแบบแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงโดยรวม	4.60	.32	มากที่สุด
	ค่าเฉลี่ย	**4.72**	**.37**	**มากที่สุด**
ด้านการใช้งาน				
1.	ความสะดวกในการใช้งาน	4.60	.32	มากที่สุด
2.	ความปลอดภัยในการใช้งาน	4.60	.32	มากที่สุด
3.	ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติ บนสายพานลำเลียง	3.80	.32	มาก
4.	ประโยชน์ต่อการใช้งานในการเรียนการสอน	4.80	.39	มากที่สุด
	ค่าเฉลี่ย	**4.45**	**.34**	**มาก**
ด้านคุณภาพ				
1.	คุณภาพวัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในโครงสร้าง	4.80	.39	มากที่สุด
2.	คุณภาพการประหยัดด้านแรงงาน	4.60	.32	มากที่สุด
3.	คุณภาพการประหยัดเวลา	4.80	.39	มากที่สุด
4.	คุณภาพการประหยัดต้นทุน	4.60	.32	มากที่สุด
5.	คุณภาพการบริหาร/จัดการใช้งานแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง	4.60	.32	มากที่สุด
	ค่าเฉลี่ย	**4.68**	**.35**	**มากที่สุด**
	ค่าเฉลี่ยทุกด้าน	**4.61**	**.36**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพของแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง โดยภาพรวมอยู่ในระดับมีคุณภาพมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นด้าน พบว่า ด้านการออกแบบมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการใช้งานมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก และด้านคุณภาพมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ตามลำดับ

4.2 ผลการประเมินการทดสอบการทำงานของแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตารางบันทึกผลการทดสอบคัดแยกวัตถุของแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง

ครั้งที่ทดลอง	วัตถุ (โลหะ/พลาสติก)	การจำแนกวัตถุ (ได้/ไม่ได้)	ตำแหน่งที่ต้องการคัดแยก (ถูกต้อง/ไม่ถูกต้อง)
1	พลาสติก	ได้	
2	โลหะ	ได้	ถูกต้อง
3	พลาสติก	ได้	ถูกต้อง
4	โลหะ	ได้	ถูกต้อง
5	พลาสติก	ได้	ถูกต้อง
6	โลหะ	ได้	ถูกต้อง
7	พลาสติก	ได้	ถูกต้อง
8	โลหะ	ได้	ถูกต้อง
9	พลาสติก	ได้	ถูกต้อง
10	โลหะ	ได้	ถูกต้อง
11	พลาสติก	ได้	ถูกต้อง
12	โลหะ	ได้	ถูกต้อง
13	พลาสติก	ได้	ถูกต้อง
14	โลหะ	ได้	ถูกต้อง
15	พลาสติก	ได้	ถูกต้อง
16	โลหะ	ได้	ถูกต้อง
17	พลาสติก	ได้	ถูกต้อง
18	โลหะ	ได้	ถูกต้อง
19	พลาสติก	ได้	ถูกต้อง
20	โลหะ	ได้	ถูกต้อง

จากตารางที่ 3 พบว่า แบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง สามารถจำแนกประเภทวัตถุได้ และคัดแยกประเภทวัตถุได้ถูกต้องตามตำแหน่ง

4.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพการทำงานของแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง

วัตถุ	จำนวน (ครั้ง)	การจำแนกวัตถุ (ได้/ไม่ได้)	ตำแหน่งที่ต้องการคัดแยก (ถูกต้อง/ไม่ถูกต้อง)	ประสิทธิภาพ (%)
โลหะ	10	ได้	ถูกต้อง	100
อโลหะ	10	ได้	ถูกต้อง	100

จากตารางที่ 4 ประสิทธิภาพการทำงานของแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง พบว่า สามารถจำแนกวัตถุที่เป็นโลหะและตำแหน่งที่ต้องการคัดแยกโลหะ จำนวน 10 ครั้ง ได้ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 100 และสามารถจำแนกวัตถุที่เป็นอโลหะและตำแหน่งที่ต้องการคัดแยกอโลหะจำนวน 10 ครั้ง ได้ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 100

4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานของแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ตารางบันทึกผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานของแบบจำลองเครื่องคัดแยกวัตถุอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. แบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง มีความสวยงามอยู่ในระดับใด	4.55	.43	มากที่สุด
2. แบบจำลองสายพานลำเลียงคัดแยกวัตถุเซนเซอร์มีความถูกต้องแม่นยำอยู่ในระดับใด	3.35	.32	มาก
3. แบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงเหมาะสมกับระดับการศึกษาอยู่ในระดับใด	4.25	.40	มาก
4. แบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงสามารถนำไปเป็นสื่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับใด	4.35	.41	มาก
5. แบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงเสร็จสมบูรณ์ตามขอบเขตวิจัย	4.80	.45	มากที่สุด
6. แบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงมีการเดินสายไฟฟ้าถูกต้องสวยงามอยู่ในระดับใด	4.50	.42	มากที่สุด
7. แบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงมีการติดตั้งอุปกรณ์ถูกต้องสวยงามอยู่ในระดับใด	4.75	.44	มากที่สุด

ตารางที่ 5 ตารางบันทึกผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานของแบบจำลองเครื่องคัดแยกวัตถุอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
8. แบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ควบคุมอื่นๆ อยู่ในระดับใด	4.20	.39	มาก
9. แบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงมีการออกแบบที่เสมือนจริงในงานระบบอุตสาหกรรมอยู่ในระดับใด	4.90	.45	มากที่สุด
10. ความพึงพอใจในภาพรวมแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงอยู่ในระดับใด	4.45	.42	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.41**	**.41**	**มาก**

จากตารางที่ 5 พบว่า การประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง และปริญญาตรี แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร จำนวน 45 คน ทดลองใช้และประเมินความพึงพอใจ พบว่า โดยภาพรวมผู้ใช้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 ผลจากการทดลองแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง ทำงานได้ตามเงื่อนไขเป็นไปตามวัตถุประสงค์ ซึ่งแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไข

5.2 การประเมินคุณภาพแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ที่มีประสบการณ์ 10 ปีขึ้นไป ทางด้านการสอนรายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม และรายวิชาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่ออาชีพ สามารถที่จะอธิบายผลการวิเคราะห์คุณภาพความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง ดังนี้

1) ด้านการออกแบบ ผลการประเมินแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง โดยมีค่าเฉลี่ยคุณภาพอยู่ในระดับมาที่สุด

2) ด้านการใช้งาน ผลการประเมินแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง โดยมีค่าเฉลี่ยคุณภาพอยู่ในระดับมาก

3) ด้านคุณภาพ ผลการประเมินแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง โดยมีค่าเฉลี่ยคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด

เมื่อคิดค่าเฉลี่ยรวมผลการประเมินทั้ง 3 ด้าน แบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง มีค่าเฉลี่ยรวมคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด

5.3 ประสิทธิภาพการทำงานของแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียง โดยสามารถจำแนกวัตถุและตำแหน่งที่ต้องการคัดแยกวัตถุที่เป็นโลหะและอโลหะได้อย่างถูกต้อง แม่นยำคิดเป็นร้อยละ 100

5.4 ความพึงพอใจต่อแบบจำลองเครื่องคัดแยกโลหะและอโลหะอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงอยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

1) การโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ตรวจจับความแม่นยำที่ต้องการความละเอียดสูง การใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์อาจไม่มีความเหมาะสม อาจต้องใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์แทน

2) การใช้อุปกรณ์ตัวดันวัตถุนี้ เป็นมอเตอร์เกียร์ อาจไม่มีความเหมาะสมเนื่องจากมอเตอร์เกียร์ไม่สามารถควบคุมองศาการหมุนได้ เมื่อวัตถุเคลื่อนไม่คล่องตัว อาจทำให้การคัดแยกวัตถุนั้นๆ มีความผิดพลาด ดังนั้นควรเลือกใช้สเต็ปปิ้งมอเตอร์ (Stepping Motor) ในการคัดแยก จะดีกว่าและมีความเหมาะสมแม่นยำ

3) การสั่งการเปิด-ปิดวงจรเป็นการใช้สวิตซ์กดปุ่ม (Push Button Switch) แบบเดิม ส่งผลให้การต่อสายยุ่งยากและหน้าสัมผัสเสียง่าย ควรเลือกที่จะใช้การสั่งการเปิด/ปิดวงจรด้วยหน้าจอสัมผัส (Touch Screen) หรือใช้สั่งการบนมือถือ (Mobile) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ทันสมัยและให้มีความเหมาะสมกับระดับการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

[1] กันตภณ พลิ้วไธสง. (2557). เครื่องคัดแยกวัตถุอัตโนมัติตามสายพานลำเลียง. วารสารวิจัย. ปีที่ 7 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2557. 88 - 96.

[2] วิภพ ใจแข็ง. (2553). ชุดสาธิตการคัดแยกวัสดุบนสายพานลำเลียงควบคุมโดย PLC. วิทยานิพนธ์โปรแกรมวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์. คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.

[3] วรพจน์ ศรีวงศ์คล. (2540). ออกแบบเครื่องกล 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์สถาบันพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[4] วิศรุต ศรีรัตนะ. (2550). เซนเซอร์ในงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

[5] ล้วน สายยศ, และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศึกษาพร.

ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2561

ชุดทดลองการเปรียบเทียบค่าวัดอุณหภูมิจากเทอร์โมคัปเปิล โดยใช้ RTD เป็นอุปกรณ์อ้างอิง

The Experimental Set of Temperature Comparisons from Thermocouples Using RTD as the Reference

พร้อมพงศ์ สุตระ[1] พงศธร มาหา[2] ปิยะ กรกชจินตนาการ[3] ต้องชนะ ทองทิพย์[4] และกิตติวุฒิ ศุทธิวิโรจน์[5]
Promphong Sutra[1] Pongsathorn Maha[2] Piya Korakotjintanakan[3] Tongchana Thongtip[4] and Kittiwoot Sutthivirode[5]

[1] นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ค.อ.บ.) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ E-mail: Promphong.sutra.2538@gmail.com

[2] นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ค.อ.บ.) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ E-mail: Potzare@gmail.com

[3] อาจารย์ประจำ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ E-mail: piya.ko.fte.kmutnb.ac.th

[4] อาจารย์ประจำ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ E-mail: Tongchana.t.fte.kmutnb.ac.th

[5] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ E-mail: Kittiwoot_05@hotmail.com

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ได้พัฒนาชุดทดลองการเปรียบเทียบค่าวัดอุณหภูมิจากเทอร์โมคัปเปิลชนิดต่างๆ โดยใช้ RTD เป็นอุปกรณ์อ้างอิง ซึ่งประกอบด้วย เทอร์โมคัปเปิล type K, type T และ type J เพื่อหาค่าผิดพลาดจากการวัด โดยมี RTD 3 สาย เป็นตัวควบคุมการทำงานของชุดทำความร้อนในการควบคุมระดับอุณหภูมิภายในหม้อทดลองเดียวกัน ซึ่งใช้น้ำเป็นสารทดลอง ในช่วงอุณหภูมิ 30˚C ถึง 100˚C โดยเก็บค่าเพิ่มขึ้นทุกๆ 5˚C ซึ่งค่าที่เก็บบันทึกผลได้แก่ ค่าอุณหภูมิ และค่าแรงดันไฟฟ้าที่เทอร์โมคัปเปิลของแต่ละชนิดส่งออกมา โดยนำค่าแปลงเป็นค่าอุณหภูมิตามมาตรฐาน ASTM E230-03 เพื่อหาค่าผิดพลาดของเทอร์โมคัปเปิล ซึ่งทำการทดลองจำนวน 10 ครั้งของเทอร์โมคัปเปิลแต่ละชนิด และหาค่าผิดพลาดเฉลี่ยของเทอร์โมคัปเปิลแต่ละชนิด

ผลการปรับค่าแรงดันไฟฟ้าของชุดทดลอง พบว่า Thermocouple type K, T และ J มีแรงดันไฟฟ้าที่ปรับวัดได้ 0.027mV 0.058 mV และ 0.092 mV ตามลำดับ และการเปรียบเทียบค่าวัดอุณหภูมิจากเทอร์โมคัปเปิลชนิดต่างๆ โดยใช้ RTD เป็นอุปกรณ์อ้างอิง เมื่อเทียบกับค่าอุณหภูมิที่แปลงจากค่าแรงดันไฟฟ้ามาตรฐาน พบว่า Thermocouple type K, T และ J มีค่าผิดพลาด 3.09% 5.91% และ 1.65% ตามลำดับ

คำสำคัญ : เทอร์โมคัปเปิล ความผิดพลาดเทอร์โมคัปเปิล RTD ASTM E230-03

Abstract

This research develops the experimental set of temperature comparisons from thermocouples by the use of RTD as the reference consisting of thermocouples Type K, Type T and Type J to find the error from measurement with 3 lines of RTD that control the functions of heating set for temperature control in the same testing pot. Water was used as the testing substance from 30 to 100 degrees Celsius. The increased values (temperature and voltage from each kind of thermocouple's output) of every 5 degrees Celsius would be recorded. The value would be converted to the temperature under the standard of ASTM E230-03 to find the error of thermocouples. It was tested for 10 times for each kind of thermocouples to find the average error of each kinds of thermocouples.

The result of voltage adjustment revealed that Type K, Type T and Type J had the adjustable voltage of 0.027mV, 0.058mV and 0.092mV, respectively. According to the comparisons of temperatures from each kinds of thermocouples by the use of RTD as the reference, it was found that Type K, Type T and Type J had the error of 3.09 percent, 5.91 percent and 1.65 percent, respectively.

Keywords : Thermocouple, Error of Thermocouple, RTD, ASTM E230-03

1. บทนำ

การวัดอุณหภูมิในอุตสาหกรรมส่วนมากใช้เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) ในการทำงาน เนื่องจาก เทอร์โมคัปเปิลมีการตอบสนองต่ออุณหภูมิได้ดี จึงทำให้มีความละเอียดในการวัดอุณหภูมิและมีหลายชนิดให้เลือกตามความเหมาะสมของการใช้งาน ซึ่งแต่ละชนิดมีความแตกต่างของช่วงการวัดอุณหภูมิ ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานของวัสดุที่ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเทอร์โมคัปเปิลแต่ละชนิด เช่น แพลทินัม 30% แพลทินัม 6% โรเดียม เหล็ก คอนสแตนแตน ทองแดง โครเมล เป็นต้น ซึ่งส่งผลถึงช่วงการวัดที่ต่างกัน เช่น 0˚C ถึง 1820˚C -210˚C ถึง 760˚C และ 270˚C ถึง 400˚C เป็นต้น ในการเรียนการสอนภายในสถานศึกษานั้นครูผู้สอนไม่สามารถที่จะให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติได้อย่างเต็มที่ เนื่องจากเครื่องวัดอุณหภูมิโดยเทอร์โมคัปเปิลที่ใช้ทดลองทั่วไปที่นำมาใช้มีเพียงประเภท Type K โดยมีส่วนผสมโครเมลกับอะลูเมลที่วัดค่าช่วง -270˚C ถึง 1372˚C [1,2] และ Type T ส่วนผสมทองแดงกับคอนสแตนแตนที่วัดค่าช่วง -270˚C ถึง 400˚C [1,2] และแบบ RTD ที่ค่ามาตรฐาน 100 โอห์ม ที่ 0˚C ใช้วัดช่วงอุณหภูมิสูงถึง 600˚C [1,2] ทำให้ผู้เรียนขาดโอกาสในการเรียนรู้ที่จะศึกษาเทอร์โมคัปเปิลในแต่ละ Type ที่เหลือ โดยหากมีเครื่องวัดอุณหภูมิโดยเทอร์โมคัปเปิลที่สามารถใช้สาธิตการวัดอุณหภูมิ Type E, J, T, K, E, B, S, R และแบบ RTD เพื่อแสดงให้ผู้เรียนเข้าใจถึงหลักการทำงานของอุปกรณ์ และข้อแตกต่างของช่วงการวัดค่าผิดพลาดของแต่ละ Type ได้อย่างชัดเจนที่ไปเป็นตามค่าผิดพลาดตามมาตรฐาน เช่น Type K ช่วงอุณหภูมิ 0˚C ถึง 1250˚C ค่าผิดพลาดมาตรฐาน ±2.2˚C หรือ ±0.75% [1,2] โดยการหาค่าผิดพลาด Type K จะใช้วัดแรงดันไฟฟ้า (mV) และค่าอุณหภูมิที่เทอร์โมคัปเปิลที่อ่านได้เทียบกับค่าแรงดันของ TCตามมาตรฐาน ASTM E230 [3] เป็นต้น จึงทำให้พบว่า เครื่องวัดอุณหภูมิโดยเทอร์โมคัปเปิลที่ใช้ในการทดลองปัจจุบันมีการออกแบบให้ใช้ในการเรียนการสอนอย่างจำกัด ทำให้ไม่สามารถสาธิตให้เกิดประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ พร้อมคู่มือการใช้งาน

จากสภาพปัญหาดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงทำได้พัฒนา

ชุดทดลองวัดค่าอุณหภูมิจากเทอร์โมคัปเปิล Type T, K, J โดยใช้จุดอ้างอิงจากแบบ RTD 2 สาย และ 3 สาย เพื่อหาค่าความผิดพลาดและคู่มือการใช้งาน ใช้น้ำเป็นสารทดลอง สามารถนำชุดทดลองไปใช้ในการเปรียบเทียบข้อแตกต่างของการใช้งานของอุปกรณ์วัดอุณหภูมิแต่ละ Type ที่สามารถตอบสนองความต้องการในการใช้งานของแต่ละประเภท

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาชุดทดลองการเปรียบเทียบค่าวัดอุณหภูมิจากเทอร์โมคัปเปิลชนิดต่างๆ โดยใช้ RTD เป็นอุปกรณ์อ้างอิง

2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลการทดลองจากเทอร์โมคัปเปิลชนิดต่างๆ โดยใช้ RTD เป็นอุปกรณ์อ้างอิง

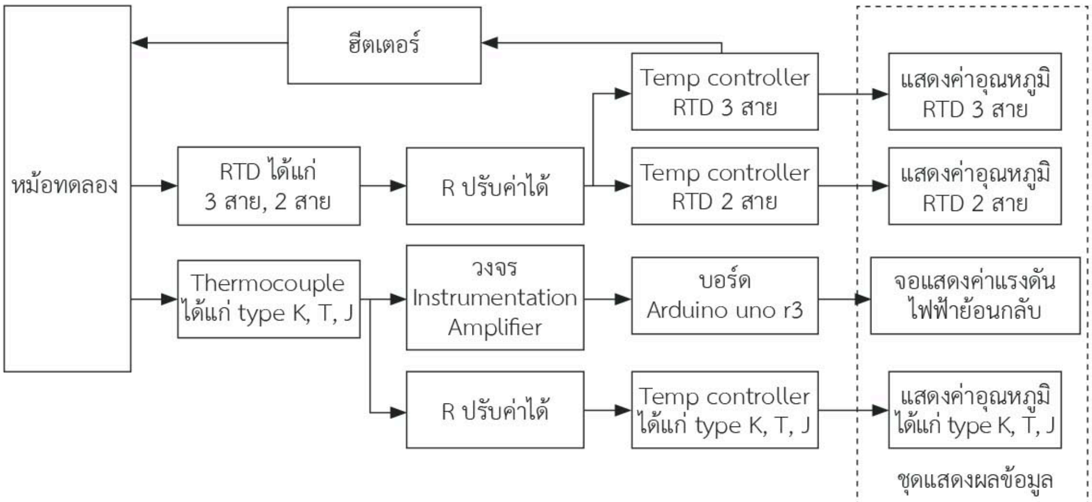
3. สมมติฐานการวิจัย

ค่าความผิดพลาดของแต่ละชนิดมีค่าผิดพลาดไม่เกิน ±10% เมื่อเทียบค่าอุณหภูมิที่กำหนดกับค่าอุณหภูมิที่แปลงจากค่าแรงดันไฟฟ้ามาตรฐาน

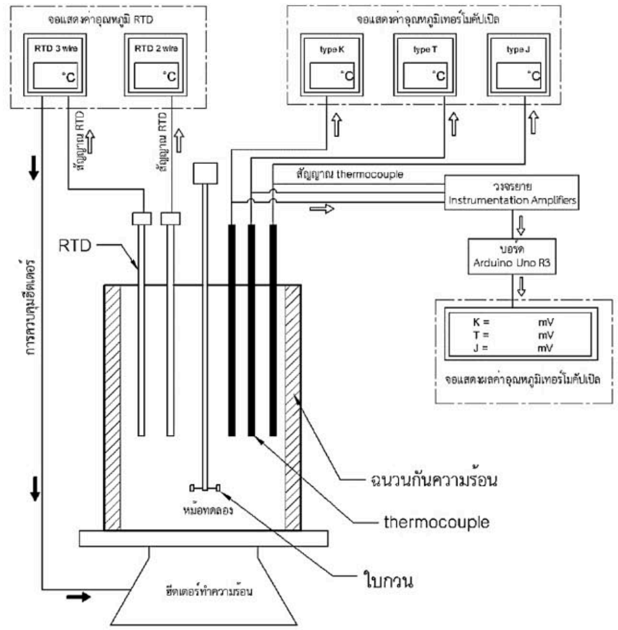
4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 การออกแบบชุดทดลอง ได้ศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการจัดทำโครงงานชุดทดลองการเปรียบเทียบค่าวัดอุณหภูมิจากเทอร์โมคัปเปิลชนิดต่างๆ โดยใช้ RTD เป็นอุปกรณ์อ้างอิง จนได้หลักการทำงานของชุดทดลอง ตามภาพที่ 1 เป็นหลักการทำงานของชุดทดลอง โดยเริ่มต้นที่หม้อทดลอง ภายในบรรจุสารทดลอง (น้ำ) มีเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ได้แก่ RTD 2 สาย, RTD 3 สาย Thermocouple type K, T และ J เพื่อวัดค่าอุณหภูมิภายในหม้อทดลองแล้วส่งสัญญาณไปแสดงผลค่าอุณหภูมิ โดยมีเครื่องควบคุมอุณหภูมิเป็นอุปกรณ์อ่านค่า ซึ่งมีการติดตั้งฮีตเตอร์ โดยใช้งานสัญญาณจาก RTD 3 สาย เพื่อใช้ในการเพิ่มความร้อนภายในหม้อทดลอง โดยได้ออกแบบให้ลักษณะคล้ายตามการทดลอง ASTM E2488-09 [4]

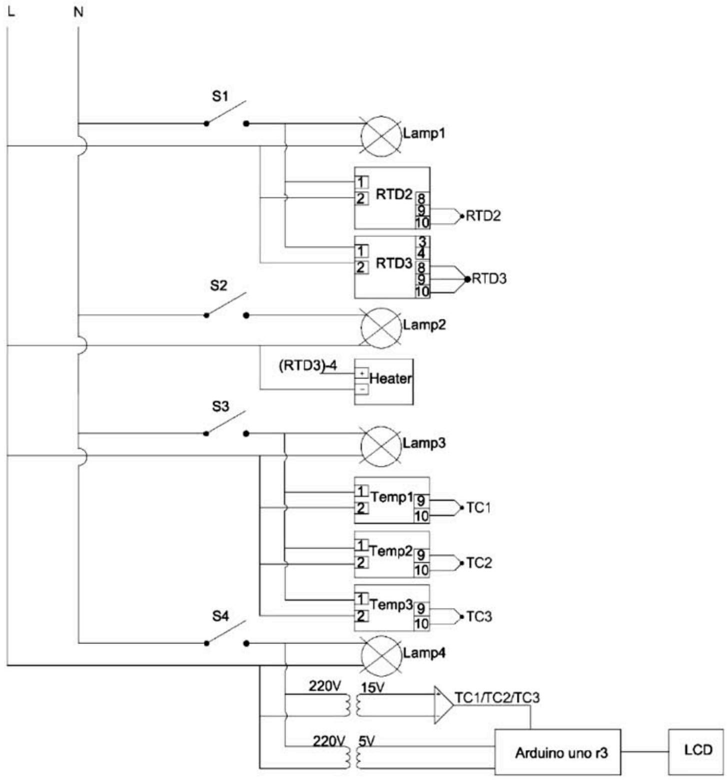
4.2 การทดลองผลและการวิเคราะห์ผลการทดลอง มีการทดลองจำนวน 10 ครั้งของแต่ละเทอร์โมคัปเปิลชนิดต่างๆ โดยการใช้ RTD 3 สายเป็นเกณฑ์ โดยมีการเก็บค่าข้อมูลจาก RTD 3 สาย Thermocouple type K, T และ J โดยใช้ค่าที่แสดงผลเป็นมิลลิโวลต์ จากนั้นแปลงค่าเป็นอุณหภูมิ [5,2] โดยใช้ค่าจากตาราง ASTM E230-03 [3] เพื่อเทียบค่าที่วัดได้กับค่าที่กำหนด แล้วนำผลการทดลองจำนวน 10 ครั้ง หาค่าเฉลี่ยและหาค่าผิดพลาดของเทอร์โมคัปเปิลแต่ละชนิด



ภาพที่ 1 แผนภาพการทำงานของชุดทดลอง



ภาพที่ 2 หลักการทำงานของชุดทดลอง



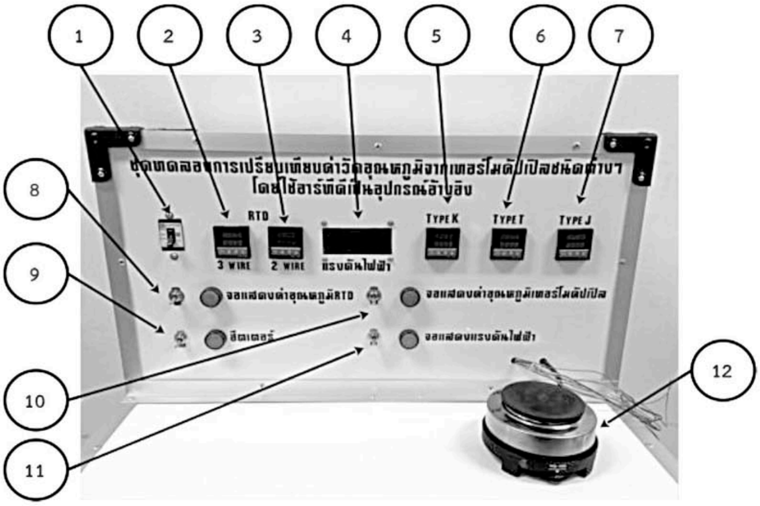
ภาพที่ 3 วงจรไฟฟ้าของชุดทดลอง

5. ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ออกแบบและวางแผนงานจนได้ดำเนินการวิจัย ซึ่งแบ่งผลการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

5.1 ผลการสร้างชุดทดลองโดยมีการสร้างชุดทดลองให้สามารถเทียบค่าอุณหภูมิ แรงดันไฟฟ้าของเทอร์โมคัปเปิลทั้ง 3 ชนิดได้ในขณะเดียวกัน โดยใช้ RTD 3 สาย เป็นจุดอ้างอิงเพื่อหาค่าผิดพลาดในการใช้งาน ซึ่งมีลักษณะตามภาพดังต่อไปนี้

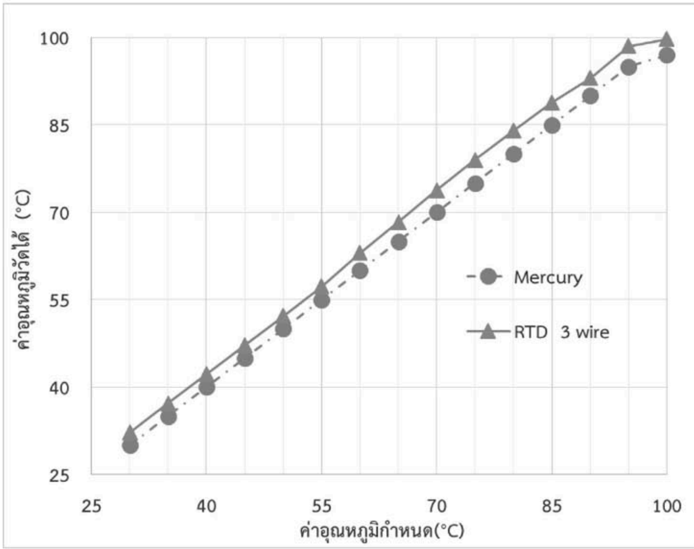
ภาพที่ 4 ชุดทดลองวัดอุณหภูมิจากเทอร์โมคัปเปิล และ RTD



ภาพที่ 5 แผงการวางอุปกรณ์ชุดทดลอง

จากภาพที่ 5 หมายเลข 1 สวิตช์หลักควบคุมชุดทดลอง หมายเลข 2 จอเครื่องควบคุมอุณหภูมิ RTD 3 สาย หมายเลข 3 จอแสดงค่าอุณหภูมิ RTD 2 สาย หมายเลข 4 จอแสดงผลแรงดันไฟฟ้าของ Thermo couple หมายเลข 5 ถึง 7 จอแสดงค่าอุณหภูมิ Thermo couple type K, T และ J หมายเลข 8 และ 9 สวิตช์ ควบคุมอุณหภูมิ RTD และชุดให้ความร้อน หมายเลข 12 ชุดให้ทำความร้อน

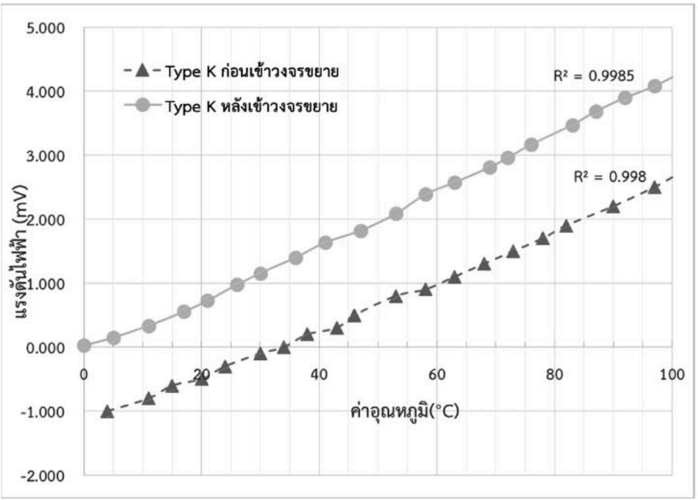
5.2 ผลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากปรอทกับ RTD 3 สาย เนื่องจาก RTD 3 สาย เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิในหม้อทดลองจึงได้ทำการทดสอบเปรียบเทียบการวัดค่าจากปรอท เพื่อแสดงให้เห็นค่าอุณหภูมิที่วัดได้มีค่าความถูกต้องมากน้อยเพียงใด



ภาพที่ 6 กราฟเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิที่วัดโดยปรอทและ RTD

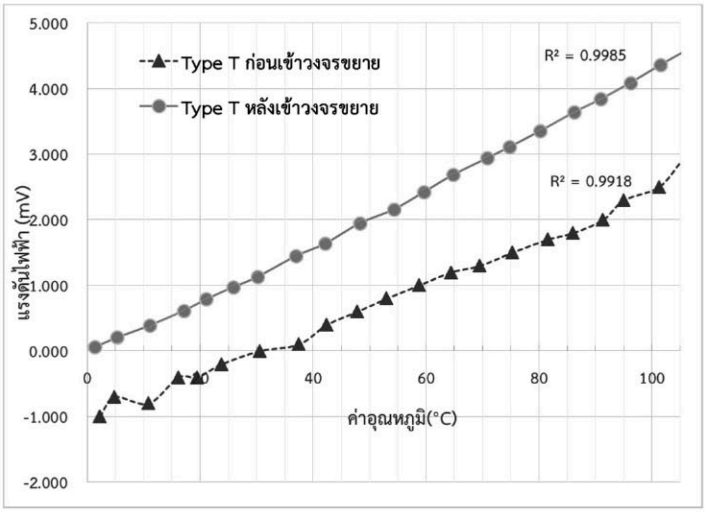
จากภาพที่ 6 เป็นการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิจาก RTD 3 สาย กับปรอท เมื่อเริ่มวัดอุณหภูมิที่ 30˚C จนถึง 100˚C โดยใช้ปรอทเป็นเกณฑ์ แล้วใช้ RTD 3 สาย เพื่อตรวจสอบความแตกต่างของอุณหภูมิที่วัดได้ พบว่าอุณหภูมิที่วัดจาก RTD 3 สาย วัดค่าได้มากกว่าปรอท ซึ่งมีผลต่างเฉลี่ยเท่ากับ 3˚C ผลต่างอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 4˚C และผลต่างอุณหภูมิน้อยสุดเท่ากับ 2.2˚C ซึ่งจากการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่า RTD 3 สายมีค่าที่ใกล้เคียงกับปรอท

5.3 ผลการปรับค่าแรงดันไฟฟ้าของชุดทดลอง เนื่องจากค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดออกมายังไม่สามารถใช้เทียบค่ากับค่าแรงดันไฟฟ้ามาตรฐาน ASTM E230-03 [3] ได้ จึงต้องทำการปรับค่าแรงดันไฟฟ้าก่อนบันทึกผลการทดลอง เพื่อหาค่าความผิดพลาดมีผลให้ค่าแรงดันไฟฟ้าเป็น 0 mV ที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งจากผลการทดลองแสดงให้เห็นค่าอุณหภูมิห้องมีค่า30˚C



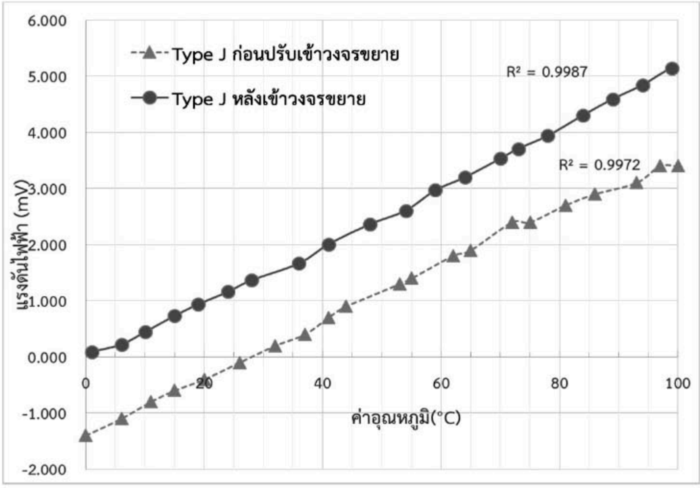
ภาพที่ 7 ค่าแรงดันไฟฟ้าก่อนเข้าวงจรขยายและหลังเข้าวงจรขยายของ Type K

จากภาพที่ 7 เป็นผลการปรับค่าแรงดันไฟฟ้าก่อนและหลังของ Type K โดยใช้ที่ 0˚C มีค่าแรงดันไฟฟ้า 0 mV เป็นจุดอ้างอิงในการปรับค่า เพื่อให้ตรงตามมาตรฐาน ASTM E230-03 [3] ซึ่งผลการปรับ ที่ 0˚C มีค่าแรงดันไฟฟ้า 0.027 mV ซึ่งสามารถนำค่าที่ได้ใช้ในคำนวณอุณหภูมิจุดอื่นๆ



ภาพที่ 8 ค่าแรงดันไฟฟ้าก่อนเข้าวงจรขยายและหลังเข้าวงจรขยายของ Type T

จากภาพที่ 8 เป็นผลการปรับค่าแรงดันไฟฟ้าก่อนและหลังของ Type T ซึ่งผลการปรับ ที่ 0˚C เป็นจุดอ้างอิงอุณหภูมิ มีค่าแรงดันไฟฟ้า 0.058 mV ซึ่งสามารถนำค่าที่ได้ใช้ในคำนวณอุณหภูมิจุดอื่นๆ



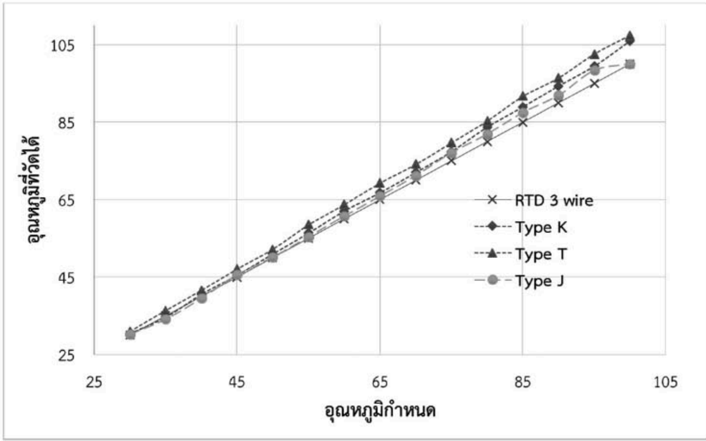
ภาพที่ 9 ค่าแรงดันไฟฟ้าก่อนเข้าวงจรขยายและหลังเข้าวงจรขยายของ Type J

จากภาพที่ 9 เป็นผลการปรับค่าแรงดันไฟฟ้าก่อนและหลังของ Type J ซึ่งผลการปรับ ที่ 0 ˚C เป็นจุดอ้างอิงอุณหภูมิ มีค่าแรงดันไฟฟ้า 0.092 mV ซึ่งสามารถนำค่าที่ได้ใช้ในคำนวณอุณหภูมิจุดอื่นๆ

5.4 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของเทอร์โมคัปเปิลแต่ละชนิด โดยมีข้อมูลผลการทดลองวัดค่าอุณหภูมิโดยใช้ชุดทดลองจำนวน 10 ครั้ง แล้วนำผลที่ได้หาค่าเฉลี่ยในแต่ละชนิด โดยใช้ RTD 3 สาย เป็นเกณฑ์ เพื่อเปรียบเทียบหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดดังนี้

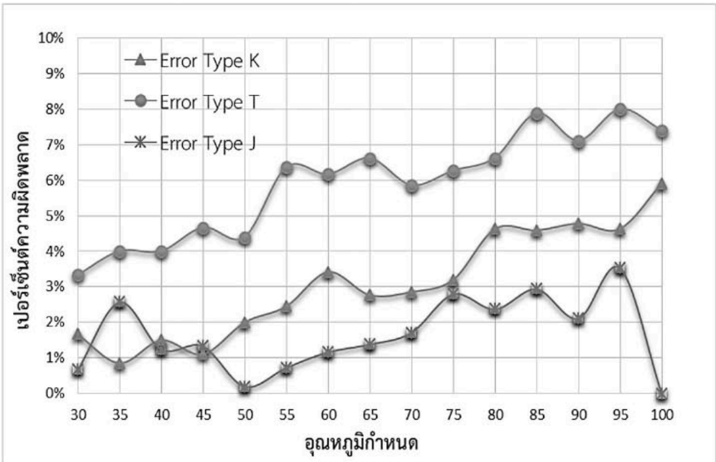
ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของเทอร์โมคัปเปิลแต่ละชนิด

อุณหภูมิทดลอง	Thermocouple					
	Type K		Type T		Type J	
	ค่าเฉลี่ย	ค่าผิดพลาด	ค่าเฉลี่ย	ค่าผิดพลาด	ค่าเฉลี่ย	ค่าผิดพลาด
30	30.50	1.67%	31.00	3.33%	30.20	0.67%
35	34.70	0.86%	36.40	4.00%	34.10	2.57%
40	40.60	1.50%	41.60	4.00%	39.50	1.25%
45	45.50	1.11%	47.10	4.67%	45.60	1.33%
50	51.00	2.00%	52.20	4.40%	50.10	0.20%
55	56.35	2.45%	58.50	6.36%	55.40	0.73%
60	62.05	3.42%	63.70	6.17%	60.70	1.17%
65	66.80	2.77%	69.30	6.62%	65.90	1.38%
70	72.00	2.86%	74.10	5.86%	71.20	1.71%
75	77.40	3.20%	79.70	6.27%	77.10	2.80%
80	83.70	4.63%	85.30	6.63%	81.90	2.38%
85	88.90	4.59%	91.70	7.88%	87.50	2.94%
90	94.30	4.78%	96.40	7.11%	91.90	2.11%
95	99.40	4.63%	102.60	8.00%	98.36	3.54%
100	105.90	5.90%	107.40	7.40%	100.00	0.00%
ค่าผิดพลาดเฉลี่ย		3.09%		5.91%		1.65%



ภาพที่ 10 ค่าอุณหภูมิ RTD 3 สาย กับอุณหภูมิแปลงจากค่าแรงดันไฟฟ้าเทอร์โมคัปเปิล

ความผิดพลาดจะเพิ่มมากขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เพราะเกิดจากวงจรที่ใช้ขยายค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดจากการทดลอง มีอัตราการขยายเท่าๆกัน เนื่องจากที่จุดอ้างอิงมีแรงดันไฟฟ้าต่างจากค่ามาตรฐาน ทำให้ยิ่งอุณหภูมิสูงขึ้นความผิดพลาดยิ่งสูงขึ้นตามด้วยกัน แต่ในการปรับค่านั้น Thermocouple type J ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ปล่อยออกมาเพื่อแปลงเข้าสู่บอร์ด Arduino Uno r3 เกินกว่า 5 V ทำให้ที่อุณหภูมิ 100 ํC ทำให้ต้องปรับค่าแรงดันไฟฟ้าที่ 100 ํC แสดงค่า 5.269 mV เสมอ มีผลทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดมีค่า 0% ที่จุดนี้ ทำให้ Thermocouple type J มีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่ลดน้อยลงไปด้วย



ภาพที่ 11 เปรียบเทียบค่าผิดพลาดของเทอร์โมคัปเปิลแต่ละชนิด

6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 ผลการเทียบค่าวัดได้จากปรอทกับ RTD 3 สาย เพื่อตรวจสอบความใกล้เคียง พบว่า ผลต่างอุณหภูมิเฉลี่ยมีค่า 3˚C ค่าผลต่างมากที่สุดมีค่า 4˚C และผลต่างน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 2.2˚C แต่ที่อุณหภูมิกำหนด 100˚C วัดค่าได้ไม่ถึง เนื่องจากน้ำที่ใช้เป็นสารทดลอง ถึงจุดเดือดและคงอุณหภูมิ เพื่อเปลี่ยนสถานะ ซึ่งจากการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่า RTD 3 สาย มีค่าที่ใกล้เคียงกับปรอท

6.2 ผลการปรับค่าแรงดันไฟฟ้าของชุดทดลอง เมื่อทำการปรับค่าแรงดันไฟฟ้าให้สามารถเทียบกับค่าแรงดันไฟฟ้ามาตรฐาน ASTM E230-03 ซึ่งปรับค่าที่ 0˚C โดยค่าแรงดันไฟฟ้าส่งออกมาที่ 0 mV เพื่อให้ใกล้เคียงกับค่า ASTM E230-03 [5] พบว่า Thermo couple type K, T และ J มีแรงดันไฟฟ้าที่ปรับวัดได้ 0.027 mV 0.058 mV และ 0.092 mV ตามลำดับ

6.3 ผลการวิเคราะห์ค่าผิดพลาดเฉลี่ยของเทอร์โมคัปเปิลแต่ละชนิด จากข้อมูลที่ได้ทำการทดลองจำนวน 10 ครั้ง และวิเคราะห์ข้อมูล พบได้ดังนี้ Thermo couple type K, T และ J มีค่าความผิดพลาดเฉลี่ย 3.09% 5.91% และ 1.65% ตามลำดับ ค่าผิดพลาดมีค่าใกล้เคียงกับมาตรฐานความผิดพลาดของเทอร์โมคัปเปิล ซึ่งมีค่าอยู่ที่ ±0.75%

ข้อเสนอแนะ

1) ผลการทดลองที่ได้จากชุดทดลองนี้ยังไม่สามารถนำมาใช้ในการสอบเทียบได้ เนื่องจากคุณสมบัติการสอบเทียบไม่ชัดเจน หากต้องการทำการสอบเทียบต้องแก้ไขให้ตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

2) หากเพิ่มชุดทำความเย็นในชุดทดลอง อาจสามารถวัดช่วงอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 0˚C แต่ต้องเปลี่ยนสารที่ใช้ทดลองตามไปด้วย

3) หากต้องการวงจรขยายที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ควรเลือกใช้งาน IC ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น IC INA101

4) สามารถเพิ่มเซนเซอร์ที่ใช้การเปรียบเทียบได้ เช่น type R, S, B, E

เอกสารอ้างอิง

[1] Chumaporn ThonGsin and Athip Khanthajumnien.(2014). Research on Experimental Set for Characterization of Thermolelectric. Project Submitted Degree of Bachelor of Science in Industrial Education Eletrical Engineering). Department of Electrical Technology Education, Faculty of Industrial Education and Techology, King Mongkut's University of Technology Thonburi.

[2] Supalap TangnorakitAdjustable. (2010). Temperature Controller for Thermocouple Type K. Major Field: Fire Protection Engineering. Department of Interdisciplinary Graduate Program, Kasetsart University.

[3] ASTM E230-03. (2003) Standard Specification and Temperature-Electromotive Force (EMF) Tables for Standardized Thermocouples.

[4] ASTM E2488-09. (2009) Standard Guide for the Preparation and Evaluation of Liquid Baths Used for Temperature Calibration by Comparison 1.

[5] Anukun Uti and Pongsiri Chamnankid. (2014). Computerized Temperature Calibrator. Project Report Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Bachelor's Degree of Industrial Technology in Electronic Technology (Instrumentation and Control). Department of Electronics Engineering Technology, College of Industrial Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok.

ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2561

บทความวิจัย

การสร้างและหาประสิทธิภาพเอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

The Creation and Effectiveness Evaluation of Handouts of Mechanics and Machinery Subject (2101-2007) according to the Certificate in Vocatinoal Education Program B.E. 2556 (2013)

จิระพงศ์ อ่อนหนู
Jirapong Onhnu

ครูชำนาญการ แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี E-mail: j.onhnu@gmail.com

บทคัดย่อ

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างเอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 2) หาประสิทธิภาพเอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 3) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อเอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 โดยดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างยนต์ สาขางานยานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี จำนวน 30 คน ที่ลงทะเบียนเรียนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 สถิติที่ใช้ คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่า t-test ดัชนีความสอดคล้อง และค่าความเชื่อมั่น เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการ ได้แก่ เอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ ใบเนื้อหา แบบฝึกหัด แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียนแต่ละหน่วยการเรียนสื่อการสอน และแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนการสอนโดยใช้เอกสารประกอบการสอน

จากผลการจัดการเรียนการสอน พบว่า เอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.83/82.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้ สำหรับคะแนนเฉลี่ย ผลการทดสอบหลังเรียนทุกหน่วยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อเอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 อยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : การสร้างและหาประสิทธิภาพ เอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล

Abstract

The objectives of this research are (1) to create the handouts of Mechanics and Machinery Subject (2101-2007), (2) to find the effectiveness of the handouts of Mechanics and Machinery Subject (2101-2007), (3) to study the learning achievement of students by the use of the handouts of Mechanics and Machinery Subject (2101-2007) and (4) to study the students' satisfaction in the handouts of Mechanics and Machinery Subject (2101-2007). The research was conducted in the semester 2, the academic year 2017, with 30 second-year vocational certificate students majoring in Mechanics, Motor Vehicle Work, Surat Thani Technical College, who registered to study Mechanics and Machinery Subject (2101-2007). The statistics used in this research are mean, standard deviation, t-test, index of consistency and reliability. The research tools are the handouts of Mechanics and Machinery Subject (2101-2007): learning management plans, worksheets, exercises, tests for evaluation of learning achievement, pre-tests and post-tests of each lesson and evaluation forms for the students' satisfaction in the handouts.

According to the result of learning management, it revealed that the handouts of Mechanics and Machinery Subject (2101-2007) had the effectiveness of 84.83/82.83 higher than the standard of 80/80. The results of post-tests of all lessons were higher than the pre-tests at a statistically significant level of .01. The students' satisfaction in the handouts of Mechanics and Machinery Subject (2101-2007) was at the highest level.
Keywords : Creation and Evaluation of Effectiveness, Handout of Mechanics and Machinery Subject

1. บทนำ

พระราชบัญญัติการอาชีวศึกษา พ.ศ.2551 มาตรา 6 [1] กำหนดให้การจัดการอาชีวศึกษาและการฝึกอบรมวิชาชีพต้องเป็นการจัดการศึกษาในด้านวิชาชีพที่สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติและแผนการศึกษาแห่งชาติ เพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนในด้านวิชาชีพระดับฝีมือ ระดับเทคนิค และระดับเทคโนโลยี รวมทั้งเป็นการยกระดับการศึกษาวิชาชีพให้สูงขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน โดยนำความรู้ในทางทฤษฎีอันเป็นสากลและภูมิปัญญาไทยมาพัฒนาผู้รับการศึกษาให้มีความรู้ความสามารถในทางปฏิบัติและมีสมรรถนะจนสามารถนำไปประกอบอาชีพในลักษณะผู้ปฏิบัติหรือประกอบอาชีพโดยอิสระได้ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จึงได้กำหนดนโยบายที่จะปรับวิธีเรียนเปลี่ยนวิธีสอน ปฏิรูปวิธีสอบเพื่อปฏิรูปวิธีการเรียนรู้ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยการจัดการศึกษาในลักษณะต่างๆ ให้เป็นไปตามจุดประสงค์ของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ซึ่งมีความจำเป็นที่จะต้องจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แบบยั่งยืน สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลตามจุดประสงค์ของพระราชบัญญัติการศึกษาและนโยบายของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาต่อไป

ทั้งนี้สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาได้พัฒนาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพพุทธศักราช 2556 โดยได้กำหนดหลักการของหลักสูตรให้เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้สถานศึกษา สถานประกอบการ ชุมชน และท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตรให้ตรงตามความต้องการและสอดคล้องกับสภาพยุทธศาสตร์ของภูมิภาค เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศและกำหนดให้สามารถพัฒนาหลักสูตรรายวิชาได้ ความต้องการของสถานประกอบการหรือสภาพยุทธศาสตร์ของภูมิภาค

เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

สำหรับแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ประเภทวิชาอุตสาหกรรมนั้น โครงสร้างของหลักสูตรจะประกอบด้วยหมวดวิชาทักษะชีวิต หมวดวิชาทักษะวิชาชีพ หมวดวิชาเลือกเสรี และกิจกรรมเสริมหลักสูตร โดยจำนวนหน่วยกิตเรียนรวมกันแล้วไม่น้อยกว่า 103 หน่วยกิต [2] และโดยเฉพาะในหมวดวิชาทักษะวิชาชีพ กลุ่มทักษะวิชาชีพเฉพาะ ได้กำหนดให้เรียนจำนวน 24 หน่วยกิต รายวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 อยู่ในกลุ่มวิชากลุ่มทักษะวิชาชีพเฉพาะดังกล่าว ซึ่งเป็นวิชาหนึ่งที่จัดให้ผู้เรียนตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) เรียนเพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับประยุกต์ใช้ในวิชาชีพขณะที่ผู้วิจัยทำหน้าที่สอนในรายวิชากลศาสตร์เครื่องกล จะใช้วิธีการนำเอกสารของสำนักพิมพ์ต่างๆ ที่มีผู้เรียบเรียงมาใช้เป็นเอกสารประกอบการสอนหรือสืบค้นจากสื่อออนไลน์เพิ่มเติม แต่ก็ยังมีเนื้อหาบางส่วนที่ยังไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา และจากการที่ผู้วิจัยตรวจสอบผลการเรียนในรายวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 ปีการศึกษา 2558-2559 ย้อนหลังเพื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 ปรากฏว่าโดยเฉลี่ยผู้เรียนประมาณร้อยละ 25-30 ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ [3] และจากการสอบถามผู้เรียนที่มีผลการเรียนไม่ผ่านเกณฑ์พบว่าส่วนใหญ่ร้อยละ 85 ไม่เข้าใจบทเรียนเนื่องจากเป็นวิชาคำนวณซึ่งเป็นวิชาที่ยาก อีกสาเหตุหนึ่งอาจเป็นเพราะเอกสารที่ใช้ประกอบการสอนตลอดจนกิจกรรมที่จัดให้ผู้เรียนยังไม่สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ ทำให้ขาดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาจึงส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ดังนั้นเพื่อให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินในรายวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 ให้มากที่สุด ผู้สอนจึงควรหารูปแบบวิธีการที่หลากหลายมาใช้ประกอบการเรียนการสอน ซึ่งเอกสารประกอบการสอนเป็นนวัตกรรมหนึ่งที่ผู้วิจัยสนใจจัดทำขึ้นมา เพื่อใช้สำหรับพัฒนาผู้เรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชากลศาสตร์เครื่องกลรหัสวิชา 2101-2007 สูงขึ้น เนื่องจากเอกสารประกอบการสอนผู้เรียนสามารถเปิดอ่านทบทวนบทเรียนด้วยตนเองได้ทุกเวลาทุกสถานที่ไม่ต้องอาศัยเทคโนโลยีต่างๆ และผู้สอนพยายามเพิ่มตัวอย่างจากพื้นฐานง่ายๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจและเกิดการเรียนรู้พื้นฐานก่อนจึงเพิ่มทักษะการคำนวณในระดับที่สูงขึ้น ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความตั้งใจและสนใจที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาและบทเรียนนั้นๆ

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยในฐานะผู้รับผิดชอบการจัดการเรียนการสอนรายวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 ซึ่งมีประสบการณ์ในการสอนมาเป็นเวลานานหลายปี จึงได้พยายามปรับปรุงเนื้อหาสาระของเอกสารประกอบการสอนให้สอดคล้องกับหลักสูตรและระยะเวลา ปรับปรุงเนื้อหามีภาพแทรกประกอบ มีตัวอย่างพื้นฐานเพื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียนจัดทำสื่อการสอนช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนและจัดกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนรู้จักคิด รู้จักบูรณาการรายวิชาที่เรียนกับชีวิตประจำวัน โดยเน้นการเรียนด้วยการทำแบบฝึกหัดในแต่ละหน่วย เพื่อให้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อสร้างเอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพเอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 ตามเกณฑ์ 80/80

2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนโดยใช้เอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007

2.4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อเอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007

3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 ประสิทธิภาพการเรียนการสอนโดยใช้เอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการใช้เอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3.3 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อเอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 ไม่ต่ำกว่าระดับมาก

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากร คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างยนต์ สาขางานยานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี ที่เรียนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 ในปีการศึกษา 2560 จำนวน 132 คน

2) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองจัดการเรียนการสอนโดยใช้เอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 เพื่อหาประสิทธิภาพของเอกสารประกอบการสอน ได้มาโดยเลือกแบบเจาะจงจากนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างยนต์ สาขางานยานยนต์วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี จำนวน 30 คน ที่ลงทะเบียนเรียน วิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560

4.2 การศึกษาหลักสูตรรายวิชา

การศึกษาหลักสูตรวิชาวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 เป็นการวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อให้ได้ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และนำไปกำหนดแนวทางเลือกเนื้อหา สื่อการสอน และการประเมินผล โดยผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการศึกษาหลักสูตร มีรายละเอียดในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนดังนี้ 1) ศึกษาวิเคราะห์รายละเอียดและการวิเคราะห์หลักสูตรวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 จำนวน 3 หน่วยกิต เวลาเรียน 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ได้กำหนดคำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์รายวิชา และมาตรฐานรายวิชา 2) วิเคราะห์เนื้อหาและกำหนดหน่วยการเรียนในวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สาขาวิชาช่างยนต์ สาขางานยานยนต์ด้วยการอาศัยตำรา เอกสาร ผู้เชี่ยวชาญสังเกตการทำงานและประสบการณ์ผู้สอน ทำให้ได้เนื้อหาแบ่งหน่วยการสอนได้ จำนวน 11 หน่วย คือ หลักการพื้นฐานของกลศาสตร์เครื่องกล ระบบแรง การสมดุลความเร็วความเร่ง การเคลื่อนที่ความเสียดทาน ความเค้นความเครียดของวัสดุงานพลังงานสมบัติของของไหลเบื้องต้นสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์เบื้องต้นและการประยุกต์ใช้ในงานเครื่องกลและ 3) กำหนดหัวข้อหลัก หัวข้อย่อย และวิเคราะห์ความรู้ของเนื้อหา

4.3 เครื่องมือและการสร้างเครื่องมือ

1) การสร้างเอกสารประกอบการสอน ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ เนื้อหา แบบฝึกหัด แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียนแต่ละหน่วยการเรียน สื่อการสอน และใบประเมินคุณธรรมและกิจนิสัยในการทำงานโดยมีขั้นตอนในการดำเนินการสร้างเอกสารประกอบการสอนมีรายละเอียดในการจัดทำแต่ละขั้นตอนดังนี้

1.1) ศึกษาคำอธิบายรายวิชาจุดประสงค์รายวิชาและมาตรฐานรายวิชาเพื่อนำมากำหนดส่วนประกอบของหัวเรื่องความรู้ของเนื้อหาและนำมาประเมินความสำคัญหัวข้อเรื่อง วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและระดับความสำคัญ รวมทั้งกำหนดระยะเวลา หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลมาออกแบบและสร้างเอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007

1.2) ดำเนินการสร้างเอกสารประกอบการสอน โดยการแบ่งเนื้อหาออกเป็น 11 หน่วยการเรียน ตามที่ได้จากการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1 ประกอบด้วยส่วนหลักๆ คือ คำแนะนำในการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบ

ก่อนเรียน ใบเนื้อหา แบบฝึกหัด แบบทดสอบหลังเรียน ใบประเมินคุณธรรมและกิจนิสัยในการทำงาน สื่อการสอน แบบเฉลยแบบฝึกหัด และแบบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน แบบฝึกหัด และสื่อการสอน มีรายละเอียดการดำเนินการ โดยการวิเคราะห์ความสำคัญของวัตถุประสงค์ วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อออกข้อสอบ ทำให้ได้จำนวนข้อสอบและรายละเอียดความสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม พร้อมทั้งได้ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยนำมาหาค่าความยากง่าย (Difficulty) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นแบบทดสอบแบบสลับข้อสลับคำตอบ ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีทั้งหมด 80 ข้อ ที่ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ทั้ง 11 หน่วย จากนั้นนำให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (IOC) อยู่ระหว่าง 0.96-1.00 จากนั้นนำข้อสอบที่ผ่านการตรวจสอบความสอดคล้องแล้ว นำไปทดสอบกับนักศึกษาที่เคยเรียนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 มาแล้วจำนวน 30 คน เพื่อนำมาหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น ซึ่งผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า ค่าความยาก (P) อยู่ระหว่าง 0.33-.77 ค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.20-0.70 ค่าความเชื่อมั่น (สูตร KR-20) = .8465 หลังจากนั้น ผู้วิจัยนำมาปรับปรุงข้อคำถามบางส่วนให้มีความเหมาะสมมากขึ้นและนำไปใช้เป็นแบบทดสอบก่อนและท้ายบทเรียน

1.3) ตรวจสอบคุณภาพของเอกสารประกอบการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ทำการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) เพื่อหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแบบประเมินกับลักษณะพฤติกรรมด้วยแบบประเมินคุณภาพของเอกสารประกอบการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) = .97 และนำเอกสารประกอบการสอนที่สร้างให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ที่มีประสบการณ์ด้านการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกลและด้านการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ความคิดเห็นต่อเอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 ในประเด็นต่างๆ จำนวน 16 ข้อ ลักษณะแบบสอบถามเป็นชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ถามเกี่ยวกับความความคิดเห็นที่มีต่อเอกสารประกอบการสอนโดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

5 คะแนน หมายถึง มีความคิดเห็นว่าดีมาก

4 คะแนน หมายถึง มีความคิดเห็นว่าดี

3 คะแนน หมายถึง มีความคิดเห็นว่าดีปานกลาง

2 คะแนน หมายถึง มีความคิดเห็นว่าดีพอใช้

1 คะแนน หมายถึง มีความคิดเห็นว่าควรปรับปรุง

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้จัดทำข้อคำถามแบบปลายเปิด (Open-Ended Question) เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญเขียนข้อเสนอแนะและสิ่งที่ควรปรับปรุง

2) การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนของผู้เรียน ที่มีต่อเอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 โดยศึกษาหลักการและทฤษฎีพื้นฐานในการสร้างแบบสอบถาม รวมถึงศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจเพื่อสร้างแบบสอบถาม และนำแบบสอบถามไปตรวจสอบคุณภาพความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา (Content Validity) โดยอาศัยดุลพินิจของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะเฉพาะกลุ่มพฤติกรรมโดยค่าความเที่ยงตรงด้านเนื้อหามีค่าเท่ากับ (IOC) อยู่ระหว่าง 0.85-1.00 หลังจากนั้นนำไปหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยวิธีสัมประสิทธิแอลฟ่า (α - Coefficient) ของ Cronbach กับผู้เรียนที่ไม่ใช่

กลุ่มตัวอย่างที่วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี จำนวน 30 คน ได้ค่าความเชื่อมั่น .9057 และ ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.40 – 0.86 แสดงว่าแบบสอบถามใช้ได้ โดยลักษณะแบบสอบถามเป็นชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ซึ่งถามเกี่ยวกับความพึงพอใจในประเด็นจำนวน 12 ข้อ โดยมีเกณฑ์ให้คะแนนดังนี้

5 คะแนน หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด
4 คะแนน หมายถึง มีความพึงพอใจมาก
3 คะแนน หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง
2 คะแนน หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย
1 คะแนน หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

ผู้วิจัยได้จัดทำข้อคำถามแบบปลายเปิด (Open-Ended Question) เพื่อให้ผู้เรียนที่เรียนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 เขียนข้อเสนอแนะของตนเองในประเด็นที่ต้องการให้ปรับปรุงแก้ไข

4.4 การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง โดยใช้กลุ่มทดลองแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (One-Short Case Study) ในการทดลองผู้วิจัยใช้กระบวนการจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้ในเอกสารประกอบการสอน โดยดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 และเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1) ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ก่อนเรียน) จำนวน 80 ข้อ ที่ครอบคลุมทุกหน่วย เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานและเก็บคะแนนเป็นคะแนนก่อนเรียนของผู้เรียน (T_1)

2) ตรวจกระดาษคำตอบและบันทึกคะแนนเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับคะแนนหลังเรียน

3) จัดกิจกรรมการเรียนการสอนแต่ละหน่วยตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนด ทั้งการจัดการเรียนการสอน และการทำแบบฝึกหัด เพื่อหาประสิทธิภาพด้านกระบวนการเรียน (E_1) โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทำแบบฝึกหัด

4) หลังสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนการสอนแต่ละหน่วยแล้ว ให้ผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนของแต่ละหน่วยเพื่อใช้เป็นคะแนนเก็บสำหรับประเมินผลปลายภาคเรียน

5) ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน หลังจากเรียนครบทั้ง 11 หน่วย ในสัปดาห์ที่ 18 ซึ่งเป็นสัปดาห์สุดท้าย จำนวน 80 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบสลับข้อสลับคำตอบกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน เพื่อหาประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E_2)

6) เก็บรวบรวมข้อมูลจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียนแบบประเมินผลแบบฝึกหัดตามที่กำหนดของแต่ละหน่วย จากกลุ่มตัวอย่างที่เรียนทุกหน่วยการเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน จากนั้นนำมาหาค่าประสิทธิภาพของเอกสารประกอบการสอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007

7) ให้ผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อเอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007

4.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1) หาค่าคุณภาพของเครื่องมือสถิติที่ใช้ คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม [4] สัมประสิทธิ์เอลฟา [5] วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ KR-20 [6] การหาค่าความยากง่าย (Difficulty) ของแบบทดสอบวัดความสามารถชนิดปรนัย [4] การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบชนิดปรนัย [4]

2) หาประสิทธิภาพการเรียนการสอนโดยใช้เอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 ตามเกณฑ์ 80/80 [7] สถิติที่ใช้คือค่าร้อยละ

3) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 ใช้สถิติ t-test [6]

4) ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อเอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) [4]

5. ผลการวิจัย

5.1 วิเคราะห์ผลการประเมินคุณภาพของเอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 จากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ซึ่งประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล ด้านสื่อการเรียนการสอน และด้านการวัดผลและประเมินผล ประเมินคุณภาพเอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 ผลการประเมินปรากฏดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพเอกสารประกอบการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
ด้านใบเนื้อหา			
1. เนื้อหาครบถ้วนตามหลักสูตรรายวิชา	4.60	.55	ดีมาก
2. เนื้อหาวิชามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์รายวิชาและมาตรฐานรายวิชา	4.80	.45	ดีมาก
3. เนื้อหาวิชาครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.80	.45	ดีมาก
4. ความเหมาะสมในการลำดับเนื้อหา	4.40	.55	ดี
5. ภาษาที่อ่านเข้าใจง่าย	4.40	.55	ดี
ด้านแบบทดสอบ			
6. แบบทดสอบตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.80	.45	ดีมาก
7. จำนวนข้อสอบเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม	4.80	.45	ดีมาก
8. เวลาที่ใช้เหมาะสมกับจำนวนข้อสอบ	4.40	.55	ดี
9. คำถามมีความยากง่ายเหมาะสม	4.40	.55	ดี
10. คำถามและคำตอบมีเป้าหมายที่ชัดเจน	4.80	.45	ดีมาก
ด้านภาพรวมของเอกสารประกอบการสอน			
11. เอกสารประกอบการสอนสอดคล้องกับหลักสูตรรายวิชา	5.00	.00	ดีมาก
12. เอกสารประกอบการสอนมีความเหมาะสมที่จะใช้ในการเรียน	4.80	.45	ดีมาก
13. เอกสารประกอบการสอนช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน	4.80	.45	ดีมาก
14. เอกสารประกอบการสอนเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.80	.45	ดีมาก
15. สื่อการสอนมีความเหมาะสมกับผู้เรียน	4.80	.45	ดีมาก
16. จัดรูปแบบเอกสารประกอบการสอนมีความเหมาะสม	4.60	.55	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.69**	**.47**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 1 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อเอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 ด้านใบเนื้อหาด้านแบบทดสอบ และด้านภาพรวมของเอกสารประกอบการสอน ทั้ง 3 ด้าน อยู่ในระดับดีมาก เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า เอกสารประกอบการสอนสอดคล้องกับหลักสูตรรายวิชามีความเหมาะสมมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ เนื้อหาวิชามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์รายวิชาและมาตรฐานรายวิชา เนื้อหาวิชาครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แบบทดสอบตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จำนวนข้อสอบเหมาะสมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม คำถามและคำตอบมีเป้าหมายที่ชัดเจน เอกสารประกอบการสอนมีความเหมาะสมที่จะใช้ในการเรียน เอกสารประกอบการสอนช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน เอกสารประกอบการสอนเหมาะสมกับระดับผู้เรียน และสื่อการสอนมีความเหมาะสมกับผู้เรียน ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ได้แก่ ความเหมาะสมในการลำดับเนื้อหา ภาษาที่อ่านเข้าใจง่าย เวลาที่ใช้เหมาะสมกับจำนวนข้อสอบ และคำถามมีความยากง่ายเหมาะสม

5.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพการเรียนการสอนโดยใช้เอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ผลปรากฏดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพการเรียนการสอนโดยเอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007

30 คน	**คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน 11 หน่วย (E_1) (348 คะแนน)**	**คะแนนด้านผลลัพธ์ (E_2) (80 คะแนน)**
รวม	$\Sigma X = 8856$	$\Sigma Y = 1988$
ค่าเฉลี่ยร้อยละ	84.83	82.83

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการใช้เอกสารประกอบการสอนรายวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 คะแนนเฉลี่ยของการทำกิจกรรมระหว่างเรียน (E_1) ทั้ง 11 หน่วย คิดเป็นร้อยละ 84.83 และคะแนนเฉลี่ยของการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (E_2) คิดเป็นร้อยละ 82.83 แสดงว่าเอกสารประกอบการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.83/82.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้

5.3 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการทดลองใช้เอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007

คะแนนทดสอบ	N	Mean	S.D.	t	df	Sig
ก่อนเรียน	30	39.60	1.85	59.515	29	0.00**
หลังเรียน	30	66.27	2.42			

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 3 พบว่า คะแนนทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน รายวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 39.60 คะแนน หลังเรียนมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 66.27 คะแนน เมื่อนำคะแนนมาเปรียบเทียบด้วยสถิติ t พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อเอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007

ตารางที่ 4 ระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อเอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. คำแนะนำในการใช้มีความชัดเจน	4.67	.51	มากที่สุด
2. ความสมบูรณ์เนื้อหาสาระ	4.75	.57	มากที่สุด
3. ความทันสมัยเนื้อหาสาระ	4.63	.53	มากที่สุด
4. การใช้ภาษาสื่อความหมายได้ชัดเจน	4.76	.67	มากที่สุด
5. ความถูกต้องในการใช้ภาษา	4.69	.61	มากที่สุด
6. สำนวนภาษาที่ใช้	4.48	.78	มาก
7. ขนาดตัวอักษรที่ใช้พิมพ์	4.59	.43	มากที่สุด
8. การจัดวางภาพประกอบ	4.71	.51	มากที่สุด
9. ขนาดของภาพประกอบ	4.83	.49	มากที่สุด
10. ภาพประกอบสวยงามสอดคล้องของกับเนื้อหาสาระ	4.64	.67	มากที่สุด
11. รูปเล่มเหมาะสมสวยงาม	4.67	.69	มากที่สุด
12. สามารถนำความรู้จากเอกสารประกอบการสอนไปใช้ประโยชน์	4.87	.41	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.69**	**.57**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4 พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อเอกสารประกอบการสอนโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า หัวข้อสามารถนำความรู้จากเอกสารประกอบการสอนไปใช้ประโยชน์มีความพึงพอใจเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือขนาดของภาพประกอบ และต่ำสุดคือสำนวนภาษาที่ใช้

6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นต่อคุณภาพเอกสารประกอบการสอนวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 ในระดับดีมาก

6.2 เอกสารประกอบการสอนรายวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 มีประสิทธิภาพ 84.83/82.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80

6.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองใช้เอกสารประกอบการสอนรายวิชากลศาสตร์เครื่องกล รหัสวิชา 2101-2007 โดยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผู้เรียนทุกคนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 64.91

6.4 ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อเอกสารประกอบการสอนในภาพรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1) ผู้สอนควรเตรียมการสอนทั้งด้านเนื้อหาและวัสดุการสอนให้พร้อมโดยศึกษาคำแนะนำการใช้เอกสารประกอบการสอนให้ชัดเจน

2) ผู้สอนต้องเฉลยแบบฝึกหัด รวมถึงเฉลยการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนตามกระบวนกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ MIAP ขั้น Progress เพื่อให้ผู้เรียนนำผลไปปรับปรุงและพัฒนาการเรียน

3) ผู้สอนควรแจ้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ผู้เรียนทราบเมื่อจบการเรียนในแต่ละหน่วย เพื่อทราบความก้าวหน้าในการเรียน

4) ผู้สอนควรนำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปตรวจปรับสำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่านักเรียนในกลุ่มในการสอนครั้งต่อไป

5) ควรมีการทดลองใช้กับผู้เรียนและเก็บรวบรวมข้อมูล ศึกษาความคงทนต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปพัฒนาเอกสารให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

6) ควรมีการศึกษาและสร้างสื่อการสอนในรูปแบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์ผ่านข่ายอินเตอร์เน็ตที่สามารถศึกษาได้ทางสมาร์ทโฟนที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน เพื่อให้สามารถทำการศึกษาได้ทุกที่ทุกเวลาที่ต้องการ

เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). [ออนไลน์]. พระราชบัญญัติ การอาชีวศึกษา พ.ศ. 2551. [สืบค้นเมื่อวันที่ 18 มกราคม 2561]. จากhttp://www.vec.go.th/Portals/0/เกี่ยวกับ%20สอศ/กฎหมายที่เกี่ยวข้อง/8-vec_law_2.pdf

[2] คณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2556). หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพพุทธศักราช 2556. ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร.

[3] งานทะเบียน. (2558). แบบสรุปผลการเรียนนักเรียนนักศึกษา ปีการศึกษา 2558. สุราษฎร์ธานี : วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี.

[4] ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2553). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น.

[5] พวงรัตน์ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : สำนักทดสอบทางการศึกษาจิตวิทยามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

[6] ผ่องศรี วาณิชย์ศุภวงศ์. (2545). เอกสารคำสอนระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษา. ปัตตานี : ฝ่ายเทคโนโลยีทางการศึกษา สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

[7] ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2539). การทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอน. ในเอกสารการสอนชุดวิชา สื่อการสอนระดับประถมศึกษา หน่วยที่ 8-15. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2561

บทความวิจัย

การศึกษาและพัฒนาหอกลั่นน้ำส้มควันไม้เพื่อลดปริมาณน้ำมันดิน

The Case Study and Development of Wood Vinegar Distillation for Reducing Tar

วชิระ อุบลจินดา[1] สุทิน โคตรทอง[2] และกิตติภูมิ สมัยกลาง[3]
Wachira U-bonjinda[1] Suthin Khottong[2] and Kittipoom Samaiklang[3]

[1] นายช่างเครื่องกลชำนาญงาน ศูนย์ฝึกพาณิชย์นาวีกรมเจ้าท่า E-mail: kai_wachira@hotmail.com

[2] นายช่างกลเรือชำนาญการพิเศษ ศูนย์ฝึกพาณิชย์นาวีกรมเจ้าท่า E-mail: susukoto@hotmail.com

[3] นายช่างกลเรือชำนาญการ ศูนย์ฝึกพาณิชย์นาวีกรมเจ้าท่า E-mail: kittipoom_mmc20@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาหอกลั่นน้ำส้มควันไม้เพื่อลดปริมาณน้ำมันดิน 2) หาประสิทธิภาพของหอกลั่นน้ำส้มควันไม้เพื่อลดปริมาณน้ำมันดิน เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา ประกอบด้วย หอกลั่นน้ำส้มควันไม้และแบบประเมินคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้เชี่ยวชาญทดลองใช้งานและตอบแบบประเมินคุณภาพ ได้ทำการทดลองกลั่นน้ำส้มควันไม้ในเวลา 2.30 ชั่วโมง โดยการเผาถ่านด้วยเตาเผาถ่าน ขนาด 200 ลิตร แบบตั้ง ใช้ไม้ยูคาลิปตัสน้ำหนัก 80 กิโลกรัม ความชื้นร้อยละ 25-30 ควบคุมอุณหภูมิทางเข้าหอกลั่น 120-130 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิทางออก 50-60 องศาเซลเซียส พบว่า หอกลั่นสามารถกลั่นน้ำส้มควันไม้ได้เฉลี่ย 6.4 ลิตร ความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 1.023 ความเป็นกรดเฉลี่ย 2.95 และปริมาณน้ำมันดินเฉลี่ยร้อยละ 0.48

คณะผู้วิจัย พบว่า หอกลั่นน้ำส้มควันไม้สามารถผลิตน้ำส้มควันไม้พร้อมใช้ที่มีคุณภาพสูง ไม่ปนเปื้อนน้ำมันดิน น้ำส้มควันไม้ที่ผลิตได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มก.ธกส. สามารถลดเวลาในการผลิตน้ำส้มควันไม้โดยสามารถนำไปใช้งานได้ทันที และจากผู้เชี่ยวชาญทดลองใช้และตอบแบบประเมินคุณภาพ พบว่าประสิทธิภาพของหอกลั่นน้ำส้มควันไม้โดยรวมอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับการผลิตถ่านและพื้นฐานที่สำคัญที่จะนำไปสู่เกษตรกรสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มรายได้ ผลผลิต และคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นต่อไป

คำสำคัญ : หอกลั่น น้ำส้มควันไม้ น้ำมันดิน

Abstract

The objectives of this research are (1) to develop the wood vinegar distillation columns for tar reduction and (2) to evaluate the effectiveness of the wood vinegar distillation columns for tar reduction. The research tools are the distillation columns and the quality evaluation form for experts. The experts used the distillation columns and completed the quality evaluation form. It took 2 hours and 30 minutes for using the distillation columns in the manner of burning coals by

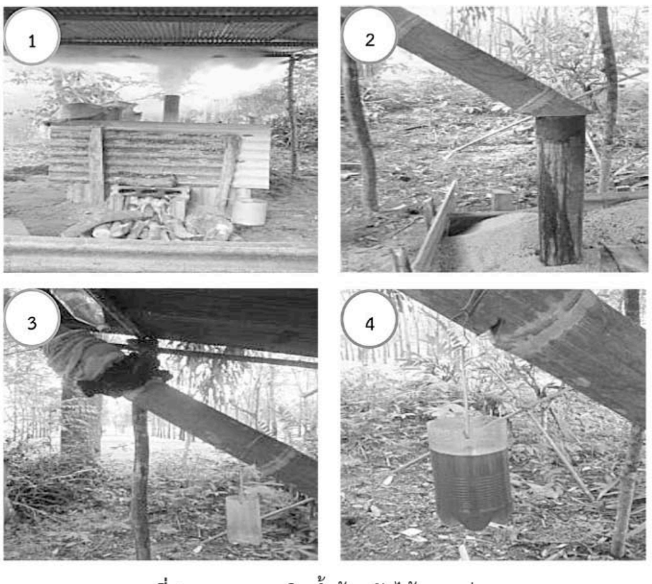
200-liter incinerator. Eighty-kilogram eucalyptus trees were used with 25-30 percent of humidity to control the temperature of the entrance of distillation columns from 120 to 130 degrees Celsius and the temperature of the exit of distillation columns from 50 to 60 degrees Celsius. It was found that the distillation columns could produce wood vinegar of 6.4 liter in average, the specific gravity was 1.023, the average acid was 2.95 and the amount of tar was 0.48 in average.

The researchers found that the distillation columns could produce high-quality wood vinegar without being contaminated by tar. The obtain output was subject to the Standard of MorGor. ThorGorSor. In addition, it helped reduce the time of production, and it could be used immediately. According to the tests by the experts, it revealed that the overall effectiveness of the distillation columns was at a satisfying level –it is considered adding the value to production of coals, plus agriculturists can apply this to their careers to earn more money and outputs and improve their qualities of life.

Keywords : Distillation Column, Wood Vinegar, Tar

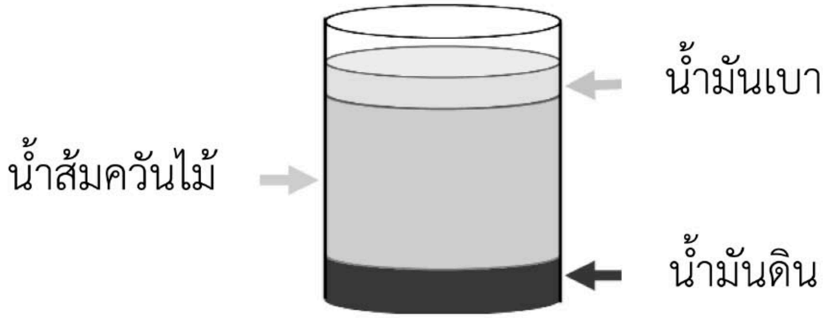
1. บทนำ

ในปัจจุบันน้ำส้มควันไม้ (Wood Vinegar) มีบทบาทสำคัญในภาคเกษตรกรรมและกลายเป็นสิ่งสำคัญในด้านการเกษตร อุตสาหกรรม และการวิจัย น้ำส้มควันไม้เป็นของเหลวสีน้ำตาลใส มีกลิ่นควันไม้ ได้มาจากการควบแน่นของควันไม้ที่เกิดจากการผลิตถ่านไม้ช่วงที่ไม้กำลังจะเปลี่ยนเป็นถ่าน ถ่ายเทความร้อนจากปล่องดักควันสู่อากาศรอบปล่องดักควัน ความชื้นในควันจะควบแน่นเป็นหยดน้ำ ส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็นกรดอะซิติก มีความเป็นกรดต่ำ ก่อนนำไปใช้ต้องนำน้ำส้มควันไม้ที่ได้ทิ้งไว้ในภาชนะพลาสติกประมาณ 45-90 วัน ในที่ร่ม ไม่สั่นสะเทือนเพื่อให้ตกตะกอนและแยกตัวเป็น 3 ชั้น คือ น้ำมันเบาลอยอยู่ผิวน้ำ น้ำส้มควันไม้ และน้ำมันดินหรือทาร์ (Tar) ตกตะกอนอยู่ด้านล่าง และแยกน้ำส้มควันไม้มาใช้ประโยชน์ต่อไป [1]



ภาพที่ 1 แสดงการผลิตน้ำส้มควันไม้ของกลุ่มชุมชน

ซึ่งตามมาตรฐาน มก.ธกส. นั้น น้ำส้มควันไม้จะมีค่าการปนเปื้อนน้ำมันดินน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ความถ่วงจำเพาะไม่น้อยกว่า 1.005 และมีค่า pH 2.8 - 3.7 แต่จากวิธีการทั่วไปที่กลุ่มชุมชนใช้ในการผลิตน้ำส้มควันไม้มีข้อเสีย คือ ใช้เวลาในการผลิตนาน ประสิทธิภาพในการควบแน่นควันไม้ต่ำ ทำให้เกิดการสูญเสียสารสำคัญซึ่งเป็นกรดอินทรีย์บางชนิด และพบว่าน้ำส้มควันไม้ที่ผลิตได้มีค่า pH 3.4 - 4.0 สูงกว่าน้ำส้มควันไม้ที่มีคุณภาพโดยทั่วไป นอกจากนั้นวิธีการนี้ยังทำให้ได้น้ำส้มควันไม้ที่มีน้ำมันดิน (Tar) ผสมอยู่ในปริมาณสูง ไม่สามารถนำน้ำส้มควันไม้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ได้ทันทีหลังการผลิต จะต้องผ่านการแยกน้ำมันดินด้วยวิธีการตกตะกอนก่อน เนื่องจากน้ำมันดินจะไปอุดรูใบทำให้พืชตายได้ และเป็นสารอันตรายที่ก่อให้เกิดมะเร็งในคนและสัตว์ [1,2]



ภาพที่ 2 น้ำส้มควันไม้หลังจากการตกตะกอน 3 เดือน

จากปัญหาและความต้องการน้ำส้มควันไม้ โดยผู้วิจัยศึกษาโครงการวิจัย เรื่องการศึกษาอุณหภูมิและมุมเอียงของปล่องควันที่ใช้ในการผลิตน้ำส้มควันไม้ ของ ว่าที่ ร.ต. อำนาจ อิ่มสุข ปีการศึกษา 2551 พบว่าที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มุมเอียง 50 องศา จะได้น้ำส้มควันมากสุดและคุณสมบัติของน้ำส้มควันไม้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอแนะให้เพิ่มความยาวของขดลวดทำความเย็นให้มากกว่าเดิมเพื่อที่จะได้ปริมาณของน้ำส้มควันไม้มากขึ้น [3] และผู้วิจัยได้ศึกษาเพิ่มเติมเรื่องท่อควันที่ใช้ควบแน่นควัน พบว่าในกรณีที่ผิวของวัตถุนั้นอยู่ในแนวดิ่งความหนาของฟิล์มจะค่อยๆ เพิ่มจากด้านบนลงสู่ด้านล่าง แต่ถ้าหากผิวของวัตถุนั้นอยู่ในแนวเอียงอัตราการไหลของฟิล์มก็จะลดน้อยลง ส่วนความหนาของฟิล์มจะเพิ่มมากขึ้น และจะส่งผลให้อัตราการถ่ายเทความร้อนนั้นลดน้อยลง การควบแน่นที่เกิดก็จะลดน้อยลงตามไปด้วย [4] จึงไม่เหมาะที่จะวางท่อควบแน่นควันในแนวเอียง ผู้จัดทำโครงการจึงเกิดแนวคิดในการสร้างหอกลั่นน้ำส้มควันไม้เพื่อลดปริมาณน้ำมันดินขึ้น เพื่อการปรับปรุงกระบวนการผลิตน้ำส้มควันไม้ และผลิตน้ำส้มควันไม้พร้อมใช้ที่สามารถแยกน้ำมันดินออกจากควันไม้ก่อนการควบแน่นเป็นน้ำส้มควันไม้ โดยอาศัยหลักการพื้นฐานของไซโคลน (Cyclone) ที่สามารถแยกสารที่มีอนุภาคหยาบออกจากควันไม้ก่อนเข้าสู่กระบวนการกลั่นโดยใช้หลักการกลั่นแบบลำดับส่วน (Fractional Distillation) ซึ่งเป็นกระบวนการถ่ายโอนมวลและความร้อนของสาร อันจะทำให้เกิดการแยกสารตามที่ต้องการ ประกอบกับมีการควบคุมการควบแน่นของควันไม้แนวดิ่งด้วยระบบการทำความเย็นที่มีประสิทธิภาพ และควบคุมอุณหภูมิในเตาเผาถ่านโดยใช้พัดลมดูดควันบริเวณปลายท่อทางออกของหอกลั่น ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้ได้น้ำส้มควันไม้ที่ไม่ปนเปื้อนน้ำมันดิน มีคุณภาพสูง ช่วยลดระยะเวลาในการผลิตสามรถนำน้ำส้มควันไม้ไปใช้งานได้ทันทีและเพื่อเป็นพื้นฐานที่สำคัญที่จะนำไปสู่เกษตรกร

สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มรายได้ ผลผลิต และคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาหอกลั่นน้ำส้มควันไม้เพื่อลดปริมาณน้ำมันดิน

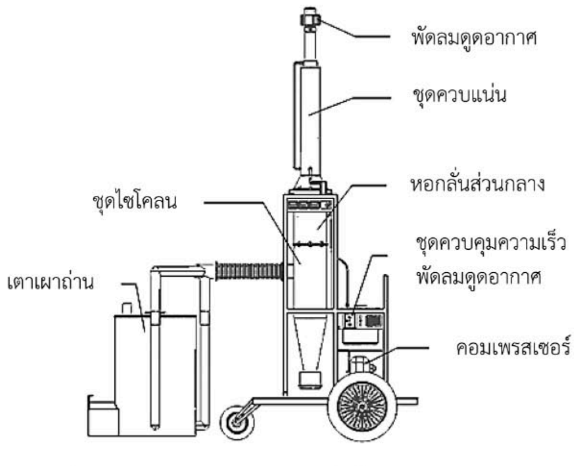
2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของหอกลั่นน้ำส้มควันไม้เพื่อลดปริมาณน้ำมันดิน

3. สมมติฐานการวิจัย

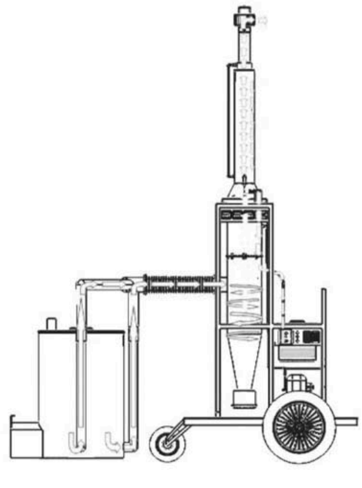
หอกลั่นสามารถผลิตน้ำส้มควันไม้พร้อมใช้ที่สามารถแยกน้ำมันดินออกจากควันไม้ก่อนการควบแน่นเป็นน้ำส้มควันไม้ และมีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน มก. ธกส. [2]

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 การสร้างและพัฒนานวัตกรรมการออกแบบหอกลั่นน้ำส้มควันไม้เพื่อหาประสิทธิภาพของหอกลั่นที่มีผลต่อการแยกน้ำมันดินจากน้ำส้มควันไม้ ผู้วิจัยได้ออกแบบ โดยคำนึงถึงขนาดท่อทางดูดควันต้องมีขนาดที่เหมาะสมไม่ขวางการไหลของควัน นำไปสู่การคำนวณหาขนาดของไซโคลนหอกลั่นส่วนกลาง ชุดควบแน่นออกแบบให้มีขนาดเล็กน้ำหนักเบา สามารถเคลื่อนย้ายและทำงานคนเดียวได้จึงทำการออกแบบภาพกำหนดขนาดมิติต่างๆ และกำหนดรายละเอียดของวัสดุที่ใช้ดังภาพที่ 3 และภาพที่ 4



ภาพที่ 3 การออกแบบและสร้างหอกลั่นน้ำส้มควันไม้



ภาพที่ 4 แสดงการทำงานของหอกลั่นน้ำส้มควันไม้

หลังจากผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมของแบบแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างชิ้นส่วน และนำมาประกอบเป็นหอกลั่นน้ำส้มควันไม้ ซึ่งเป็นการสร้างขึ้นมาใหม่ทั้งหมด ดังภาพที่ 5

ภาพที่ 5 การทดลองหาประสิทธิภาพสร้างหอกลั่น

ตารางที่ 1 คุณสมบัติน้ำส้มควันไม้ [2]

รายการ	คุณสมบัติน้ำส้มควันไม้
สี	เหลืองปนน้ำตาล
ความเป็นกรดด่าง (PH)	2.5-3.0
ค่าความถ่วงจำเพาะ	1.007-1.024
น้ำมันดิน	ไม่เกิน 1%

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของน้ำส้มควันไม้ที่มีคุณภาพดี [2]

รายการ	น้ำส้มไม้	น้ำส้มไม้กลั่น
ค่า pH	1.5 – 3.7	1.5 – 3.7
ค่าความถ่วงจำเพาะ	> 1.005	> 1.001
สี	เหลือง น้ำตาลแดงจาง หรือน้ำตาลแดง	ไม่มีสี เหลืองจาง หรือน้ำตาลแดงจาง
ความใส	ใส	ใส
สารแขวนลอย	ไม่มี	ไม่มี

หลังจากการสร้างและประกอบชิ้นส่วนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการทดลองใช้หอกลั่นน้ำส้มควันไม้โดยนำไปทดสอบกับเตาเผาถ่านขนาด 200 ลิตร แบบตั้ง [5] ใช้ไม้ยูคาลิปตัส น้ำหนัก 80 กิโลกรัม ความชื้น 25-30% ในการเผาถ่าน

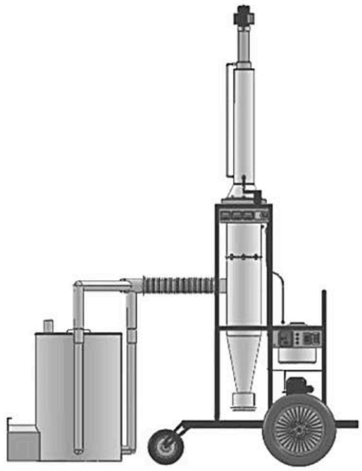
4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างเครื่องมือ มีประสบการณ์ในการประกอบวิชาชีพสาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม และการออกแบบเครื่องจักรกล ผู้วิจัยได้เลือกแบบเจาะจง โดยผู้เชี่ยวชาญต้องมีประสบการณ์ในการประกอบวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 5 คน

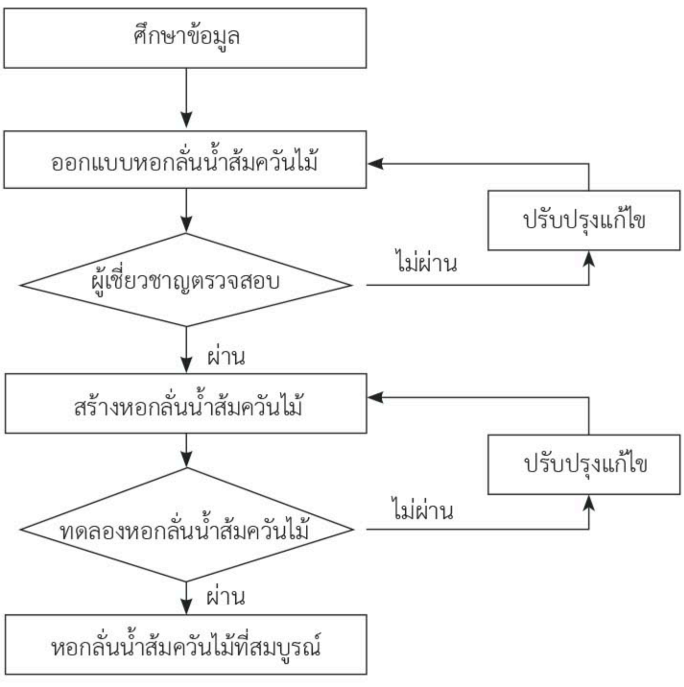
2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการเผาถ่านและผลิตน้ำส้มควันไม้ หมู่ที่ 5 ตำบลห้วยคต อำเภอห้วยคต จังหวัดอุทัยธานี จำนวน 5 คน

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) หอกลั่นน้ำส้มควันไม้ มีขนาดความกว้าง 870 มิลลิเมตร ยาว 1,300 มิลลิเมตร สูง 3,200 มิลลิเมตร และน้ำหนักเครื่อง 90 กิโลกรัม หอกลั่นน้ำส้มควันไม้ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการสร้างตามแผนภูมิต่อไปนี้

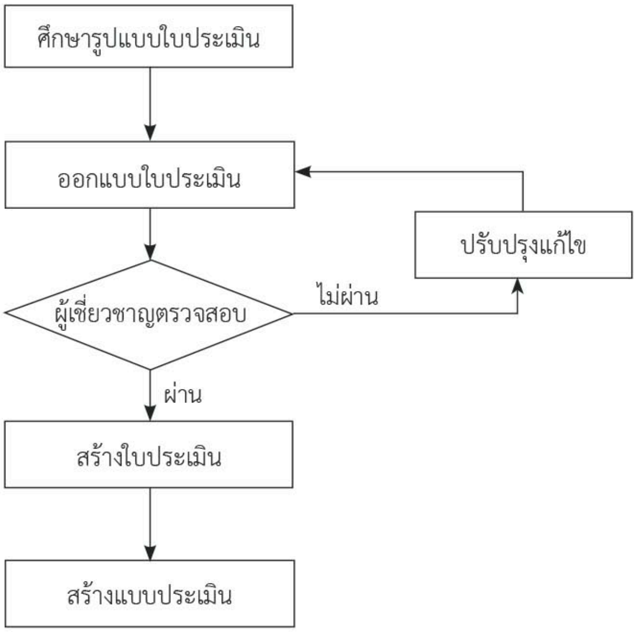


ภาพที่ 6 การออกแบบและสร้างหอกลั่นน้ำส้มควันไม้



ภาพที่ 7 แสดงขั้นตอนการสร้างหอกลั่นน้ำส้มควันไม้

2) แบบประเมินคุณภาพแบบประเมินคุณภาพ ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการสร้างแบบประเมินคุณภาพตามแผนภูมิต่อไปนี้



ภาพที่ 8 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพ

4.4 ทดลองใช้และเก็บรวบรวมข้อมูล

หลังจากดำเนินการทดลอง โดยผู้เชี่ยวชาญมีการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลดังกระบวนการต่อไปนี้ ผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญได้รับการวิเคราะห์ โดยเกณฑ์การประเมินที่ระบุในแบบประเมินมีดังต่อไปนี้

5 หมายถึง ดีมาก

4 หมายถึง ดี

3 หมายถึง พอใช้

2 หมายถึง ควรปรับปรุง

1 หมายถึง ต้องปรับปรุง

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือค่าเฉลี่ย ซึ่งค่าเฉลี่ยจากการประเมินสามารถนำมาตีความตามช่วงคะแนน 1.00 – 5.00 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.50 – 5.00 หมายถึง มีระดับคุณภาพดีมาก

3.50 – 4.49 หมายถึง มีระดับคุณภาพดี

2.50 – 3.49 หมายถึง มีระดับคุณภาพพอใช้

1.50 – 2.49 หมายถึง มีระดับคุณภาพควรปรับปรุง

1.00 – 1.49 หมายถึง มีระดับคุณภาพต้องปรับปรุง

5. ผลการวิจัย

จากการศึกษาการเผาถ่านด้วยเตาเผาถ่าน ขนาด 200 ลิตร แบบตั้ง โดยสร้างหอกลั่นน้ำส้มควันไม้เพื่อหาประสิทธิภาพหอกลั่นน้ำส้มควันไม้ และสามารถผลิตน้ำส้มควันไม้พร้อมใช้คุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน มก. ธกส. นั้น [2] ได้ผลการประเมินคุณภาพในระดับดีมาก ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและความหมายโดยภาพรวม

ด้านการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
เฉลี่ยรวมด้านโครงสร้าง	4.52	.50	ดีมาก
เฉลี่ยรวมด้านการใช้งาน	4.63	.49	ดีมาก
ภาพรวม	4.57	.49	ดีมาก

จากตารางที่ 3 พบว่าคุณภาพของหอกลั่นน้ำส้มควันไม้เพื่อลดปริมาณน้ำมันดิน โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก

5.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินคุณภาพของหอกลั่นน้ำส้มควันไม้เพื่อลดปริมาณน้ำมันดิน ด้านโครงสร้าง โดยผู้เชี่ยวชาญปรากฏผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและความหมายของคุณภาพด้านโครงสร้าง

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ความเหมาะสมของขนาดตัวเครื่อง	4.00	.00	ดี
2. ความเหมาะสมในการจัดวางตำแหน่ง	4.20	.44	ดี
3. วัสดุที่ใช้สร้างหาง่ายในท้องตลาด	5.00	.00	ดีมาก
4. ความแข็งแรงคงทนของวัสดุ เหมาะสมกับงาน	5.00	.00	ดีมาก
5. รูปทรงของเครื่องสวยงามมีความเหมาะสม	4.20	.44	ดี
6. สามารถถอดประกอบอุปกรณ์ ชิ้นส่วนได้สะดวก	4.60	.42	ดีมาก
7. ต้นทุนคุ้มค่ากับประโยชน์ที่ได้รับ	5.00	.00	ดีมาก
8. มีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.20	.44	ดี
9. ขั้นตอนการใช้งานไม่ยุ่งยากซับซ้อน	4.00	.00	ดี
10. สะดวกในการเคลื่อนย้าย	5.00	.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวมด้านโครงสร้าง	4.52	.50	ดีมาก

จากตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญพบว่าคุณภาพของหอกลั่นน้ำส้มควันไม้เพื่อลดปริมาณน้ำมันดิน ด้านโครงสร้างอยู่ในระดับดีมาก ผลการวิเคราะห์ข้อเสนอแนะจากแบบสอบถามปลายเปิดด้านโครงสร้างมีผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะเพิ่มเติมให้ตัวเครื่องมีขนาดเล็กกะทัดรัด

5.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินคุณภาพของหอกลั่นน้ำส้มควันไม้เพื่อลดปริมาณน้ำมันดิน ด้านการใช้งาน โดยผู้เชี่ยวชาญปรากฏผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและความหมายของคุณภาพด้านการใช้งาน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. มีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.00	.00	ดี
2. การบำรุงรักษาง่าย	4.00	.00	ดี
3. ใช้งานได้ง่ายสะดวก	4.80	.44	ดีมาก
4. สามารถผลิตน้ำส้มควันไม้ได้มากว่า 3 ลิตร	5.00	.00	ดีมาก
5. น้ำส้มควันไม้ที่มีน้ำมันดินปนเปื้อนน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์	5.00	.00	ดีมาก
6. น้ำส้มควันไม้มีคุณภาพดี	5.00	.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวมด้านการใช้งาน	4.63	.49	ดีมาก

จากตารางที่ 5 พบว่าคุณภาพของหอกลั่นน้ำส้มควันไม้เพื่อลดปริมาณน้ำมันดิน ด้านการใช้งานอยู่ในระดับดีมาก ผลการวิเคราะห์ข้อเสนอแนะจากแบบสอบถามปลายเปิดในด้านการใช้งานไม่มีผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะเพิ่มเติม

5.3 ผลการศึกษาและพัฒนาหอกลั่นน้ำส้มควันไม้เพื่อลดปริมาณน้ำมันดินนั้น ด้านประสิทธิภาพหอกลั่นน้ำส้มควันไม้ตามเกณฑ์มาตรฐาน มก.ธกส. [2] ปรากฏผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงค่าประสิทธิภาพหอกลั่นน้ำส้มควันไม้

การทดลองครั้งที่	ปริมาณน้ำส้มควันไม้ (ลิตร)	ค่าความถ่วงจำเพาะ (ถ.พ.)	ค่า (PH)	ปริมาณน้ำมันดิน (%)
1	4.40	1.022	2.90	0.50
2	4.50	1.022	2.80	0.40
3	4.80	1.023	2.70	0.40
4	4.60	1.022	3.00	0.50
5	4.40	1.024	3.00	0.60
6	4.90	1.023	2.90	0.50
7	4.70	1.023	3.10	0.40
8	4.50	1.022	3.20	0.60
9	4.60	1.023	3.00	0.40
10	4.80	1.024	2.90	0.50
ค่าเฉลี่ย	4.62	1.023	2.95	0.48

จากตารางที่ 6 พบว่าคุณภาพของน้ำส้มควันไม้โดยภาพรวมอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มก. ธกส. [2]

6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 การวิจัยเรื่องการศึกษาและพัฒนาหอกลั่นน้ำส้มควันไม้เพื่อลดปริมาณน้ำมันดินนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตน้ำส้มควันไม้พร้อมใช้ที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์มาตรฐาน มก.ธกส. [2] ผู้วิจัยได้ทดสอบการใช้งานหอกลั่นกับเตาเผาถ่านขนาด 200 ลิตร แบบตั้ง ใช้ไม้ยูคาลิปตัสน้ำหนัก 80 กิโลกรัม ความชื้น 25-30 % ควบคุมอุณหภูมิทางเข้าหอกลั่น 126.3 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิทางออก 60.7 องศาเซลเซียส ได้น้ำส้มควันไม้ 4.62 ลิตร ทดสอบน้ำส้มควันไม้ได้ค่าความถ่วงจำเพาะ 1.023 ค่าความเป็นกรด 2.95 และค่าปริมาณน้ำมันดิน 0.48 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้คุณสมบัติน้ำส้มควันไม้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มก.ธกส. ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านโครงสร้างและด้านการใช้งานของหอกลั่นน้ำส้มควันไม้แล้วคุณภาพโดยรวมในระดับ 4.57 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์คุณภาพดีมาก ซึ่งหอกลั่นดังกล่าวสามารถผลิตน้ำส้มควันไม้ที่มีคุณภาพสูงไม่ปนเปื้อนน้ำมันดิน ช่วยลดระยะเวลาในการผลิตน้ำส้มควันไม้นำไปใช้งานได้ทันทีและเป็นพื้นฐานที่สำคัญที่จะนำไปสู่เกษตรกร สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มรายได้ผลผลิต และคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1) ไม้ที่นำมาเผาควรเป็นไม้ที่มีขนาด 1-2 นิ้ว และควรเป็นไม้ที่ตรง

2) ควรจะเพิ่มประสิทธิภาพของการควบแน่นโดยเพิ่มจำนวนท่อควันให้มากขึ้น เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสของการควบแน่น อาจจะได้ปริมาณของน้ำส้มควันไม้มากขึ้นพื้นที่ผิวสัมผัสของควันจะมากขึ้น

3) ควรมีการปรับปรุงขนาดของตัวเครื่องให้เล็กลงเพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร. (2554). [ออนไลน์]. น้ำส้มควันไม้. [สืบค้นเมื่อวันที่ 20 มีนาคม 2559] จาก http://www.fisheries.go.th

[2] สมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม. (2549). คู่มือน้ำส้มควันไม้. กรุงเทพมหานคร : พริ้นติ้งเซ็นเตอร์.

[3] อำนาจ อิ่มสุข. (2551). การศึกษาอุณหภูมิและมุมเอียงของปล่องควันที่ใช้ในการผลิตน้ำส้มควันไม้. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเครื่องกล. ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล. บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[4] สิทธิพร ใหญ่ธนายุทธ. (2547). การถ่ายเทความร้อน. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ผลิตตำราเรียนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[5] กระทรวงพลังงาน. (2353). คู่มือรวมเทคโนโลยีพลังงานชุมชน การเผาถ่านด้วยถัง 200 ลิตร. กรุงเทพมหานคร : กระทรวงพลังงาน.

ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2561

บทความวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์สูตรไอศกรีมเสริมจำปาดะ

The Development of Product of Ice Cream Recipe from Tartar

อุษา ศรีรัชชะ[1] สุภาวลักษณ์ พุทธิสุทโธ[2] และสมรัก ปานมาศ[3]

Usa Sriratcha[1] Supawalak Puttisuttho[2] and Somrak Panmas[3]

[1] ครู แผนกวิชาการโรงแรม วิทยาลัยเทคนิคสิชล E-mail: tongtem_ausa@hotmail.com

[2] พนักงานราชการ แผนกวิชาการโรงแรม วิทยาลัยเทคนิคสิชล E-mail: Somrak2534panmas@gmail.com

[3] พนักงานราชการ แผนกวิชาการโรงแรม วิทยาลัยเทคนิคสิชล E-mail: Supawalak@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาสูตรมาตรฐานของไอศกรีมเสริมจำปาดะ 2) ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อไอศกรีมเสริมจำปาดะ กลุ่มตัวอย่างทำที่การวิจัยในครั้งนี้ คือ ประชาชนทั่วไป เจ้าของธุรกิจร้านค้า ภัตตาคารและธุรกิจโรงแรมในอำเภอสิชลจำนวน 50 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ แบบสอบถามความพึงพอใจของการผู้บริโภคที่มีต่อไอศกรีมเสริมจำปาดะ สถิติที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ผลการวิจัยการศึกษาสูตรไอศกรีมเสริมจำปาดะ พบว่า ส่วนผสมเนื้อจำปาดะร้อยละ 40 และร้อยละ 60 ที่เสริมลงไปในไอศกรีม 2 สูตร ส่วนที่ผู้บริโภคชอบมากที่สุดเป็นสูตรที่ 2 ที่มีปริมาณเนื้อของจำปาดะร้อยละ 60 และความพึงพอใจของผู้บริโภคไอศกรีมเสริมจำปาดะ กลิ่นของไอศกรีมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด รสชาติของไอศกรีมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด เนื้อสัมผัส (ความเนียน) ของไอศกรีมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด และความชอบโดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : ไอศกรีม จำปาดะ

Abstract

The objectives of this research are (1) to study the standard formula of the ice cream and (2) to study the consumers' acceptance of the ice cream recipe from tartar. The samples that purposively selected here are 50 common people, owners of store business, restaurants business and hotel business in Si Chol District. The research tool is the evaluation form for the consumers' satisfaction in the ice cream. The statistics used in this research are mean and standard deviation.

The research findings revealed that according to 40 percent of the tartar texture and 60 percent of the tartar texture added in two formulas of the ice cream, the consumers preferred

the formula 2 the most, and the consumers' satisfaction in the ice cream smell had the average at the highest level, in the ice cream flavor had the average at the highest level, in the ice cream texture (smoothness) had the average at the highest level and in the overall preference of the ice cream had the average at the highest level.
Keywords : Ice Cream, Tartar

1. บทนำ

ไอศกรีมถูกสันนิษฐานว่ามีวิวัฒนาการมาจากพฤติกรรมการบริโภคของชาวจีน ซึ่งบริโภคขนมหวานใส่น้ำแข็ง โดยการผสมหิมะกับผลไม้หรือน้ำผลไม้ วัฒนธรรมนี้ได้แพร่หลายเข้าไปในยุโรปในปลายปี ค.ศ.13 ต่อมามีการเติมน้ำนมลงไป มีการดัดแปลงและพัฒนาเรื่อยมาจนกลายเป็นผลิตภัณฑ์ไอศกรีมจนถึงปัจจุบัน [1] ไอศกรีมเป็นผลิตภัณฑ์ของหวานที่ได้รับความนิยมทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทยที่ได้รับความนิยมเหมือนกับประเทศต่างๆ ด้วยเช่นกัน ซึ่งไอศกรีมสามารถรับประทานได้ทั้งเด็กทั้งผู้ใหญ่ ไอศกรีมมีส่วนผสมหลัก คือ น้ำ นม และผลิตภัณฑ์นม ส่วนผสมเพิ่มรส กลิ่น และสีสัน สารให้ความหวาน สารที่ช่วยให้ส่วนผสมเข้ากันดี (Emulsifier) และสารให้ความคงตัว (Stabilizer) ไอศกรีมผลไม้หรือไอศกรีมประเภทหวานเย็นจะเห็นว่าไอศกรีมได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะเนื้อสัมผัส และรสชาติที่มีให้เลือกมากมายหลากหลายรสชาติ เพื่อเป็นการตอบสนองให้แก่ผู้บริโภค [2] ซึ่งในปัจจุบันผู้บริโภคได้หันมาใส่ใจเรื่องสุขภาพกันมากขึ้น จึงได้มีการนำสมุนไพรเข้ามามีบทบาทในส่วนผสมของไอศกรีม เพื่อให้มีคุณค่าทางโภชนาการและมีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น ไอศกรีมดอกไม้ ไอศกรีมเครื่องเทศ เนื่องจากในส่วนผสมหลักของไอศกรีมประเภทต่างๆ นั้น มีปริมาณไขมันและน้ำตาลในปริมาณสูงมาก ส่วนผสมของหวานเย็นถึงแม้จะไม่มีไขมันแต่ก็มีน้ำตาลสูงเท่ากับน้ำหวานเข้มข้นเช่นกัน เมื่อบริโภคเกินความต้องการของร่างกายและเกิดการสะสมไว้ในร่างกายสามารถทำให้เกิดโรคต่างๆ ได้เช่นกัน

จำปาดะ (มาเลย์: cempedak, เจิมเปอดะก์; ชื่อวิทยาศาสตร์: Artocarpus Integer) คือ ชื่อของไม้ยืนต้นชนิดหนึ่งที่อยู่ในวงศ์ Moraceae ซึ่งอยู่ในวงศ์เดียวกับขนุน ถิ่นกำเนิดอยู่ในคาบสมุทรมลายู อินโดนีเซีย และเกาะนิวกินี ลักษณะเป็นไม้ยืนต้น มียางสีขาวขุ่น ใบเป็นมัน ผลคล้ายขนุนแต่เล็กกว่า ผลดิบเปลือกแข็ง มียางมาก เมื่อสุกเปลือกนิ่มลง ยางน้อยลง เนื้อมีกลิ่นหอมและรสหวานจัด ผลจำปาดะสามารถทำอาหารได้หลากหลาย มีกลิ่นเฉพาะตัว ทั้งกินเป็นผลไม้สด [3]

จากคุณสมบัติของจำปาดะที่กล่าวมา คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำจำปาดะเสริมในไอศกรีม ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ช่วยยกระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมให้มีคุณประโยชน์เพิ่มขึ้น และมีความแปลกใหม่กับผลิตภัณฑ์ไอศกรีม ซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งให้กับผู้บริโภค อีกทั้งเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับกลุ่มเกษตรกรที่ปลูกจำปาดะ และรู้จักใช้เวลาว่างจากงานหลักมาร่วมในการทำงานกลุ่ม ทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้นจากการแปรรูปจำปาดะ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาสูตรมาตรฐานไอศกรีมเสริมจำปาดะ

2.2 เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อไอศกรีมเสริมจำปาดะ

3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 สูตรไอศกรีมเสริมจำปาดะที่เหมาะสมกับผู้บริโภคทุกเพศทุกวัย

3.2 ผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อไอศกรีมเสริมจำปาดะไม่ต่ำกว่าระดับมาก

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 การสร้างและพัฒนาสูตรไอศกรีมเสริมจำปาดะ

1) ศึกษาตำหรับมาตรฐานสูตรไอศกรีม

2) ขั้นตอนการทดสอบสูตรไอศกรีมเสริมจำปาดะ

2.1) แกะเนื้อของจำปาดะ

2.2) ใส่นมสด และนมข้น

2.3) นำจำปาดะปั่นให้ละเอียด

2.4) จำปาดะที่ปั่นละเอียดแล้วเทใส่ภาชนะที่เตรียมไว้

2.5) นำน้ำตาลและครีมทำวิปปิ้งครีม

2.6) นำวิปปิ้งครีมใส่ในจำปาดะที่ปั่นละเอียด ตีส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากันจนได้เนื้อไอศกรีม

2.7) นำไอศกรีมบรรจุกล่องและแช่แข็ง

3) นำไอศกรีมไปหาคุณภาพโดยการให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ได้พิจารณาตรวจสอบ

4.2 ประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากร ได้แก่ ประชาชนทั่วไป เจ้าของธุรกิจร้านค้า ภัตตาคาร และธุรกิจโรงแรมในอำเภอสิชล

2) กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ประชาชนทั่วไป เจ้าของธุรกิจร้านค้า ภัตตาคาร และธุรกิจโรงแรมในอำเภอสิชลจำนวน 50 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1) แบบสอบถามความพึงพอใจของการผู้บริโภคไอศกรีมเสริมจำปาดะ รายละเอียดประกอบด้วย คำชี้แจง ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของของผู้บริโภคไอศกรีมเสริมจำปาดะ ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

2) การหาคุณภาพแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภคไอศกรีมเสริมจำปาดะ ดำเนินการโดยการหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์

4.4 เก็บรวบรวมข้อมูล

1) การเก็บข้อมูล คณะผู้ศึกษาวิจัย ดำเนินการดังนี้ นำผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเสริมจำปาดะให้ผู้เชี่ยวชาญทดสอบการบริโภครวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ

2) สอบถามความพึงใจของการบริโภคไอศกรีมเสริมจำปาดะและตอบแบบสอบถาม

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

1) การวิเคราะห์ข้อมูลประสิทธิภาพและความพึงพอใจในการบริโภคไอศกรีมเสริมจำปาดะ ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้ วิเคราะห์สูตรไอศกรีมเสริมจำปาดะที่แตกต่างกัน 2 สูตร โดยการสังเกตแล้วเทียบค่าร้อยละ วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของไอศกรีมเสริมจำปาดะที่แตกต่างกัน 2 สูตร โดยการสังเกตแล้วเทียบค่าร้อยละ วิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพปริมาณจำปาดะที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมเสริมจำปาดะที่แตกต่างกัน 2 สูตร โดยการสังเกตแล้วเทียบค่าร้อยละ

2) วิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้บริโภคแล้วหาค่าเฉลี่ยเพื่อเทียบกับเกณฑ์

5. ผลการวิจัย

5.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1) ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นผู้บริโภคไอศกรีมเสริมจำปาดะทั้งหมดจำนวน 50 คน เป็นเพศชายจำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 44 และเพศหญิงจำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 56

2) อายุของผู้ตอบแบบสอบถาม มีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สถานะของผู้ตอบแบบสอบถาม

ลำดับที่	สถานะ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1	นักเรียน ระดับ ปวช.	25	50
2	นักศึกษา ระดับ ปวส.	17	34
3	ครู	5	10
4	บุคลากรทางการศึกษา	3	6
	รวม	**50**	**100**

จากตารางที่ 1 พบว่าสถานะของผู้ตอบแบบสอบถามเป็นนักเรียน ระดับ ปวช. คิดเป็นร้อยละ 50 นักศึกษา ระดับ ปวส. คิดเป็นร้อยละ 34 ครูคิดเป็นร้อยละ 10 และบุคลากรทางการศึกษาคิดเป็นร้อยละ 6 ตามลำดับ

5.2 ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์สูตรไอศกรีมเสริมจำปาดะ มีส่วนผสมประกอบด้วย วิปปิ้งครีม นมสด น้ำตาลทราย กลูโคส ครีมชีส สเตบิไลเซอร์ เนื้อจำปาดะ โดยใช้หลักการใส่ส่วนผสมของเนื้อจำปาดะ 40% และ 60% โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สูตรไอศกรีมเสริมจำปาดะที่แตกต่างกัน 2 สูตร

วัตถุดิบ (กรัม)	ปริมาณจำปาดะ 2 สูตร	
	ร้อยละ 40 ของเนื้อจำปาดะ	ร้อยละ 60 ของเนื้อจำปาดะ
วิปปิ้งครีม	22.97	20.10
นมสด	14.49	10.05
น้ำตาลทราย	6.89	6.02
กลูโคส	2.29	2.01
ครีมชีส	6.89	6.02
สเตบิไลเซอร์	0.22	0.20
เนื้อจำปาดะ	28.57	37.50

จากตารางที่ 2 พบว่า ส่วนผสมเนื้อจำปาดะที่เสริมลงไปในไอศกรีม 2 สูตร คือร้อยละ 40 จะผสมจำปาดะลงไป 28.57 กรัม และร้อยละ 60 จะผสมจำปาดะลงไป 37.50 กรัม ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด

5.2 ผลการทดลองค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของไอศกรีมเสริมจำปาดะที่แตกต่างกัน 2 สูตร

1) ผลการทดลองทางกายภาพที่มีปริมาณเนื้อจำปาดะร้อยละ 40 มีลักษณะสีเหลืองอ่อน มีลักษณะกลิ่นเป็นกลิ่นจำปาดะ มีลักษณะรสชาติหวาน และเนื้อสัมผัส (ความเนียน) มีลักษณะเรียบเนียนน้อย ส่วนลักษณะทางกายภาพที่มีปริมาณเนื้อจำปาดะร้อยละ 60 มีลักษณะสีเหลืองทองมีลักษณะกลิ่นเป็นกลิ่นจำปาดะ มีลักษณะรสชาติหวานมัน และเนื้อสัมผัส (ความเนียน) มีลักษณะเรียบเนียนปานกลาง

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของไอศกรีมเสริมจำปาดะที่แตกต่างกัน 2 สูตร

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ปริมาณจำปาดะ 2 สูตร					
	ปริมาณจำปาดะร้อยละ 40			ปริมาณจำปาดะร้อยละ 60		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ	$\bar{X}$	S.D	ระดับคุณภาพ
สี	4.56	.56	ดีมาก	4.32	.69	ดี
กลิ่น	4.78	.64	ดีมาก	4.82	.57	ดีมาก
รสชาติ	4.87	.59	ดีมาก	4.65	.68	ดีมาก
เนื้อสัมผัส (ความเนียน)	4.21	.64	ดี	4.92	.87	ดีมาก

จากตารางที่ 3 พบว่า คุณภาพทางประสาทสัมผัสที่มีปริมาณจำปาดะร้อยละ 40 สีกลิ่นและรสชาติอยู่ในระดับดีมาก เนื้อสัมผัสมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ส่วนคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่มีปริมาณจำปาร้อยละ 60 สีมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี กลิ่นและเนื้อสัมผัสมีค่าเฉลี่ยดีมาก

2) ผลการทดลองลักษณะทางกายภาพปริมาณจำปาดะที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมเสริมจำปาดะที่แตกต่างกัน 2 สูตร

ร้อยละ 40

ร้อยละ 60

ภาพที่ 1 ไอศกรีมเสริมจำปาดะที่แตกต่างกัน 2 สูตร

ตารางที่ 4 ลักษณะทางกายภาพของปริมาณจำปาดะที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมเสริมจำปาดะ ที่แตกต่างกัน 2 สูตร

ลักษณะทางกายภาพ	ปริมาณจำปาดะที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเสริมจำปาดะ	
	ปริมาณจำปาดะร้อยละ 40	ปริมาณจำปาดะร้อยละ 60
สี	เหลืองอ่อน	เหลืองทอง
กลิ่น	มีกลิ่นจำปาดะ	มีกลิ่นจำปาดะ
รสชาติ	หวาน	หวานมัน
เนื้อสัมผัส (ความเนียน)	มีลักษณะเรียบเนียนน้อย	มีลักษณะเรียบเนียนปานกลาง

จากตารางที่ 4 พบว่า ลักษณะทางกายภาพที่มีปริมาณเนื้อจำปาดะร้อยละ 40 มีลักษณะสีเหลืองอ่อน มีลักษณะกลิ่นเป็นกลิ่นจำปาดะ มีลักษณะรสชาติหวาน และเนื้อสัมผัส (ความเนียน) มีลักษณะเรียบเนียนน้อย ส่วนลักษณะทางกายภาพที่มีปริมาณเนื้อจำปาร้อยละ 60 มีลักษณะสีเหลืองทอง มีลักษณะกลิ่นเป็นกลิ่นจำปาดะ มีลักษณะรสชาติหวานมัน และเนื้อสัมผัส (ความเนียน) มีลักษณะเรียบเนียนปานกลาง

5.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคไอศกรีมเสริมจำปาดะที่มีต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่มีปริมาณจำปาดะร้อยละ 60

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคไอศกรีมเสริมจำปาดะ (N=50)

ลักษณะที่ทดสอบ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
สี	4.32	.69	มาก
กลิ่น	4.82	.57	มากที่สุด
รสชาติ	4.65	.68	มากที่สุด
เนื้อสัมผัส (ความเนียน)	4.92	.87	มากที่สุด
ความชอบโดยรวม	4.68	.56	มากที่สุด

จากตารางที่ 5 ผลการทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคไอศกรีมเสริมจำปาดะ สีของไอศกรีมมีค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจมาก กลิ่นของไอศกรีมมีค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจมากที่สุด รสชาติของไอศกรีมมีค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจมากที่สุด เนื้อสัมผัส (ความเนียน) ของไอศกรีมมีค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจมากที่สุด และความชอบโดยรวมมีค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจมากที่สุด

6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 ผลการศึกษาสูตรไอศกรีมเสริมจำปาดะ พบว่า ส่วนผสมเนื้อจำปาดะที่เสริมลงไปในไอศกรีม 2 สูตร คือร้อยละ 40 จะผสมจำปาดะลงไป 28.57 กรัม และร้อยละ 60 จะผสมจำปาลงไป 37.50 กรัม ของน้ำหนัก ลักษณะทางกายภาพที่มีปริมาณเนื้อจำปาดะร้อยละ 40 มีลักษณะสีเหลืองอ่อนมีลักษณะกลิ่นเป็นกลิ่นจำปาดะ มีลักษณะรสชาติหวานและเนื้อสัมผัส (ความเนียน) มีลักษณะเรียบเนียนน้อย ส่วนลักษณะทางกายภาพที่มีปริมาณเนื้อจำปาดะร้อยละ 60 มีลักษณะสีเหลืองทอง มีลักษณะกลิ่นเป็นกลิ่นจำปาดะ มีลักษณะรสชาติหวานมัน และเนื้อสัมผัส (ความเนียน) มีลักษณะเรียบเนียนปานกลาง ผลการวิจัยการศึกษาสูตรไอศกรีมเสริมจำปาดะ พบว่า ส่วนผสมเนื้อจำปาดะที่เสริมลงไปในไอศกรีม 2 สูตร ส่วนที่ผู้บริโภคชอบมากที่สุดเป็นสูตรที่ 2 ที่มีปริมาณเนื้อของจำปาดะที่มากกว่าทำให้ผู้บริโภคนิยมรับประทานกัน คุณภาพทางประสาทสัมผัสที่มีปริมาณจำปาดะที่มีส่วนผสมในสูตรที่ 1 สีมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก กลิ่นมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด รสชาติมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด เนื้อสัมผัสมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด และความชอบโดยรวมมีค่าเฉลี่ยในระดับมากที่สุด ส่วนคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่มีปริมาณจำปาดะในสูตรที่ 2 สีมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก กลิ่นมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาที่สุด รสชาติมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด เนื้อสัมผัสมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด และความชอบโดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ลักษณะทางกายภาพที่มีปริมาณเนื้อจำปาดะในสูตรที่ 1 มีลักษณะสีเหลืองอ่อนมีลักษณะกลิ่นเป็นกลิ่นจำปา มีลักษณะรสชาติหวาน และเนื้อสัมผัส (ความเนียน) มีลักษณะเรียบเนียนน้อย ส่วนลักษณะทางกายภาพที่มีปริมาณเนื้อจำปาในสูตรที่ 2 มีลักษณะสีเหลืองทองมี

ลักษณะกลิ่นเป็นกลิ่นจำปา มีลักษณะรสชาติหวานมันและเนื้อสัมผัส (ความเนียน) มีลักษณะเรียบเนียนปานกลาง ผลการวิจัยการศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคไอศกรีมเสริมจำปาดะ ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นผู้บริโภคไอศกรีมเสริมจำปาดะทั้งหมดจำนวน 50 คน เป็นเพศชาย จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 44 และเพศหญิงจำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 56 อายุของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า สถานะของผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นนักเรียนระดับ ปวช. คิดเป็นร้อยละ 50 นักศึกษาระดับ ปวส. คิดเป็นร้อยละ 34 ครูคิดเป็นร้อยละ 10 และบุคลากรทางการศึกษา คิดเป็นร้อยละ 6 ตามลำดับ

6.2 ความพึงพอใจของผู้บริโภคไอศกรีมเสริมจำปาดะ พบว่า ผลการทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคไอศกรีมเสริมจำปาดะ สีของไอศกรีมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด กลิ่นของไอศกรีมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด รสชาติของไอศกรีมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด เนื้อสัมผัส (ความเนียน) ของไอศกรีมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด และความชอบโดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1) ควรศึกษาการคงตัวและอายุการเก็บรักษาของไอศกรีมเสริมจำปาดะ

2) ศึกษาการนำจำปาดะมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ขนมไทยชนิดอื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

[1] Varnam, A. H. and Sutherland, J. P. (1994). Milk and Milk Products : Technology, Chemistry and microbiology. London: Chapman & Hall.

[2] เจตนา พิสุทธิ์. (2538). ครัวไอศครีมไอติม. ปีที่ 1 ฉบับที่ 11. หน้า 77 – 79.

[3] นิดดา หงส์วิวัฒน์ และทวีทอง หงส์วิวัฒน์. (2550). จำปาดะในผลไม้ 111 ชนิด คุณค่าอาหารและการกิน : กรุงเทพมหานคร. แสงแดด.

ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2561

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ข้าวเพื่อสุขภาพ

Development of Rice Cracker for Health

ณัฐนันท์ ชุมแก้ว[1] บัญชา พุทธวาศรี[2] และสรัญญา สิทธิโชติพงศ์[3]
Nathanan Chumkaew[1] Buncha Puthawasri[2] and Sarunya Sittichotipong[3]

[1] ศึกษานิเทศก์เชี่ยวชาญ ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีวศึกษาภาคใต้ E-mail: Nutchita@gmail.com

[2] ครูชำนาญการ แผนกวิชาอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยอาชีวศึกษาสงขลา E-mail: Buncha@gmail.com

[3] ครูชำนาญการ แผนกวิชาสามัญ วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ E-mail: Sarunya@gmail.com

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ข้าวเพื่อสุขภาพ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาปริมาณชอตเท็นนิ่งน้ำมันรำข้าวทดแทนเนยในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ 2) ศึกษาอัตราส่วนของไฮโดรคอลลอยด์เมล็ดแฟลกซ์และไข่ขาวที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ข้าวเพื่อสุขภาพ และ 3) ศึกษาคุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เพื่อสุขภาพที่พัฒนาได้ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน 1) การเติมปริมาณชอตเทนนิ่งน้ำมันรำข้าวแทนเนย ร้อยละ 0 20 40 60 และ 80 (ของน้ำหนักข้าวพอง) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวิธี 9-Point Hedonic Scaling Test โดยผู้ชิมไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน พบว่าผู้ทดสอบให้ความชอบสูตรแครกเกอร์ที่ทดแทนเนยด้วยชอตเทนนิ่งน้ำมันรำข้าวร้อยละ 60 มากที่สุดทุกปัจจัย 2) อัตราส่วนไฮโดรคอลลอยด์เมล็ดแฟลกซ์และไข่ดาว 5 อัตราส่วน คือ 1:1 1:3 3:1 4:0 และ 0:4 รวม 5 สิ่งทดลอง ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวิธี 9-Point Hedonic Scaling Test โดยผู้ชิมที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 10 คน พบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับอัตราส่วน 1:1 มากกว่าอัตราส่วนอื่นๆ และ 3) ผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ มีค่า Aw 0.382 องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใยและเถ้า คาร์โบไฮเดรตและพลังงาน ร้อยละ 2.78 23.27 3.44 2.59 3.87 และ 67.92 ตามลำดับ ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค Central Location Test กับผู้บริโภคจำนวน 150 คน ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบระดับ 9 คะแนน ใช้แครกเกอร์ข้าวจาก 4 ชนิด ได้แก่ ข้าวกล้อง ข้าวหอมนิล ข้าวหอมแดง และข้าวสังข์หยด พบว่าแครกเกอร์จากข้าวทุกชนิดได้รับการยอมรับทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส แตกต่างกัน โดยในด้านความชอบรวม แครกเกอร์ข้าวไรซ์เบอรี่และข้าวหอมนิลได้รับคะแนนความชอบรวม 8.24 และ 8.11 ตามลำดับ มากกว่าแครกเกอร์ข้าวกล้องและข้าวหอมแดง

คำสำคัญ : ข้าวพองไร้น้ำมัน แครกเกอร์ ข้าวเพาะงอก

Abstract

The objectives of this research are (1) to study the amount of rice bran oil shortening substituted for butter in the rice cracker product, (2) to study the ratio of hydrocolloid of flax seeds and egg white proper to develop the rice cracker product for health and (3) to study the quality and acceptance of consumers towards the developed rice cracker product for health. The research consists of three steps as follows: 1) to add the amount of rice bran oil shortening substituted for butter by 0, 20 and 40, 60 and 80 percent (of the weight of rice crackers); its quality of sense was evaluated by the 9-point hedonic scaling test, and the product was tasted by 30 unprofessional participants –it was found that 60 percent of the participants preferred the product substituted the rice bran oil shortening for butter, 2) the hydrocolloid of flax seeds and egg white were divided into 5 ratios (1:1, 1:3. 3:1, 4:0 and 0:4); its quality of sense was evaluated by the 9-point hedonic scaling test, and the product was tasted by 10 professional participants –it was found that the ratio 1:1 was the most accepted, and 3) the rice cracker product had the value of Aw of 0.382; the chemical elements were humidity, protein, fat, fiber and carbohydrate ash and energy equal to 2.78 percent, 23.27 percent, 3.44 percent, 2.59 percent, 3.87 percent and 67.92 percent, respectively. According to the result of acceptance of consumers from Central Location Test and of 150 consumers by the 9-point scaling method, using the four different kinds of rice crackers: brown rice, black jasmine rice (Hom Nil), red jasmine rice (Home Daeng) and Sangyod brown rice, it was found that all of the crackers were differently accepted in its color, smell, flavor and texture. In the total preference, the products by Thai Riceberry and Hom Nil Rice had the scores of 8.24 and 8.11, respectively, higher than the products by brown rice and Hom Daeng Rice.

Keywords : Oil-Free Rice Cracker, Cracker, Germinated Rice

1. บทนำ

แครกเกอร์ จัดอยู่ในกลุ่มสินค้าประเภทขนมปังกรอบและขนมขบเคี้ยวที่ผลิตจากแป้งสาลี มีลักษณะเป็นขนมปังแผ่นบาง กรอบเบา เปราะ ซึ่งเป็นผลจากการที่มีเนื้อสัมผัสขึ้นฟูเป็นชั้น ซึ่งเป็นลักษณะที่ดีของแครกเกอร์ที่ผลิตจากแป้งสาลี ซึ่งผู้บริโภคนิยมและคล้ายกับบิสกิต และคุกกี้ เมื่อพิจารณาตามส่วนผสม วิธีการทำ รูปร่างและขนาด [1] ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ในกลุ่มขนมปังกรอบมีการขยายตัวทางการตลาดเพิ่มมากขึ้น ตลาดแครกเกอร์หรือขนมปังกรอบในประเทศไทยมีมูลค่ากว่า 1 หมื่นล้านบาท และมีความเติบโตขึ้นมากกว่าร้อยละ 15 มาตลอด 3 ปี โดยแนวโน้มของผู้บริโภคจะให้ความสำคัญกับผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลดีต่อสุขภาพ แต่เนื่องจากแครกเกอร์มีแป้งสาลีและเนยเป็นส่วนผสมหลัก ซึ่งเป็นสินค้าที่นำเข้าจากต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ มีราคาแพง [2] และแป้งสาลีมีโปรตีน ได้แก่ กลูเตนที่เป็นโปรตีนหลักในการทำให้โดแครกเกอร์มีความแข็งแรง ยืดหยุ่นดี สามารถเก็บกักน้ำและก๊าซได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์แครกเกอร์มีลักษณะกรอบ เปราะ ขึ้นฟูเป็นชั้น [3] แต่กลูเตนส่งผลต่อสุขภาพกล่าวคือ ผู้ที่ป่วยเป็นโรคระบบภูมิคุ้มกันทำงานผิดปกติ และกลุ่มผู้สูงอายุที่ระบบการย่อยทำงานได้ช้าลง และกลุ่มผู้แพ้กลูเตน ประกอบกับในการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบนิยมใช้เนยขาวและมาการีนเป็นแหล่งของไขมันแทนเนยสดเพื่อลดค่าใช้จ่าย แต่โดย

ทั่วไปแล้วทั้งเนยขาวและมาการีนจะผ่านกรรมวิธีที่ก่อให้เกิดไขมันทรานส์ (Transfat) ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ผลิตขึ้นโดยการทำให้น้ำมันข้นขึ้นจนเป็นของแข็งจากกระบวนการเติมไฮโดรเจน (Hydrogenation) ซึ่งผลจากกระบวนการนี้ทำให้กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่อยู่ในโมเลกุล อะตอมของไฮโดรเจนหรือหมู่ที่เกาะอยู่กับคาร์บอน มีโอกาสเรียงตัวได้แตกต่างกัน เกิดไอโซเมอร์ (Geometric Isomerism) ทำให้กรดไขมันที่พบตามธรรมชาติซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในรูปของซีส (Cis-form) อะตอมไฮโดรเจนเรียงตัวอยู่ด้านเดียวกันเกิดการเรียงอยู่ด้านตรงกันข้ามของพันธะคู่ 2 เรียกว่า รูปทรานส์ (Tran–form) [4] จากการวิจัยพบว่าการรับประทานน้ำมันหรือไขมันในรูปของทรานส์มากจะทำให้ไขมัน LDL (Low Density Lipoprotein) ในเลือดเพิ่มขึ้น [4] ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงทำให้เกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ในการทำเบเกอรี่ที่ต้องการประหยัดเนยสดและผลิตภัณฑ์จากนม มักจะทดแทนด้วยเนยขาวและมาการีน

การบริโภคในปัจจุบันที่เน้นเรื่องของสุขภาพมากขึ้น ผู้วิจัยจึงพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ข้าวเพื่อสุขภาพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตร โดยศึกษาการเติมชอตเทนนิ่งน้ำมันรำข้าวเพื่อทดแทนเนยหรือมาการีนในสูตรแครกเกอร์ข้าวพองไร้น้ำมันจากข้าวเพาะงอก และศึกษาอัตราส่วนของไฮโดรคอลลอยด์จากเมล็ดแฟลกซ์และไข่ขาวเพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสและเพิ่มคุณค่าทางอาหารแก่ผลิตภัณฑ์

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาปริมาณชอตเท็นนิ่งน้ำมันรำข้าวทดแทนเยนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ข้าว

2.2 เพื่อศึกษาอัตราส่วนของไฮโดรคอลลอยด์เมล็ดแฟลกซ์และไข่ขาวที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ข้าวเพื่อสุขภาพ

2.3 เพื่อศึกษาคุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เพื่อสุขภาพที่พัฒนาได้

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาปริมาณชอตเท็นนิ่งน้ำมันรำข้าวในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ข้าวเพื่อสุขภาพ เตรียมข้าวพองไร้น้ำมันและส่วนผสมแครกเกอร์ด้วยวิธีการของณัฐนันท์ ชุมแก้ว [5] โดยการนำข้าวกล้องเพาะงอก 500 กรัม แช่ในน้ำ 1 ลิตร เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หุงให้สุกด้วยหม้อหุงข้าวไฟฟ้า รอให้เย็น ตักใส่ถุงพลาสติกนำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ - 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำมาเกลี่ยในถาดวางในตู้เย็น 1 คืน จากนั้นอบให้แห้ง และทำให้พองด้วยเครื่องทำข้าวพองระบบลมร้อน ชั่งส่วนผสมๆ ซึ่งประกอบด้วย ข้าวพองไร้น้ำมัน น้ำตาลโตนด เกลือ ผงฟู ในปริมาณ 100 40 5 และ 3 กรัม ตามลำดับ และเม็ดมะม่วงหิมพานต์ 20 กรัม ศึกษาปริมาณชอตเทนนิ่งน้ำมันรำข้าวร้อยละ 0 20 40 60 และ 80 (ของน้ำหนักข้าวพองจากข้าวไรซ์เบอรี่) ตีในเครื่องผสม เติมข้าวพอง 100 กรัม ผสมให้เข้ากันเติม น้ำตาล ไข่ขาว ผงฟู ปริมาณ 50 20 2.5 และ 1.5 กรัม และเม็ดมะม่วงหิมพานต์ 10 กรัม ผสมให้เข้ากันพักทิ้งไว้ ประมาณ 20 นาที ตักใส่พิมพ์กลม นำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยวิธี 9-Point Hedonic Scaling Test ทำการประเมินโดยผู้ชิมไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน เพื่อคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุด มีเกณฑ์การให้คะแนน คือ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉย 6 = ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด การประเมินผลทางสถิติ นำข้อมูลเพื่อหาความแตกต่างทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT

3.2 ศึกษาอัตราส่วนไฮโดรคอลลอยด์เมล็ดแฟลกซ์และไข่ขาวที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์

ข้าวทดลองแปรระดับของเจลไฮโดรคอลลอยด์เมล็ดแฟลกซ์และไข่ขาว 5 อัตราส่วน คือ 1:1 1:3 3:1 4:0 และ 0:4 (ปริมาณเมล็ดแฟลกซ์ต่อไข่ขาว 20:20 10:30 30:10 40:0 และ 0:40 กรัม) รวม 5 สิ่งทดลอง ต่อข้าวพองไร้น้ำมัน 100 กรัม โดยการนำเมล็ดแฟลกซ์มาบดละเอียดเติมน้ำอุ่น 50 มิลลิลิตร ผสมกับไข่ขาวจนเป็นเนื้อเดียวกัน เตรียมส่วนผสมของแครกเกอร์ข้าวตามสูตรและวิธีการที่คัดเลือกได้จากข้อ 1 ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ ทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยวิธี 9-Point Hedonic Scaling Test มีเกณฑ์การให้คะแนนคือ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉย 6 = ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด โดยผู้ชิมที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 10 คน นำข้อมูลเพื่อหาความแตกต่างทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT

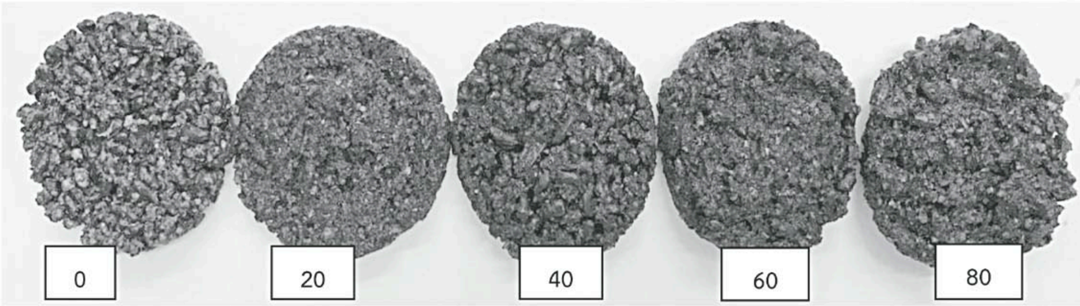
3.3 ศึกษาคุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เพื่อสุขภาพที่พัฒนาได้

1) ส่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการผลิต ตรวจวิเคราะห์คุณภาพตามเกณฑ์ มผช. 1239/2549 ขนมข้าวกรอบ ณ ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมการเกษตรเพื่อการส่งออก มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประเมินคุณภาพด้านเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใยและเถ้า (AOAC, 2000) คาร์โบไฮเดรตและพลังงาน (โดยวิธีคำนวณ) การประเมินคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Aerobic Plate Count) ตามวิธี BAM (2001) ปริมาณยีสต์และราทั้งหมด (Total Yeasts and Molds Count) ตามวิธี AOAC (2010)

2) ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ข้าวที่พัฒนาได้ โดยการใช้ข้าวเพาะงอก 4 ชนิด ได้แก่ ข้าวกล้อง ข้าวหอมแดง ข้าวหอมนิล และข้าวไรซ์เบอรี่ โดยใช้แบบสอบถาม แบบ Central Location Test (CLT) กับผู้บริโภคจำนวน 150 คน ช่วงอายุ 15–70 ปี แบ่งเป็นผู้บริโภคทั่วไป 50 คน และผู้สูงอายุ 100 คน (กลุ่มสมาคมเครือข่ายอาหารผู้สูงอายุ วัดโพธิ์ อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา และกลุ่มผู้สูงอายุ โรงพยาบาลสงขลา) ในระหว่างวันที่ 23-28 พฤศจิกายน 2560 ถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค สอบถามการยอมรับผลิตภัณฑ์ และความคิดเห็นที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ประมวลผลโดยการแจกแจงความถี่และคำนวณค่าเฉลี่ย

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลของปริมาณชอตเท็นนิ่งน้ำมันรำข้าวในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ข้าวการทดแทนเนยด้วยชอตเท็นนิ่งน้ำมันรำข้าวร้อยละ 0 20 40 60 และ 80 ของน้ำหนักข้าวพองประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ข้าวอบกรอบ ทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยวิธี 9-Point Hedonic Scaling Test ผลการประเมินพบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนแตกต่างกัน ผลิตภัณฑ์แครกเกอร์จากข้าวพองไร้น้ำมันที่ทดแทนเนยด้วยชอตเท็นนิ่งน้ำมันรำข้าวทั้ง 5 ระดับ มีคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมแตกต่างกันทุกปัจจัย ดังตารางที่ 1 โดยมีคะแนนความชอบรวมอยู่ระหว่าง 4.00 5.50 6.48 7.50 และ 5.33 ตามลำดับ โดยการเติมร้อยละ 60 มีคะแนนมากที่สุดอยู่ในช่วงชอบปานกลาง การไม่เติมชอตเท็นนิ่งเลยร้อยละ 0 คะแนนน้อยที่สุดและเพิ่มขึ้นตามลำดับ แต่เมื่อเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 80 คะแนนความชอบรวมลดลง แสดงว่าการเติมชอตเท็นนิ่งน้ำมันรำข้าวสามารถเติมเพื่อทดแทนเนยได้ในปริมาณร้อยละ 60 การเติมปริมาณน้อยทำเนื้อสัมผัสหยาบ กระด้าง เมื่อเติมมากผลิตภัณฑ์มีความมันมาก ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แครกเกอร์ข้าวไรซ์เบอรี่ที่ใช้ซอตเทนนิ่งน้ำมันรำข้าวต่างกัน

ตารางที่ 1 คุณภาพทางประสาทสัมผัสแครกเกอร์ข้าวไรซ์เบอรี่ที่ใช้ชอตเท็นนิ่งน้ำมันรำข้าวทดแทนเนย

ปริมาณชอตเท็นนิ่ง	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
0	5.20±1.62c	4.30±1.20c	3.93±0.83cd	3.93±1.89c	4.00±1.28d
20	5.36±1.42c	5.90±1.39b	4.50±0.74c	4.50±0.94b	5.50±1.01c
40	6.40±1.67b	6.83±1.16a	6.96±0.90b	6.97±1.51a	6.48±1.38b
60	7.36±1.92a	6.90±1.39a	7.50±0.80a	7.15±1.38a	7.50±1.80a
80	5.84±1.70b	5.80±1.20b	7.13±1.67b	5.10±1.14b	5.33±1.49c

ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)
ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=30)

ผลิตภัณฑ์แครกเกอร์จากข้าวพองไรซ์เบอรี่ไร้น้ำมันที่ทดแทนเนยด้วยชอตเท็นนิ่งน้ำมันรำข้าว การเติมชอตเท็นนิ่งน้ำมันรำข้าวสามารถเติมเพื่อทดแทนเนยได้ในปริมาณร้อยละ 60 ของน้ำหนักข้าวพอง การเติมปริมาณน้อยทำเนื้อสัมผัสหยาบ กระด้าง มีความเป็นรูพรุนน้อยและสีเข้ม เมื่อเติมมากขึ้นจะส่งผลให้ส่วนผสมเหลวเมื่ออบให้ความร้อนขณะอบ ผลิตภัณฑ์มีความมันมาก ส่งผลให้คะแนนลดลง สอดคล้องกับสุชาดา ไม้สนธิ์ และ ขวัญชัย คูเจริญไพศาล [6] พัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์จากข้าวกล้องหอมมะลิ และข้าวแดง (อังคัก) โดยการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องหอมมะลิที่ร้อยละ 0 10 20 30 และ 40 (ของน้ำหนักแป้งสาลีทั้งหมด) ผลการทดลองพบว่า การทดแทน แป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องหอมมะลิส่งผลให้แครกเกอร์ มีอัตราการขยายตัวลดลงและคะแนนความชอบจะลดลงด้วย

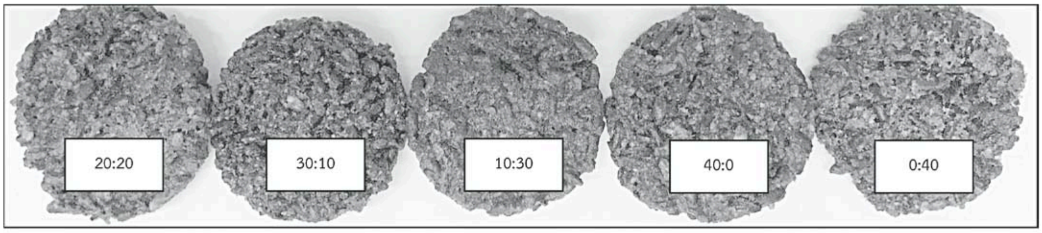
4.2 ผลของปริมาณไฮโดรคอลลอยด์เมล็ดแฟลกซ์และไข่ขาวที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ข้าว ผลิตภัณฑ์แครกเกอร์จากข้าวพองไรซ์เบอรี่ไร้น้ำมันที่เติมไข่ขาวและไฮโดรคอยลอยด์ทั้ง 5 ระดับ มีคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีคะแนนความชอบรวมอยู่ระหว่าง 5.38 6.70 7.53 7.72 และ 8.00 ตามลำดับ ดังตารางที่ 2 และภาพที่ 2 ซึ่งอยู่ในช่วงไม่ชอบเล็กน้อยถึงชอบมาก การเติมปริมาณโฮโดรคอลลอยด์เพียงอย่างเดียว ทำให้คะแนนจากการทดสอบ ค่าสี กลิ่น รสชาติ ลดลง แต่ไม่มีผลต่อเนื้อสัมผัส การเติมไข่ขาวเพียงอย่างเดียวคะแนนการลดลงทุกปัจจัย เมื่อนำมารวมกันในผลิตภัณฑ์จะทำให้ความชอบของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น และการเติมในอัตราส่วนเท่ากันผู้ทดสอบให้คะแนนในด้านความขอบรวมมากที่สุด 8.00 อยู่ในระดับชอบมากแสดงว่าการเติมไฮโดรคอยลอยด์เมล็ดแฟลกซ์และไข่ขาว

ในอัตราส่วน 1:1 ในสูตร 40 กรัมจะทำให้ส่วนผสมเข้ากันดีส่งผลให้สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส เป็นที่ยอมรับ ส่วนการเติมในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน การเติมเจลเมล็ดแฟลกซ์มากจะทำให้เนื้อสัมผัสกรอบร่วนแต่แครกเกอร์มีสีเข้มและกลิ่นหอมน้อยลง การเติมไข่ขาวในปริมาณมากกว่าเมล็ดแฟลกซ์กลิ่นจะหอมกว่า แต่เนื้อสัมผัสแน่นและความร่วนของผลิตภัณฑ์ลดลง เช่นเดียวกับการเติมเจลเมล็ดแฟลกซ์หรือไข่ขาวเพียงอย่างเดียว จะทำให้คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ด้อยกว่าการเติมรวมกันในอัตราส่วนเท่ากัน

ตารางที่ 2 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสแครกเกอร์ที่เติมไฮโดรคอลลอยด์เมล็ดแฟลกซ์และไข่ขาวแตกต่างกัน

ปริมาณเมล็ดแฟลกซ์/ไข่ขาว	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
20:20	7.93±0.74[a]	7.78±0.9[a]	7.97±0.43[a]	7.83±0.63[a]	8.00±0.61[a]
10:30	7.56±0.57[a]	7.63±0.43[a]	7.85±0.62[ab]	6.50±0.96[b]	7.72±0.66[a]
30:10	7.53±0.55[a]	7.53±0.62[a]	7.67±0.77[ab]	6.70±0.74[b]	7.53±0.82[a]
40:0	5.10±0.39[b]	7.00±0.66[b]	7.00±0.64[b]	7.97±0.67[a]	5.38±0.60[c]
0:40	5.10±0.47[b]	6.53±0.52[c]	7.03±0.47[b]	6.90±0.62[b]	6.70±0.9[b]

ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)
ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=10)



ภาพที่ 2 แครกเกอร์ข้าวที่เติมเมล็ดแฟลกซ์ต่อไข่ขาว 20:20 10:30 30:10 40:0 และ 0:40 กรัม

ผลิตภัณฑ์แครกเกอร์จากข้าวพองไร้น้ำมันที่เติมไฮโดรคอยลอยด์เมล็ดแฟลกซ์และไข่ขาว ในอัตราส่วน 1:1 ปริมาณร้อยละ 20 ของน้ำหนักข้าวพองจะทำให้ส่วนผสมเข้ากันดีส่งผลให้สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส เป็นที่ยอมรับระดับชอบมาก การเติมเจลเมล็ดแฟลกซ์มากจะทำให้เนื้อสัมผัดกรอบ ร่วน แต่แครกเกอร์มีสีเข้มและกลิ่นหอมน้อยลง การเติมไข่ขาวในปริมาณมากกว่าเมล็ดแฟลกซ์กลิ่นจะหอมกว่า แต่เนื้อสัมผัสแน่นความร่วนของผลิตภัณฑ์ลดลง ดังนั้นการเติมไฮโดรคอยลอยด์ของเมล็ดแฟล็กซ์และไข่ขาวควรเติมในอัตราส่วนเท่ากันจึงจะทำให้คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ สอดคล้องกับ [7] พัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังและเค้กปราศจากกลูเตนและไขมันทรานส์จากแป้งข้าวหอมมะลิ ศึกษาการทำขนมปังหวานและเค้กชิฟฟอนจากแป้งข้าวหอมมะลิที่ปราศจากกลูเตนและไขมันทรานส์ ทดลองทำขนมปังหวานแป้งข้าวหอมมะลิ โดยใช้แซนแทนกัม (Xanthan Gum) กัวร์กัม (Gua Gum) และเพคติน (Pectin) เป็นสารยึดเกาะ พบว่าลักษณะขนมปังที่ทำจากแป้งข้าวหอมมะลิมีเปลือกและเนื้อในค่อนข้างแข็ง คุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้คะแนนความชอบอยู่ในช่วงไม่ชอบเล็กน้อยถึงเฉยๆ

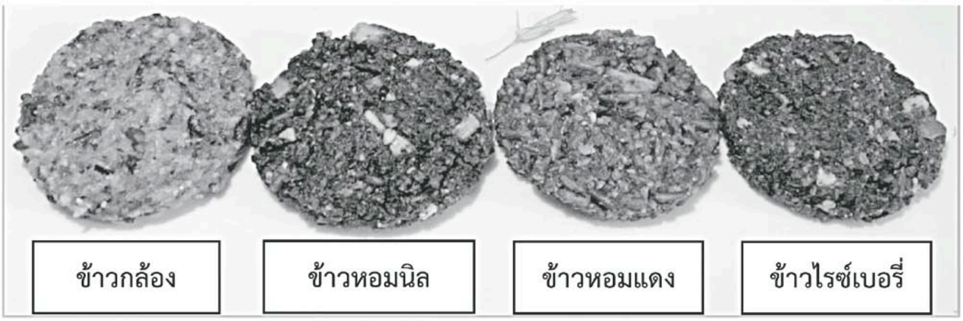
4.3 คุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เพื่อสุขภาพที่พัฒนาได้

1) องค์ประกอบด้านเคมีและจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ข้าวคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้านเคมีมีค่า Aw 0.382 องค์ประกอบ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใยและเถ้า (AOAC, 2000) คาร์โบไฮเดรตและพลังงาน ร้อยละ 2.78 23.27 3.44 2.59 3.87 และ 67.92 ตามลำดับ ด้านจุลชีววิทยา ตามเกณฑ์ มผช.1239/2549 ขนมข้าวกรอบ มีปริมาณไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 องค์ประกอบด้านเคมีและจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ข้าว

องค์ประกอบเคมี	ผลวิเคราะห์	จุลินทรีย์	ผลการวิเคราะห์
Aw	0.382	- Escherichia coli	< 3 MPN/g
Protein	2.78 g/100 g	- Staphylococcus aureus	< 3 MPN/g
Crude Fat	23.27 g/100 g	- Bacillus cereus	< 10 CFU/g
Moisture	3.44 g/100 g	- Salmonella spp.	Negative
Ash	2.59 g/100 g	- yeast and Mold	< 10 CFU/g
Crude Fiber	3.87 g/100 g	Total viable count	3.21x102 CFU/g
Carbohydrate	67.92g/100 g		
Energy	492.23 Kcal/100 g		

2) การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ที่พัฒนาได้ ผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ข้าวจากการใช้ข้าวเพาะงอก 4 ชนิด ได้แก่ ข้าวกล้อง ข้าวหอมนิล ข้าวหอมแดง และข้าวไรซ์เบอรี่ ดังภาพที่ 3 พบว่าแครกเกอร์ข้าวทุกชนิดได้รับการยอมรับทุกปัจจัยไม่มีความแตกต่างกันมากนัก โดยได้คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสี 7.83–7.92 (ชอบปานกลาง) ด้านกลิ่น 6.93–8.03 (ชอบเล็กน้อยถึงชอบมาก) ด้านรสชาติ 7.83–8.28 (ชอบปานกลางถึงชอบมาก) ด้านเนื้อสัมผัส 7.71–8.03 (ชอบปานกลางถึงชอบมาก) และ 8.00–8.24 (ชอบในระดับมาก) ตามลำดับ



ภาพที่ 3 แครกเกอร์ข้าว 4 ชนิด (ข้าวกล้อง ข้าวหอมนิล ข้าวหอมแดง และข้าวไรซ์เบอรี่)

ตารางที่ 4 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ข้าว 4 ชนิด

ชนิดข้าว	ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
ข้าวกล้อง	7.19±1.39	6.93±1.73	7.69±1.74	7.07±1.73	7.53±1.55
ข้าวหอมแดง	7.24±1.39	7.07±1.54	7.63±1.67	7.78±1.79	7.75±1.44
ข้าวหอมนิล	7.83±0.76	7.87±0.73	7.83±0.80	7.71±0.87	8.11±0.69
ข้าวไรซ์เบอรี่	7.92±0.71	8.03±0.80	8.28±0.72	8.03±0.83	8.24±0.68

จากการทดสอบความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อแครกเกอร์ข้าวทั้ง 4 ชนิด พบว่าข้าวไรซ์เบอรี่และข้าวหอมนิลได้รับคะแนนความชอบรวมในระดับ ชอบมาก คือ 8.24 และ 8.11 ตามลำดับ โดยข้าวไรซ์เบอรี่ได้คะแนนจากผู้ชิมชอบมากที่สุด เนื่องจากข้าวไรซ์เบอรี่พองตัวได้ดีที่สุดและมีรสชาติเค็มเล็กน้อยเมื่อผสมกับส่วนผสม ซึ่งมีน้ำตาลไข่ขาวและเจลเมล็ดแฟลกซ์ ทำให้มีรสกล่อมจึงได้เป็นรสชาติที่ดี มากกว่าข้าวหอมมะลิ ข้าวหอมแดง ข้าวนิล ซึ่งมีรสชาติหวานเล็กน้อยตามธรรมชาติ ส่วนส่วนแครกเกอร์ข้าวกล้องและข้าวหอมแดงได้รับคะแนนความชอบน้อยกว่า คะแนนความชอบรวมในระดับชอบเล็กน้อยคือ 7.53 และ 7.75 ตามลำดับในด้านความคิดเห็นพบว่า ผู้บริโภคร้อยละ 100 ตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ถ้ามีการวางจำหน่ายโดยมีข้อเสนอแนะที่ควรปรับปรุง คือ เนื้อสัมผัสควรนุ่มหรือกรอบนอกนุ่มในมากขึ้น บรรจุภัณฑ์ควรสวยงาม ดึงดูดผู้บริโภค

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 ผลิตภัณฑ์แครกเกอร์จากข้าวพองไร้น้ำมันที่ทดแทนเนยด้วยซอตเท็นนิ่งน้ำมันรำข้าวร้อยละ 60 ผู้ทดสอบให้คะแนนด้านประสาทสัมผัสมากที่สุด หากเติมน้อยทำให้กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสกระด้าง แต่การเติมมากเกินขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีความมันมากเกินไป

5.2 ผลิตภัณฑ์แครกเกอร์จากข้าวพองไร้น้ำมันที่เติมไข่ขาวและไฮโดรคอยลอยด์อัตราส่วน 1:1 ในปริมาณร้อยละ 20 ของน้ำหนักข้าวพองมีความเหมาะสม ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ผู้ทดสอบให้ความชอบมากที่สุด

5.3 ผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ มีค่า Aw 0.382 องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใยและเถ้าคาร์โบไฮเดรตและพลังงานร้อยละ 2.78 23.27 3.44 2.59 3.87 และ 67.92 ตามลำดับ มีปริมาณจุลินทรีย์ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด

ข้อเสนอแนะ

1) ผลจากการวิจัยข้าวพองไร้น้ำมันควรเพิ่มอัตราการพองตัวของข้าวให้มากขึ้น โดยการศึกษาเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่สามารถทำข้าวพองขนาดเล็กแทนเครื่องทำข้าวโพดคั่ว

2) ควรพัฒนาด้านบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ให้สามารถป้องกันและยืดอายุของผลิตภัณฑ์ได้และดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2538). มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุสาหกรรมขนมปังกรอบ. มอก. 742-2538. กรุงเทพมหานคร. กระทรวงอุตสาหกรรม.

[2] ฐานันท์ สุวรรณรักษ์. (2560). (ออนไลน์). เจาะลึกตลาดบิสกิตขนมชิ้นเล็กๆ ที่มีมูลค่าตลาดกว่า 13,000 ล้านบาท [สืบค้นเมื่อ 16 ตุลาคม 2560]. จาก : www.marketingoops.com/news/brand-move/ritz-cracker-new-product-2018/

[3] อรอนงค นัยวิกุล. (2538). คุณสมบัติและการเปลี่ยนแปลงของวัตถุดิบในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่และการคำนวณเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ขนมอบ. คณะอุตสาหกรรมเกษตร กรุงเทพมหานคร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

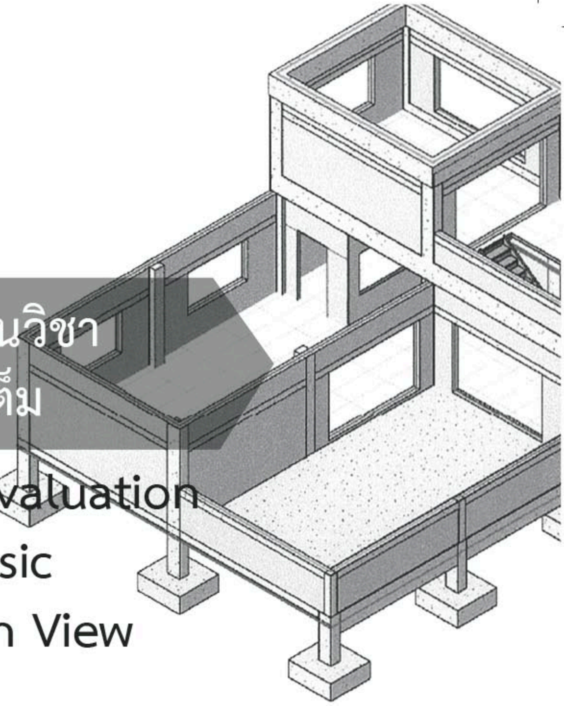
[4] นิธิยา รัตนาปนนท์. (2545). เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : โอ.เอส. พริ้นติ้งเฮ้าส์.

[5] ณัฐนันท์ ชุมแก้ว. (2560). การพัฒนาผลิตข้าวพองไร้น้ำมันเคลือบคาราเมลจำปาดะ. การประชุมทางวิชาการและเสนอผลงานวิจัย เทคนิคสุราษฎร์ธานีวิจัยสู่การพัฒนาองค์กรและท้องถิ่น. ครั้งที่ 7 วันที่ 24-25 สิงหาคม 2560. จังหวัดสุราษฎร์ธานี.

[6] สุชาดา ไม้สนธิ์ และ ขวัญชัย คูเจริญไพศาล. (2555). การพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์จากข้าวกล้องหอมมะลิและข้าวแดง (อังคัก). วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี Vol 7, No 2 (2012). 28-39.

[7] จันทร์เฉิดฉาย สังเกตุกิจ. (2559). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังและเค้กปราศจากกลูเตนและไขมันทรานส์จากแป้งข้าวหอมมะลิโดยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน : กรณีศึกษากลุ่มพัฒนาบทบาทสตรีตำบลเทพรักษา อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์. รายงานมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ งบประมาณคลินิกเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำปีงบประมาณ 2559.

บทความวิจัย



การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น เรื่องภาพตัดเต็ม

The Creation and Effectiveness Evaluation of Instructional Module in the Basic Technical Drawing for Full Section View

สุเทพ นุชิต
Suthep Nuchit

ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาเทคนิคพื้นฐาน วิทยาลัยเทคนิคพัทลุง E-mail: Jooksutep@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น เรื่องภาพตัดเต็ม ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 (2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียน (3) เพื่อประเมินความพึงพอใจของครูผู้สอนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น เรื่องภาพตัดเต็ม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง คือ นักเรียนแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคพัทลุง กลุ่ม 58 ชฟ.1-2 จำนวน 35 คน ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 และครูผู้สอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น จำนวน 5 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น เรื่องภาพตัดเต็ม แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบฝึกหัด ใบมอบหมายงานและแบบประเมินความคิดเห็น

ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น เรื่องภาพตัดเต็ม มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.71/ 87.42 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น เรื่องภาพตัดเต็ม สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ครูผู้สอนมีความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น เรื่องภาพตัดเต็มอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : ชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น ภาพตัดเต็ม

Abstract

The objectives of this research are (1) to create and evaluate the effectiveness of instructional module in the basic technical drawing for the full section view under the effective criteria of 80/80, (2) to compare the learning achievement of students of the scores from pre-tests and post-tests and (3) to evaluate the teachers' satisfaction in learning management by the instructional module in the basic technical drawing for the full section view. The samples that were purposively selected here are 35 students from the Department of Electrical Power, Phatthalung Technical College, Group 58 ChorFor. 1-2, the semester 1, the academic year 2015, and 5 teachers who teach Basic Technical Drawing Subject. The research tools are the instructional module in the basic technical drawing for the full section view, the pre-tests and the post-tests, the exercise, the worksheet and the evaluation form.

The research findings revealed that 1) the instructional module in the basic technical drawing for the full section view had the effectiveness of 80.71/87.42, 2) the learning achievement of students from post-tests by the instructional module in the basic technical drawing for the full section view was higher than the pre-tests at a statistically significant level of .05 and 3) the teachers' satisfaction in the learning management by the instructional module in the basic technical drawing for the full section view was at a high level.

Keywords : Instructional Module in Basic Technical Drawing, Full Section View

1. บทนำ

วิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น รหัสวิชา 2100-1001 เป็นวิชาเลือกอีกวิชาหนึ่งที่นักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม จะต้องเรียน ซึ่งครูผู้สอนจะต้องสอนภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ และเกิดทักษะในการมองชิ้นงานตามทิศทางเส้นแสดงแนวตัด และการเขียนภาพตัดเต็ม เนื้อหาการเขียนภาพตัดเต็มจะเป็นพื้นฐานสำคัญที่ครูผู้สอนจะต้องทำการถ่ายทอดไปยังนักเรียน และจะมีความสัมพันธ์ไปสู่การเขียนภาพตัดแบบอื่นๆ ซึ่งจากการเก็บข้อมูลของผู้วิจัย พบว่าเรื่องการเขียนภาพตัดเต็ม นักเรียนขาดความเข้าใจในการมองชิ้นงานตามทิศทางเส้นแสดงแนวตัด และเขียนภาพตัดเต็มได้ไม่ถูกต้อง ดังข้อมูลคะแนนของนักเรียนแผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ภาคเรียนที่ 1/2557 จำนวน 15 คน ซึ่งจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับ 3.80 และใบมอบหมายงานมีค่าคะแนนเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับ 4.73

จากผลคะแนนดังกล่าวของผู้เรียนซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ ผู้วิจัยจึงสร้างชุดการสอนเรื่องภาพตัดเต็ม เพื่อให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับทักษะและเทคนิคการจัดการเรียนรู้ [1] เพื่อให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2553 มาตราที่ 67 รัฐต้องส่งเสริมให้มีการวิจัยและพัฒนา การผลิตและการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา [2] และเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น จึงศึกษาหาวิธีการต่างๆ ทำให้ทราบว่าชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้นเรื่องภาพตัดเต็ม เพื่อให้นักเรียนได้มีความเข้าใจในการมองชิ้นงานตามทิศทางเส้นแสดงแนวตัด และเขียนภาพตัดเต็มได้ถูกต้อง ดังนั้นผู้วิจัยได้สร้างชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น รหัสวิชา 2100-1001 เรื่องภาพตัดเต็ม เพื่อใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) วิทยาลัยเทคนิคพัทลุง แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง กลุ่ม 1-2 จำนวน 35 คน ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 เพื่อให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น เรื่องภาพตัดเต็ม

2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้ชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น เรื่องภาพตัดเต็ม

2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของครูผู้สอน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น เรื่องภาพตัดเต็ม

3. สมมติฐานการวิจัย

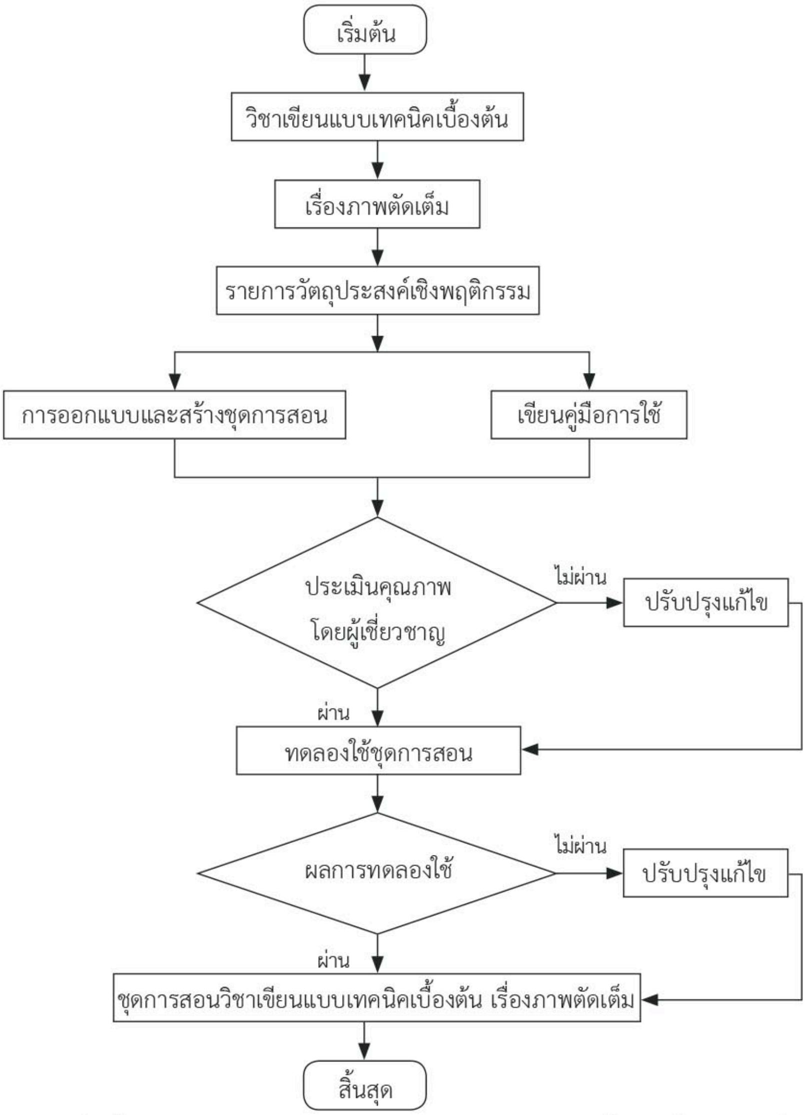
3.1 ชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น เรื่องภาพตัดเต็ม มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

3.2 นักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น เรื่องภาพตัดเต็ม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.3 ความพึงพอใจของครูผู้สอนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น เรื่องภาพตัดเต็ม อยู่ในระดับดีขึ้นไป

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น เรื่องภาพตัดเต็ม ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้ ดำเนินการจัดออกแบบสร้างชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น เรื่องภาพตัดเต็มตามภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการสร้างชุดการสอนการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น เรื่องภาพตัดเต็ม

4.1 สร้างชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น เรื่องภาพตัดเต็ม ซึ่งประกอบไปด้วย

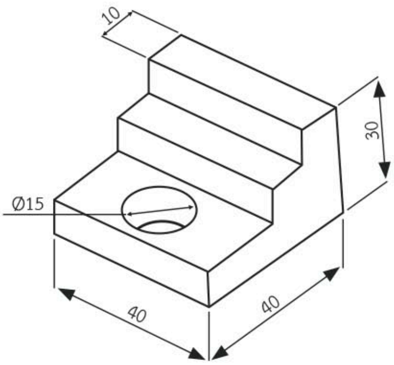
1) ใบเนื้อหา สร้างให้มีความสอดคล้องและตรงกับระดับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2) ใบมอบหมายงาน เป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาการเรียนรู้และพัฒนาทักษะการอ่านแบบเขียนแบบ ซึ่งได้สร้างให้มีความสอดคล้องกับใบเนื้อหาและตรงกับระดับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

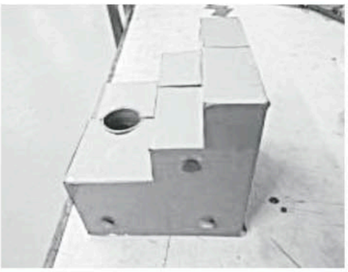
3) แบบฝึกหัด ได้สร้างขึ้นมาเพื่อเพิ่มเติมทักษะการอ่านแบบนอกเหนือเวลาเรียนในห้องเรียน

4) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ใช้แบบทดสอบชุดเดียวกัน

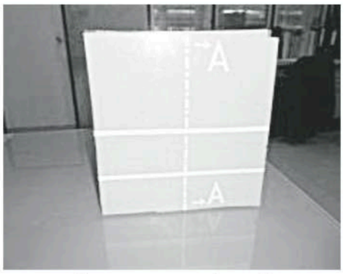
5) สร้างโมเดลภาพตัดเต็ม จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายกว่าการอ่านหรือการสอนโดยไม่มีสื่อประกอบ ผู้วิจัยจึงได้สร้างโมเดลภาพตัดเต็ม เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้ ดังภาพที่ 2 และภาพที่ 3



ภาพที่ 2 ลักษณะแบบโมเดลภาพตัดเต็ม



(ก) โมเดลภาพ 3 มิติ



(ข) เส้นแสดงแนวตัดที่ภาพด้านบ

(ค) โมเดลภาพตัดเต็มที่ทำการตัดครึ่ง

(ง) ลักษณะภาพตัดเต็มที่ภาพด้านข้าง

ภาพที่ 3 ลักษณะโมเดลภาพตัดเต็ม

ลักษณะโมเดลภาพตัดเต็ม สร้างขึ้นเป็นรูป 3 มิติ ตัวโมเดลภาพ 3 มิติ เป็นรูปทรงเหลี่ยม และส่วนประกอบภายในเป็นรูปทรงกระบอก ทำจากแผ่นพลาสติกชนิดอะคริลิกใส และท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว ปิดแถบแม่เหล็ก และปิดสติ๊กเกอร์ตามทิศทางการมองภาพตัดแต่ละด้าน และจะมีการแสดงแนวตัดด้วยหัวลูกศรแล้วเขียนกำกับด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษ เช่น A – A หรือ B – B เป็นต้น สติ๊กเกอร์สีที่ใช้เลือกตามความเหมาะสมให้เห็นความแตกต่างกันของการมองภาพแต่ละด้าน

4.2 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากรได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น รหัสวิชา 2100-1001 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 250 คน และครูผู้สอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น วิทยาลัยเทคนิคพัทลุง

2) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้มาโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง คือ

2.1) นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง กลุ่ม1-2 จำนวน 35 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558

2.2) ครูผู้สอนแผนกวิชาเทคนิคพื้นฐาน วิทยาลัยเทคนิคพัทลุง จำนวน 5 คน ที่ทำการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น รหัสวิชา 2100-1001 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) แบบประเมินความคิดเห็นของครูผู้สอน ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และต้องปรับปรุง [3]

2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือก [4]

4.4 การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

ในการสร้างผู้วิจัยได้ดำเนินการหาค่า IOC โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 10 ข้อ ซึ่งผลการประเมินค่า IOC พบว่ามีค่าความสอดคล้องวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทุกข้อมีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับ 1 และแบบประเมินความคิดเห็นของครูผู้สอน ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ได้ดำเนินการสร้างให้หัวข้อประเมินสอดคล้องกับเนื้อหาคลอบคลุมเรื่องภาพตัดเต็ม

4.5 วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ผู้วิจัยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้น คือ โมเดลภาพตัดเต็ม ใบเนื้อหา แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบฝึกหัด ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยทำการจัดการเรียนการสอน วิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น รหัสวิชา 2100–1001 เรื่องภาพตัดเต็ม ภาคเรียนที่ 1/2558 กับกลุ่มนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรมแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง กลุ่ม 1-2 จำนวน 35 คน ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง และนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยไปให้ครูผู้สอนจำนวน 5 คน ประเมินความคิดเห็นชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น เรื่องภาพตัดเต็มแล้วรวบรวมข้อมูลมาประมวลผลทางสถิติ

2) ทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจำนวน 20 ข้อ จากนั้นทำการจัดการเรียนรู้ตามลำดับโดยใช้ชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น เรื่องภาพตัดเต็ม ซึ่งประกอบไปด้วยใบเนื้อหาเมื่อจบกระบวนการแล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด เขียนใบมอบหมายงาน เรื่องภาพตัดเต็ม ทำการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียนชุดเดียวกัน ทำการเก็บข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ต่อไป

3) รวบรวมข้อมูลทั้งหมดมาดำเนินการประมวลผลทางสถิติ

4.6 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากการจัดการเรียนรู้เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติพื้นฐาน ที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง [5] ดังนี้ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t-test

5. ผลการวิจัย

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น เรื่องภาพตัดเต็ม ประกอบการจัดการเรียนรู้วิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น รหัสวิชา 2100-1001 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

5.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น เรื่องภาพตัดเต็ม

ประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น เรื่องภาพตัดเต็ม โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ย 80.71/87.42 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1

5.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้ชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น เรื่องภาพตัดเต็ม

ตารางที่ 1 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้โมเดลภาพตัดเต็ม ในการจัดการเรียนรู้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	จำนวน (คน)	$\bar{X}$	S.D.	t	P
ก่อนเรียน	35	5.69	1.32	32.31	< .05
หลังเรียน	35	1.14	1.14		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 1 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยโมเดลภาพตัดเต็ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 นั่นคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2

5.3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของครูผู้สอนที่มีต่อชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น เรื่องภาพตัดเต็ม

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ของครูผู้สอนที่มีต่อชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้นเรื่องภาพตัดเต็ม

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. การผลิตสื่อ			
1.1 สอดคล้องตรงตามหลักสูตรการเรียนการสอนรายวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น	4.48	.51	มาก
1.2 มีรายละเอียดคู่มือการใช้งาน	4.54	.56	มากที่สุด
1.3 มีความแข็งแรง	4.25	.56	มาก
ค่าเฉลี่ย	**4.42**	**.52**	**มาก**
2. คุณค่าของสื่อ			
2.1 เป็นสื่อที่ทำให้เนื้อหาบทเรียนที่ยุ่งยากซับซ้อน ดูเข้าใจง่ายและเรียนรู้ได้เร็วขึ้น	4.38	.62	มาก
2.2 เป็นสื่อที่เน้นให้นักเรียนและครูผู้สอน มีกิจกรรมร่วมกัน	4.42	.50	มาก
2.3 เป็นสื่อที่ดึงดูดความสนใจกับนักเรียน	4.46	.51	มาก
ค่าเฉลี่ย	**4.42**	**.54**	**มาก**
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.47**	**.55**	**มาก**

จากตารางที่ 2 พบว่า ความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น เรื่องภาพตัดเต็มอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาถึงความพึงพอใจของครูผู้สอนที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 3 ลำดับแรก คือ มีรายละเอียดคู่มือการใช้งาน รองลงมา คือ สอดคล้องตรงตามหลักสูตรการเรียนการสอนของรายวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น สำหรับความพึงพอใจของครูผู้สอนที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ด้านความแข็งแรง

6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจทั้งทฤษฎีและปฏิบัติ สามารถมองชิ้นงานตามทิศทางเส้นแสดงแนวตัด เขียนใบมอบหมายงานได้ถูกต้อง และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

6.1 ประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น เรื่องภาพตัดเต็ม โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ย 80.71/87.42 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80 แสดงให้เห็นว่าชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้นเรื่องภาพตัดเต็ม สามารถนำไปใช้พัฒนานักเรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้สูงขึ้นจริง

6.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น เรื่องภาพตัดเต็ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 นั่นคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียน

6.3 ความพึงพอใจของครูผู้สอนที่มีต่อการจัดการเรียนการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้นเรื่องภาพตัดเต็ม ภาพรวมอยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

ครูผู้สอนวิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น รหัสวิชา 2100-1001 ควรสร้างตัวอย่างโมเดลภาพตัดเต็ม ให้มีความหลากหลาย เพื่อใช้ประกอบในการจัดการเรียนรู้

เอกสารอ้างอิง

[1] ณรงค์ กาญจนะ. (2561). [ออนไลน์]. ทักษะและเทคนิคการจัดการเรียนรู้. [สืบค้นเมื่อ 12 ธันวาคม 2561] จาก : http://umiakesung.blogspot.com/p/blog-page_6355.html.

[2] คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (ม.ป.ป.). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542. และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ.2553. กรุงเทพมหานคร : พริกหวานกราฟิก.

[3] กฤษณ์ จันทร์แก้ว. (2560). ความพึงพอใจของนักเรียนในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. วิทยานิพนธ์ ปริญญาศิลปศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

[4] ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2550). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาศาสน์.

[5] พิชิต ฤทธิ์จำรูญ. (2552). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : เฮ้าท์ ออฟเดอร์ มิสท์.

ขอเชิญสมัคร

CSNP JOURNAL

วารสารวิชาการ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 1

การวิจัยด้านอาชีวะและเทคนิคศึกษา พัฒนานวัตกรรมเพื่อชุมชนและสังคม

Institute of Vocational Education Southern Region 1 Journal

วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 1 เป็นวารสารวิชาการ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่ข้อมูล ข่าวสารทางด้านอาชีวศึกษาและการฝึกอาชีพ รวมทั้งความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นวารสารราย 6 เดือน จัดพิมพ์เผยแพร่ปีละ 2 ฉบับ

หากท่านประสงค์จะสมัครเป็นสมาชิก โปรดกรอกรายละเอียดในใบสมัครสมาชิกและส่งมาที่ สำนักงานวารสาร งานวิจัยพัฒนานวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี
เลขที่ 143 ถนนดอนนก ต.ตลาด อ.เมือง จ.สุราษฎร์ธานี โทรศัพท์ : 077-272-168 โทรสาร : 077-272-973

ใบสมัครสมาชิก
วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 1

☐ สมาชิกใหม่ ☐ ต่ออายุ ☐ สมาชิกอุปถัมภ์ให้กับหน่วยงาน สถานศึกษา

....

ชื่อ .... นามสกุล ....

ที่อยู่ ....

....

.... รหัสไปรษณีย์ ☐☐☐☐☐

โทรศัพท์ .... E-mail ....

คำแนะนำการเตรียมต้นฉบับ
เพื่อตีพิมพ์วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 1

เกณฑ์การพิจารณาต้นฉบับ

บทความที่จะได้รับการพิจารณาลงตีพิมพ์ในวารสารนี้ ต้องมีเนื้อหาสาระอยู่ในขอบข่ายวัตถุประสงค์ของวารสารเป็นบทความที่ไม่เคยถูกนำไปพิมพ์เผยแพร่ในวารสารอื่นใดมาก่อน เจ้าของบทความต้องเป็นผู้รวบรวมเรียบเรียงขึ้นมาด้วยตนเอง ต้องได้รับการกลั่นกรองและประเมินคุณภาพจากกองบรรณาธิการวารสาร และจากผู้ประเมินอิสระ (PeerReview) ต้นฉบับพิมพ์ด้วยโปรแกรมไมโครซอฟท์เวิร์ด ตัวอักษรแบบ TH SarabunPSK 14 pt. จำนวนไม่เกิน 10 หน้า กระดาษ A4 ส่งต้นฉบับบทความและไฟล์ไมโครซอฟท์เวิร์ดจำนวน 2 ชุด ได้ที่กองบรรณาธิการ (ไม่มีการส่งต้นฉบับคืน)

ขั้นตอนการเตรียมต้นฉบับบทความวิจัย

1. บทความวิจัย

● *ชื่อเรื่อง (Title)* ให้เขียนชื่อเรื่องเป็นภาษาไทยก่อน ใต้ลงมาเป็นภาษาอังกฤษ โดยภาษาอังกฤษแต่ละคำให้ใช้ตัวพิมพ์ใหญ่เฉพาะอักษรตัวของคำแรก ชื่อเรื่อง (TH SarabunPSK 18 pt. หนา)

● *ชื่อผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัย* ให้ระบุทั้งชื่อตัวและชื่อสกุลเป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ถ้ามีผู้วิจัยหลายคนให้ใช้หมายเลขกำกับตามลำดับ พร้อมระบุรายละเอียดของผู้เขียน ชื่อหน่วยงานที่สังกัด ชื่อสถานศึกษา ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์ที่ติดต่อได้สะดวกและอีเมล์ (TH SarabunPSK 14 pt. ปกติ)

● *บทคัดย่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ (Abstract)* เป็นการย่อเนื้อความงานวิจัยทั้งเรื่องให้สั้นได้เนื้อหาสาระครบถ้วน ควรเขียนแบบสั้น และตรงประเด็น ระบุเฉพาะสาระสำคัญเท่านั้น โดยให้ลำดับบทคัดย่อภาษาไทยขึ้นก่อนตามด้วยบทคัดย่อภาษาอังกฤษ

● *บทนำ (Introduction)* ระบุความเป็นมาและความสำคัญของการทำวิจัย เหตุผลการทำวิจัย เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและวัตถุประสงค์การวิจัย

● *วัตถุประสงค์การวิจัย (Objectives)* เป็นความเรียงเฉพาะประเด็นสำคัญของวัตถุประสงค์การวิจัยที่ครอบคลุมแนวทางการทำวิจัยทั้งหมด

● *สมมติฐานการวิจัย (Hypothesis)* เป็นความเรียงสมมติฐานเชิงพรรณนาหรือระบุความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษา

● *วิธีการดำเนินการวิจัย (Research Methodology)* นำเสนอเกี่ยวกับประชากรและกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย เกณฑ์การเลือกคุณสมบัติ วิธีการเลือก สถานที่ที่เก็บข้อมูล เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย วิธีการเก็บข้อมูลระยะเวลาในการดำเนินการ ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

● *ผลการวิจัย (Results)* รายงานผลการวิจัยให้ได้ใจความชัดเจนและตรงประเด็น โดยยึดแนวทางตามวัตถุประสงค์การวิจัยเป็นหลัก ควรอธิบายผลการวิจัยด้วยคำบรรยายเป็นหลัก ถ้ามีตัวแปรที่ศึกษาหรือตัวเลขมากให้นำเสนอเป็นตารางรูปภาพ แผนภาพ และกราฟ แทรกในเนื้อหา พร้อมอธิบายผลการวิจัยให้ได้สาระครบถ้วนอย่างสั้น ๆ โดยทั้งชื่อและคำอธิบายให้แสดงในทุกองค์ประกอบทั้งของตาราง (Table) รูปภาพ (Picture) ภาพลายเส้น (Figure) แผนภาพ (Diagram) และกราฟ (Graph) ชื่อตารางให้อยู่ด้านบนของตาราง ส่วนชื่อรูปภาพ แผนภาพและกราฟให้อยู่ด้านล่าง

● *สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ (Conclusion)* เป็นการสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญที่เกิดจากการทำวิจัยโดยให้จบด้วยข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ และประเด็นที่เป็นแนวทางการทำวิจัยต่อไป

● *เอกสารอ้างอิง* ใช้แบบตัวเลขในวงเล็บสี่เหลี่ยมตามลำดับการอ้างในเนื้อหาใช้ตัวอักษร การอ้างอิงในเนื้อหา ให้อ้างเป็นตัวเลขในวงเล็บสี่เหลี่ยมเช่นกัน เช่น [1], [2], [3]

2. บทความวิชาการจากประสบการณ์และความชำนาญของผู้เขียน

● *ชื่อเรื่อง (Title)* ให้เขียนชื่อเรื่องเป็นภาษาไทยก่อนตามด้วยชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ โดยภาษาอังกฤษแต่ละคำให้ใช้ตัวพิมพ์ใหญ่เฉพาะอักษรตัวของคำแรก

● *ชื่อเจ้าของบทความ* ให้ระบุทั้งชื่อตัวและชื่อสกุลเต็ม พร้อมระบุที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้ และชื่อหน่วยงานของผู้เขียนที่ส่วนล่างของหน้าแรกพร้อม e-mail address

เนื้อหา (Main Texts) ในบทความทางวิชาการมีองค์ประกอบดังนี้

● *บทคัดย่อ (Abstract)* กล่าวถึงความน่าสนใจของเรื่องที่นำเสนอก่อนเข้าสู่เนื้อหา

● *เนื้อความ (Content)* ควรนำเสนอพัฒนาการของเรื่องได้อย่างน่าสนใจและมีเนื้อหาทันสมัยเหมาะสมกับสภาพปัจจุบันสำหรับการอ้างอิงในเนื้อความเป็นการระบุแหล่งที่มาของข้อมูลในเนื้อความให้ใช้วิธีการอ้างอิงแบบตัวเลข

● ตาราง รูปภาพ แผนภาพ และกราฟ ที่แทรกในเนื้อหา อธิบายให้ได้สาระครบถ้วนอย่างสั้น ๆ โดยทั้งชื่อและคำอธิบายให้แสดงในทุกองค์ประกอบทั้งของตาราง (Table) รูปภาพ (Picture) ภาพลายเส้น (Figure) แผนภาพ (Diagram) และกราฟ (Graph) ชื่อตารางให้อยู่ด้านบนของตาราง ส่วนชื่อรูปภาพ แผนภาพ และกราฟให้อยู่ด้านล่าง

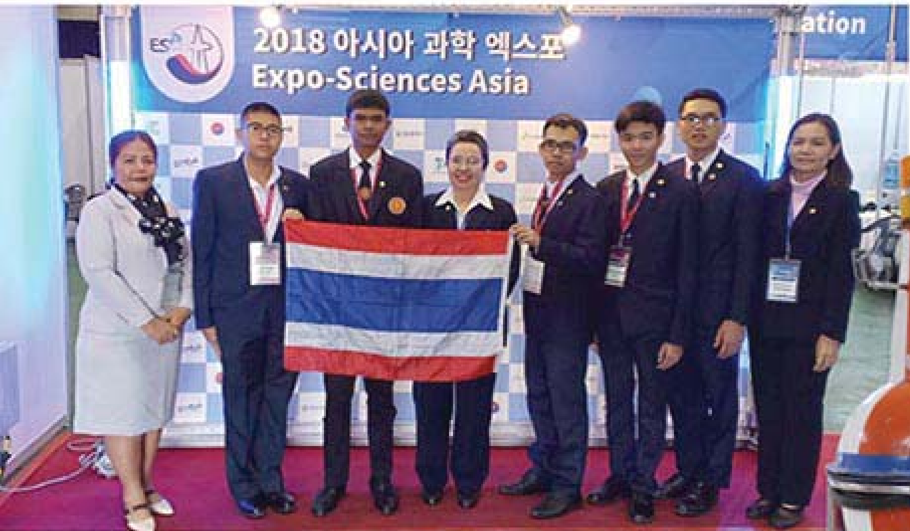
● เอกสารอ้างอิง ใช้แบบตัวเลขในวงเล็บสี่เหลี่ยม ตามลำดับการอ้างในเนื้อหาใช้ตัวอักษร การอ้างอิงในเนื้อหา ให้อ้างเป็นตัวเลขในวงเล็บสี่เหลี่ยมเช่นกัน เช่น [1], [2], [3]

ผลงานนวัตกรรม/สิ่งประดิษฐ์ของ

วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 1

เข้าร่วมนำเสนอผลงาน ในงาน MILSET Expo-Sciences Asia 2018 (ESA 2018)
วันที่ 18-23 ตุลาคม 2561 ณ เมือง Daejeon ประเทศเกาหลีใต้



ชื่อผลงาน	ทุ่นอนุรักษ์ปะการังโดยใช้พลังงานคลื่นทะเล	
ผู้ประดิษฐ์	นายคุณัชญ์พงษ์	เชาวน์แล่น
	และนายนูรุดดี	เจะปี
ครูที่ปรึกษา	นายเกียรติศักดิ์	เส้งพัฒน์
	และนางธัญนันท์	ชัยศร

ผลงานการแข่งขันทักษะงานเชื่อมเยาวชนนานาชาติของ

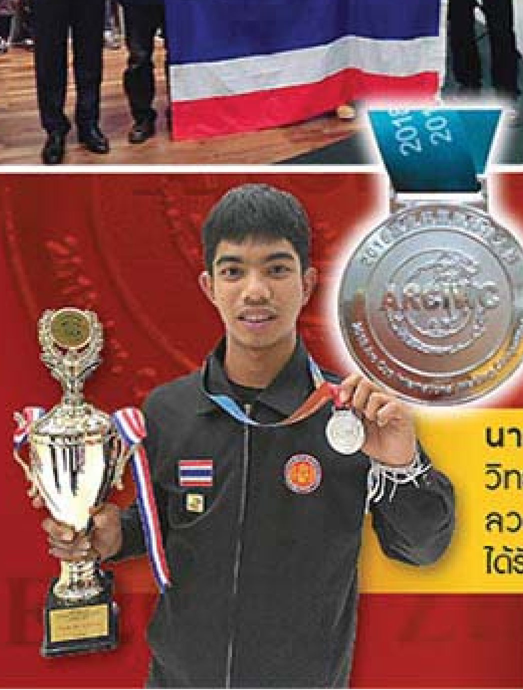
วิทยาลัยเทคนิคสิชล

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 1

งานเชื่อมเยาวชนนานาชาติ ในการแข่งขันทักษะงานเชื่อมเยาวชนนานาชาติ (Arc Cup Welding Competition International 2018)

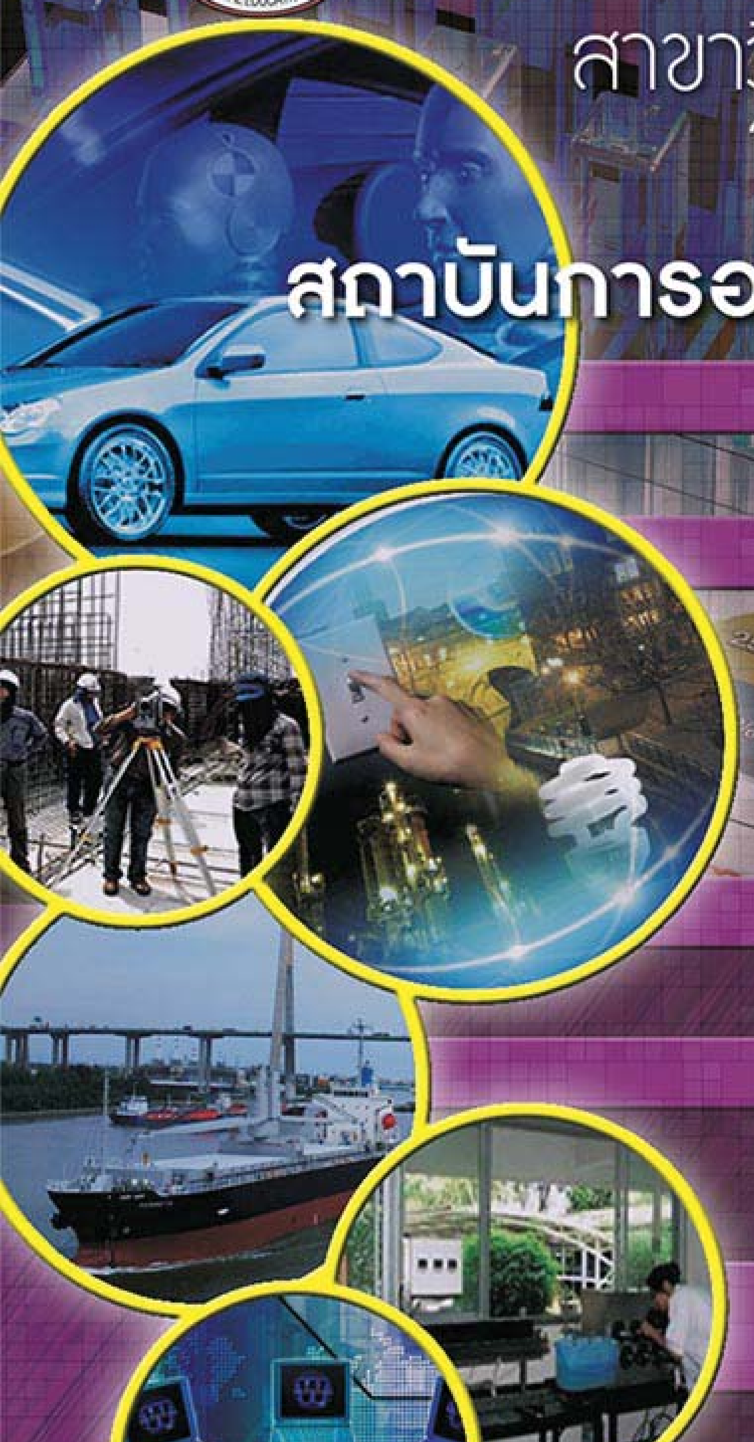
"Arc cup 2018"

ซึ่งจัดขึ้นระหว่างวันที่
6 - 10 มิถุนายน 2561
ณ มณฑลหูหนาน
สาธารณรัฐประชาชนจีน



นายศรัณต์พงษ์ ดิศสานนท์ นักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคสิชล แข่งขันทักษะงานเชื่อมลวดไฟฟ้า ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) ได้รับรางวัลเหรียญเงิน คะแนนสูงสุด

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 1
Institute of Vocational Education Southern Region 1



สาขาวิชาที่เปิดทำการสอน ในระดับปริญญาตรี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 1

วิทยาลัยเทคนิคชุมพร
- สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์

วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี
- สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์
- สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า
- สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์
- สาขาวิชาเทคโนโลยียาง

วิทยาลัยอาชีวศึกษานครศรีธรรมราช
- สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ

วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช
- สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์
- สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า

วิทยาลัยเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมการต่อเรือนครศรีธรรมราช
- สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกลเรือ

วิทยาลัยเทคนิคพัทลุง
- สาขาวิชาเทคโนโลยีก่อสร้าง

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 1

ภายในวิทยาลัยการอาชีพนครศรีธรรมราช

157 ม.3 ต.นาสาร อ.พระพรหม จ.นครศรีธรรมราช 80000

โทรศัพท์ 075-450482

โทรสาร 075-450483

E-mail : ivesr1.11@gmail.com

www.veis1.ac.th