



วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

science Journal
Chandrakasem Rajabhat University

ปีที่ 30 ฉบับที่ 1 (มกราคม - มิถุนายน 2563)
VOL.30 NO.1 JANUARY - JUNE 2020

ISSN: 1685 - 0491

ISSN: 2697 - 4584 (online)

บทบรรณาธิการ

วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม (Science Journal Chandrakasem Faculty of Science Chandrakasem Rajabhat University) ซึ่งฉบับนี้เป็นปีที่ 30 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2563 โดยเป็นบทความที่คัดเลือกมาจากการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม ครั้งที่ 3 (The 3th CRU-National Conference in Science and Technology : NCST 3th 2020) ซึ่งมีการพิจารณาโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน

โดยวารสารออนไลน์ใช้ระบบ ThaiJO 2.0 มีหมายเลข ISSN (Online) คือ 2697-4584 และวารสารเป็นเล่มมี ISSN (Print) คือ 1685-0491 ซึ่งวารสารมีกำหนดออกปีละ 2 ฉบับ (ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน และฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม) วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม เผยแพร่ผลงานทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์ ของอาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการ นักศึกษา และบุคคลทั่วไปที่สนใจ จากสถาบันอุดมศึกษาและหน่วยงานต่างๆ ทั้งบทความวิจัยและบทความวิชาการ ซึ่งกองบรรณาธิการวารสารวิชาการวิทยาศาสตร์มุ่งมั่นที่จะปรับระดับคุณภาพของวารสารให้พร้อมที่จะเข้าสู่การประเมินคุณภาพวารสารในฐาน TCI ต่อไป

กองบรรณาธิการวารสารขอขอบคุณผู้สนับสนุนบทความทุกท่านที่ให้ความไว้วางใจในการส่งบทความ จำนวน 6 บทความ (บทความภายนอก 6 บทความ) เพื่อตีพิมพ์ในวารสารฯ ปีที่ 30 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2563 กองบรรณาธิการฯ ขอพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาใช้เวลาในการตรวจสอบคุณภาพของบทความและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ยิ่ง สุดท้าย ขอขอบคุณ ทีมงานที่เกี่ยวข้องทุกคนที่ทำให้รูปเล่มของวารสารให้มีความสมบูรณ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อำนาจ สวัสดิ์นะที

บรรณาธิการวารสารวิชาการวิทยาศาสตร์

สารบัญ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ดอกไม้ประดิษฐ์มีกลิ่นหอมจากผ้าฝ้ายย้อมสีฝักบัวหลวงแห้ง	46
การพัฒนาและหาประสิทธิภาพระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำแบบออนไลน์	53
การประยุกต์ใช้สีธรรมชาติจากมะขามแดง (<i>Tamarindus indica</i> L.) สำหรับการย้อมสีเนื้อเยื่อพืชและโครโมโซมจากปลายรากหอม	63
ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ราย (KYT) 4 ขั้นตอน บริษัทผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่ง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา	68
การพัฒนาและหาประสิทธิภาพหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยระบบขับเคลื่อนแบบดิฟเฟอเรนเชียลไทรฟ์	73
การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าวสายพันธุ์ กข 41	81

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ดอกไม้ประดิษฐ์มีกลิ่นหอมจากผ้าฝ้ายย้อมสีฝักบัวหลวงแห้ง

The Product Development of Artificial Flowers with Fragrant from Dyeing Cotton with Lotus Seed Shells

อารีรัตน์ สระทองอินทร์¹ และ วีระศักดิ์ ศรีสารรัตน์^{2*}
Areerat Srathongin¹ and Veerasak Seerarat^{2*}

^{1,2} คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ดอกไม้ประดิษฐ์ให้มีความหอมจากผ้าฝ้ายย้อมสีฝักบัวหลวงแห้ง มีการศึกษาเกี่ยวกับกลิ่นน้ำมันหอมระเหยที่เหมาะสมบนผ้าฝ้าย ด้วยวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัส คะแนนความชอบมากที่สุด คือ กลิ่นกุหลาบ ซึ่งมีคุณสมบัติในการบำบัดอารมณ์ และจิตใจ โดยจากการทดสอบกลิ่นมีความคงทนในระยะเวลา 2 เดือน ผ้าจะไม่มีความหอมที่เหมาะสมในการใช้งาน และนำมาพัฒนาต่อด้วยการนำไปประดิษฐ์เป็นดอกไม้ประดิษฐ์ทั้งหมด 5 ชนิด ได้แก่ ดอกคาร์เนชั่น ดอกไฮเดรนเยีย ดอกลิลลี่ ดอกกุหลาบ และดอกแกลดิโอลัส เนื่องจากเป็นดอกไม้ที่มีลักษณะรูปทรงชัดเจนสวยงาม สามารถประดิษฐ์ได้ง่าย และนำดอกไม้ประดิษฐ์ทั้ง 5 ชนิด มาจัดทำเป็นผลิตภัณฑ์ ทั้งหมด 3 รูปแบบ คือ การจัดแบบช่อ การจัดแบบกระเช้า และการจัดแบบปักแจกัน โดยได้ทำการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากสถานประกอบการ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ดอกไม้ประดิษฐ์ที่มีกลิ่นหอมจากผ้าฝ้ายย้อมสีฝักบัวหลวงแห้ง ในรูปแบบการจัดแบบปักแจกันมากที่สุด มีความพึงพอใจในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.28 รองมาคือการจัดแบบกระเช้า และการจัดแบบช่อ มีความพึงพอใจในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.27 และ 4.10ตามลำดับ

คำสำคัญ: ผ้าฝ้ายย้อมสีฝักบัวหลวงแห้ง ดอกไม้ประดิษฐ์ น้ำมันหอมระเหย

Abstract

Development of Artificial Flowers for Fragrant Products from Dyed Cotton with Lotus seed shells There is a study of the suitable essential oil smell on cotton. With sensory testing methods Most liking rating is Rose scent, which has healing and emotional healing properties. The scent test is durable for 2 months. The fabric will not have a suitable fragrance for use. And further developed by introducing into 5 artificial flowers is Carnation Hydrangeas, lilies, roses and gauds Because it is a flower with a clear, beautiful shape Easy and bring all 5 kinds of artificial flowers to create products in 3 styles is Basket arrangement Basket arrangement And arrangement of vase designs By studying the satisfaction with the products from the establishment, found that Respondents were satisfied with the artificial flower products dyed with fragrant cotton dyes. In the form of vase arrangement With a high level of satisfaction with an average of 4.28, followed by a basket arrangement And arrangement of bouquets With a high level of satisfaction with an average of 4.27 and 4.10 respectively.

Keywords: Cotton with Lotus seed shells, Artificial Flowers, Aromatherapy

* Corresponding author : veerasak@vru.ac.th

1. บทนำ

การประดิษฐ์ดอกไม้แห้งด้วยฝีมือมนุษย์เป็นศิลปะที่มีความละเอียดอ่อน ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของคนไทยที่เป็นการสร้างรูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์โดยอาศัยความคิดสร้างสรรค์ ความรู้ความเข้าใจในหลักการออกแบบและการนำมาใช้ ทำให้ชิ้นงานเกิดคุณค่ามากขึ้น โดยมุ่งหวังที่จะให้ดอกไม้ประดิษฐ์ดำรงความงดงามตามธรรมชาติของดอกไม้ มีความคงทนและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ ในการประดิษฐ์ดอกไม้แห้งองค์ประกอบที่สำคัญคือ วัสดุและอุปกรณ์ที่ส่งผลต่อความสวยงามของดอกไม้ จึงจำเป็นต้องเลือกวัสดุและอุปกรณ์ที่เหมาะสม โดยถือเอาลักษณะตามธรรมชาติของดอกไม้ที่จะประดิษฐ์เป็นหลัก โดยวัสดุหลักที่นำมาใช้ส่วนใหญ่จะเป็นผ้า ซึ่งจัดทรงง่าย และเพื่อให้เกิดความคล้ายดอกไม้จริงมากที่สุด จะต้องนำผ้ามาผ่านกระบวนการประดิษฐ์ดัดแปลง ย้อม เคลือบสารเคมีในการเพิ่มคุณสมบัติของผ้า และการตกแต่งเพื่อให้เกิดความสวยงาม (คะนิง จันทรศิริ, 2527) ผ้าฝ้ายเป็นงานหัตถกรรมที่สืบทอดกันมาและผ้าฝ้ายเป็นผ้าทอพื้นเมืองที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะเครื่องแต่งกายด้วยคุณสมบัติที่มีความนุ่ม ใส่สบาย มีความคงรูปได้ดี จึงมีการพัฒนาผ้าฝ้ายให้มีคุณสมบัติพิเศษมากขึ้น (นุสรา เตียงเกตุ, ม.ป.ป.) การย้อมสีผ้าฝ้ายด้วยสีธรรมชาติจากบัวหลวง ได้มีการนำผ้าฝ้ายไปย้อมสีจากบัวหลวง ซึ่งเป็นดอกไม้ประจำจังหวัดของเมืองปทุมธานี ที่ปลูกกันมาตั้งแต่ในสมัยโบราณจึงมีมากในเขตปทุมธานีและจากผลการวิจัยผ้าที่ย้อมสีจากฝักบัวแห้ง เป็นสีที่คนชอบมากที่สุด นอกจากจะเป็นสีที่ได้จากธรรมชาติแล้วยังมีสีที่สวยงาม และความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว (ศักดิ์นันท์ ญัษฐพรลาภิสรา, นวรัตน์ มากผึ้ง และสาวตรี แจ่มดวง, 2561)

ในปัจจุบันน้ำมันหอมระเหยได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้น โดยถูกใช้เพื่อแต่งกลิ่นสิ่งของอุปโภคบริโภคที่กลิ่นที่หอมน่าใช้งาน เนื่องจากในน้ำมันหอมระเหยมีส่วน ประกอบทางเคมีที่แตกต่างจากน้ำหอมทั่วไป คือมีสรรพคุณมากมายในการบำบัดรักษาโรคในระบบต่างๆ ของร่างกาย น้ำมันหอมระเหยจึงมีประโยชน์ในลักษณะที่เป็นองค์รวม คือ ทางกาย ทางจิตใจ และอารมณ์ จึงเรียกว่า อโรมาเทอราปี (Aromatherapy) หรือภาษาไทย เรียกว่า “สுகนธบำบัด” ซึ่งหมายถึงการบำบัดรักษาด้วยกลิ่นหอมจากสารสกัดจากพืช ที่มีองค์ประกอบทางเคมีในการบำบัดรักษา (โสภภาพรณ อมตะเดชะ, 2554) การใช้ น้ำมันหอมระเหยในการตกแต่งกลิ่นบนผ้าเป็นอีกหนึ่งวิธีในการนำน้ำมันหอมระเหยมาใช้งานทางอ้อมโดยเป็นการป้องกันอันตรายจากการสูดดมหรือสัมผัสกับผิวหนังโดยตรง เพื่อใช้ประโยชน์ในการบำบัดจิตใจ และอารมณ์ กองการแพทย์ทางเลือก (2550) กล่าวว่าน้ำมันหอมระเหยช่วยสร้างเสริมบรรยากาศให้ดีขึ้น ส่งเสริมให้ผู้รู้สึกสดชื่น มีความสุข ช่วยปรับสมดุลของร่างกาย จิตใจ และอารมณ์ จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ดอกไม้ประดิษฐ์ให้มีกลิ่นหอมจากผ้าฝ้ายย้อมสีฝักบัวหลวงแห้ง ซึ่งได้นำผ้าที่ได้จากการย้อมสีธรรมชาติจากฝักบัวหลวงแห้งมาใช้ในการประดิษฐ์ดอกไม้ และเพิ่มคุณสมบัติของดอกไม้ประดิษฐ์ด้วยการตกแต่งกลิ่นน้ำมันหอมระเหย โดยดอกไม้ที่ประดิษฐ์จะนำมาจัดออกแบบเพื่อใช้ประโยชน์ 3 รูปแบบ ได้แก่ การจัดแบบช่อ การจัดแบบปักแจกัน และการจัดแบบกระเช้า เพื่อเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าฝ้ายย้อมสีจากฝักบัวหลวงแห้งให้มีความหลากหลายในการใช้งานมากขึ้น

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อศึกษากลิ่นน้ำมันหอมระเหยที่เหมาะสมกับผ้าฝ้ายย้อมสีจากฝักบัวหลวงแห้ง
- 2.2 เพื่อศึกษาความคงทนของกลิ่นน้ำมันหอมระเหยบนผ้าฝ้ายย้อมสีฝักบัวหลวงแห้ง
- 2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ดอกไม้ประดิษฐ์จากผ้าฝ้ายย้อมสีฝักบัวหลวงแห้ง

3. ระเบียบวิธีวิจัย

- 3.1 ศึกษากลิ่นน้ำมันหอมระเหยที่เหมาะสมกับผ้าฝ้ายย้อมสีจากฝักบัวหลวงแห้ง

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส เป็นการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแบบหาอัตราความชอบของกลิ่น น้ำมันหอมระเหยด้วยวิธีการดมบนผ้าฝ้ายทั้งหมด 5 กลิ่น ได้แก่ กลิ่นกุหลาบ กลิ่นเจอราเนียม กลิ่นกระดังงา กลิ่นมะลิ และกลิ่นคลาริเสจ โดยคัดเลือกกลิ่นน้ำมันหอมระเหยจากดอกไม้ที่นิยมนำมาสกัดกลิ่น มีคุณสมบัติในการบำบัดอารมณ์ จิตใจ หาซื้อง่าย และมี

ราคาที่ไม่สูงมาก การเตรียมตัวอย่างกลิ่นเพื่อทดสอบความชอบ โดยเริ่มจากการนำผ้าที่ย้อมสีฝักบัวหลวงแห้งมาผ่านกระบวนการตกแต่งกลิ่นน้ำมันหอมระเหย และเคลือบเจลลาตินเพื่อให้ผ้ามีความคงตัวพร้อมในการประดิษฐ์ดอกไม้ มาใส่ในถุงซิปล็อคซึ่งแบ่งทั้งหมด 5 กลิ่นตามจำนวนตัวอย่าง จากนั้นนำมาให้ผู้ทดสอบดมทีละตัวอย่าง โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้รับการฝึกฝน จำนวน 30 คน และให้ผู้ทดสอบตัดสินใจยอมรับ โดยใช้สเกลแบบ 9-Point Hedonic Scaling และทำการประเมินทางประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น ความรู้สึกหลังดม ความคงตัวของผ้า และความชอบโดยรวม ทั้งนี้จะปรับสมดุลในการดมด้วยการดมเมล็ดกาแฟคั่วทุกครั้งเพื่อเสริมประสิทธิภาพการรับรู้ของจมูกก่อนดมตัวอย่างในแต่ละชนิด และผู้ทดสอบจะต้องเป็นผู้ที่มีสุขภาพแข็งแรง ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ ไม่ฉีกน้ำหอม ไม่สูบบุหรี่ หรือไม่มีกลิ่นรบกวนติดตัว เพื่อผู้ทดสอบจะรับรู้กลิ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.2 ศึกษาความคงทนของกลิ่นน้ำมันหอมระเหยบนผ้าฝ้ายย้อมสีฝักบัวหลวงแห้ง

การทดสอบความคงทนของกลิ่นน้ำมันหอมระเหยบนผ้าฝ้ายย้อมสีฝักบัวหลวงแห้ง โดยได้นำผ้าฝ้ายย้อมสีที่ผ่านการตกแต่งกลิ่นน้ำมันหอมระเหยที่ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด มาใช้ในการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการดมผ่านตัวกลาง คือ ผ้าย้อมสีฝักบัวหลวงแห้งและได้เก็บผ้าที่ตกแต่งกลิ่นในภาชนะที่มีฝาปิดไว้ 3 ระยะ ได้แก่ 0 เดือน 2 เดือน และ 4 เดือน เพื่อศึกษาระยะเวลาที่มีผลต่อความคงทนของกลิ่นน้ำมันหอมระเหยบนผ้าฝ้ายย้อมสี โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้รับการฝึกฝน จำนวน 30 คน จากนั้นนำตัวอย่างมาให้ผู้ทดสอบดมทีละตัวอย่าง และให้ผู้ทดสอบตัดสินใจยอมรับ โดยใช้สเกลแบบ 9-Point Hedonic Scaling และทำการประเมินทางประสาทสัมผัสในด้านความหอมของน้ำมันหอมระเหย ความรู้สึกหลังดม และความชอบโดยรวม ทั้งนี้จะปรับสมดุลในการดมด้วยการดมเมล็ดกาแฟคั่วทุกครั้งเพื่อเสริมประสิทธิภาพการรับรู้ของจมูกก่อนดมตัวอย่างในแต่ละชนิด และผู้ทดสอบจะต้องเป็นผู้ที่มีสุขภาพแข็งแรง ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ ไม่ฉีกน้ำหอม ไม่สูบบุหรี่ หรือไม่มีกลิ่นรบกวนติดตัว เพื่อผู้ทดสอบจะรับรู้กลิ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.3 ศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ดอกไม้ประดิษฐ์จากผ้าฝ้ายย้อมสีฝักบัวหลวงแห้ง

3.3.1 วิธีการสร้างแบบสอบถาม ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือตามลำดับดังนี้ ศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดขอบเขตของการวิจัย และเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถาม นำข้อมูลที่ได้มาสร้างแบบสอบถามเกี่ยวกับดอกไม้ประดิษฐ์จากผ้าฝ้ายย้อมสีจากฝักบัวหลวงแห้ง นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบและให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้ข้อคำถามที่มีข้อความตรงตามวัตถุประสงค์และครอบคลุมของการวิจัยมากที่สุด นำแบบสอบถามที่แก้ไขแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (content validity) และตรวจสอบความถูกต้องของภาษา แล้วนำผลมาหาค่าความสอดคล้อง (IOC) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.5 - 1 นำแบบสอบถามที่ได้ไปทดลองใช้ (Try out) กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริงใน เขตปทุมธานี จำนวน 30 คน แล้วนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ของแบบสอบถามทั้งฉบับด้วยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.97 นำแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ไปสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนด

3.3.2 การประเมินความพึงพอใจ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยผู้วิจัยทำการแจกแบบสอบถามและเก็บแบบสอบถามกลับคืนด้วยตนเอง ทำการเก็บรวบรวมแบบสอบถามแล้วนำมาตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถามเพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากแบบสอบถามความพึงพอใจมาตรวจสอบความสมบูรณ์ ความถูกต้องของข้อมูล และลงรหัสเตรียมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการคัดเลือกกลิ่นน้ำมันหอมระเหยที่เหมาะสมกับผ้าฝ้ายย้อมสีฝักบัวหลวงแห้ง โดยได้นำผ้าฝ้ายย้อมสีมาตกแต่งกลิ่นน้ำมันหอมระเหยจำนวน 5 กลิ่น เพื่อคัดเลือกเป็นกลิ่นที่เหมาะสมกับผ้าฝ้ายย้อมสีฝักบัวหลวงแห้ง ด้วยวิธีทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้รับการฝึกฝน จำนวน 30 คน จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของกลิ่นน้ำมันหอมระเหยบนผ้าฝ้ายย้อมสีฝักบัวหลวงแห้ง 5 กลิ่น พบว่า

ด้านสีของผ้าที่ตกแต่งกลิ่นน้ำมันหอมระเหย ทั้ง 5 กลิ่น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบกลิ่นกุหลาบมากที่สุด สาเหตุที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบกลิ่นกุหลาบมากที่สุด เพราะผ้าส่วนที่นำมาใช้ในการตกแต่งกลิ่น ผ่านกระบวนการย้อมสีที่ได้มาตรฐาน จึงมีสีผ้าที่สม่ำเสมอ

ด้านกลิ่นของผ้าที่ตกแต่งกลิ่นน้ำมันหอมระเหย ทั้ง 5 กลิ่น พบว่า กลิ่นกุหลาบ กับกลิ่นมะลิ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีความแตกต่างกับกลิ่นเจอราเนียม และกลิ่นคลาริเสก อย่างมีนัยสำคัญสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบกลิ่นกุหลาบมากที่สุด สาเหตุที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบกลิ่นกุหลาบมากที่สุด เพราะกลิ่นกุหลาบเป็นกลิ่นดอกไม้ที่คุ้นเคย มีลักษณะหอมเบาๆ ไม่ฉุนจนเกินไป

ด้านความรู้สึกหลังดมของผ้าที่ตกแต่งกลิ่นน้ำมันหอมระเหย ทั้ง 5 กลิ่น พบว่า กลิ่นกุหลาบ กับกลิ่นมะลิ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีความแตกต่างกับกลิ่นเจอราเนียม กลิ่นกระดังงา และกลิ่นคลาริเสก อย่างมีนัยสำคัญสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบกลิ่นกุหลาบมากที่สุด สาเหตุที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบกลิ่นกุหลาบมากที่สุด เพราะกลิ่นกุหลาบมีสรรพคุณในการกระตุ้นระบบประสาทและอารมณ์ ช่วยลดความวิตกกังวล ทำให้รู้สึกสดชื่น และผ่อนคลาย

ด้านความคงตัวของผ้าที่ตกแต่งกลิ่นน้ำมันหอมระเหย ทั้ง 5 กลิ่น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบกลิ่นมะลิมากที่สุด สาเหตุที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบกลิ่นมะลิมากที่สุด เพราะองค์ประกอบทางเคมีภายในกลิ่นมะลิที่ใส่ลงบนผ้าเมื่อผสมเข้ากับสารชนิดอื่นๆ ที่ใช้ในการตกแต่งผ้า สามารถละลายเข้ากันได้ดี ทำให้ผ้ามีลักษณะเหมาะกับการใช้งาน

ด้านความชอบโดยรวมของผ้าที่ตกแต่งกลิ่นน้ำมันหอมระเหย ทั้ง 5 กลิ่น พบว่า กลิ่นกุหลาบ กับกลิ่นมะลิ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีความแตกต่างกับกลิ่นเจอราเนียม กลิ่นกระดังงา และกลิ่น คลาริเสก อย่างมีนัยสำคัญสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งทั้ง 3 กลิ่น ไม่มีความแตกต่างกัน โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบกลิ่นกุหลาบมากที่สุด สาเหตุที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบกลิ่นกุหลาบมากที่สุด เพราะกลิ่นกุหลาบมีลักษณะที่โดดเด่น คือ กลิ่นเบาๆ หอมนาน ไม่ฉุนจนเกินไปซึ่งไม่เป็นอุปสรรคต่อการดม ช่วยทำให้รู้สึกสดชื่นผ่อนคลายและมีกลิ่นที่เหมาะสมกับผ้า

ตารางที่ 1 ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของกลิ่นน้ำมันหอมระเหยบนผ้าฝ้าย

ปัจจัยคุณภาพ	กลิ่นกุหลาบ	กลิ่นเจอราเนียม	กลิ่นกระดังงา	กลิ่นมะลิ	กลิ่นคลาริเสก
สี ^{ns}	7.05±1.14	6.85±1.04	6.72±1.32	7.00±1.02	6.72±1.09
กลิ่น	7.38±1.56 ^a	6.33±1.74 ^c	6.70±1.32 ^{bc}	7.07±1.45 ^{ab}	6.37±1.30 ^c
ความรู้สึกหลังดม	7.17±1.55 ^a	6.00±1.70 ^c	6.42±1.53 ^{bc}	6.93±1.39 ^{ab}	6.30±1.37 ^c
ความคงตัวของผ้า ^{ns}	7.02±1.42	6.63±1.29	6.80±1.31	7.05±1.27	6.73±1.26
ความชอบโดยรวม	7.72±1.19 ^a	6.45±1.69 ^b	6.90±1.27 ^b	7.38±1.24 ^a	6.70±1.11 ^b

หมายเหตุ ค่า L* หมายถึงความสว่าง (ดำ=0, ขาว=100)

ค่า a* หมายถึงสีแดงหรือเขียว (+สีแดง, -สีเขียว)

ค่า b* หมายถึงสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (+สีเหลือง, -สีน้ำเงิน)

4.2 ผลการทดสอบความคงทนของกลิ่นน้ำมันหอมระเหยบนผ้าฝ้ายย้อมสีผักบวหลวงแห้ง โดยได้นำผ้าฝ้ายย้อมสีมาตกแต่งกลิ่นกุหลาบและได้เก็บผ้าที่ตกแต่งกลิ่นในภาชนะที่มีฝาปิด ไว้ 3 ระยะ ได้แก่ 0 เดือน 2 เดือน และ 4 เดือน เพื่อศึกษาระยะเวลาที่มีผลต่อความคงทนของกลิ่นน้ำมันหอมระเหยบนผ้าฝ้ายย้อมสี ด้วยวิธีทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบดมที่ไม่ได้รับการฝึกฝน จำนวน 30 คน จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของกลิ่นน้ำมันหอมระเหยบนผ้าฝ้ายย้อมสีผักบวหลวงแห้งที่เก็บ 3 ระยะ พบว่า

ด้านความหอมของกลิ่นน้ำมันหอมระเหยบนผ้าพบว่า ในระยะเวลาการเก็บ 0 เดือน และ 2 เดือน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีความแตกต่างกับระยะเวลาการเก็บ 4 เดือนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบกลิ่นน้ำมันหอมระเหยที่ระยะเวลาการเก็บ 0 เดือนมากที่สุด สาเหตุที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบกลิ่นน้ำมันหอมระเหยที่ระยะเวลาการเก็บ 0 เดือนมากที่สุด เนื่องจากผ้ามีความหอมมากที่สุด โดยสามารถรับรู้ได้ในระยะไกล

ด้านความรู้สึกหลังดม พบว่า ในระยะเวลาการเก็บ 0 เดือน และ 2 เดือน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีความแตกต่างกับระยะเวลาการเก็บ 4 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบกลิ่นน้ำมันหอมระเหยที่ระยะเวลาการเก็บ 0 เดือนมากที่สุด สาเหตุที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบกลิ่นน้ำมันหอมระเหยที่ระยะเวลาการเก็บ 0 เดือนมากที่สุด เนื่องจากความหอมของน้ำมันหอมระเหยกลิ่นกุหลาบมีความหอมที่ชัดเจน ทำให้ผู้ทดสอบมีความรู้สึกที่ดีหลังการดม

ด้านความชอบโดยรวม พบว่า ในระยะเวลาการเก็บ 0 เดือน และ 2 เดือน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีความแตกต่างกับระยะเวลาการเก็บ 4 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบกลิ่นน้ำมันหอมระเหยที่ระยะเวลาการเก็บ 0 เดือนมากที่สุด รองลงมาคือ 2 เดือน และ 4 เดือน ตามลำดับ สาเหตุที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบกลิ่นน้ำมันหอมระเหยที่ระยะเวลาการเก็บ 0 เดือนมากที่สุด เนื่องจากปริมาณความหอมของกลิ่นน้ำมันหอมระเหยยังคงทน มีผลต่อความรู้สึกของผู้ทดสอบ

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาความคงทนของกลิ่นน้ำมันหอมระเหยบนผ้าฝ้ายย้อมสีฝักบัวหลวงแห้ง

ปัจจัยคุณภาพ	ระยะเวลาในการเก็บ		
	0 เดือน	2 เดือน	4 เดือน
ความหอมของกลิ่นน้ำมันหอมระเหย	7.80 ± 1.13^a	7.33 ± 1.21^a	5.80 ± 1.37^b
ความรู้สึกหลังดม	7.60 ± 0.96^a	7.37 ± 1.10^a	6.07 ± 1.50^b
ความชอบโดยรวม	7.80 ± 0.96^a	7.60 ± 1.16^a	5.97 ± 0.96^b

หมายเหตุ ^{a-c} หมายถึง ตัวอักษรต่างกันในแนวดิ่งเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึงตัวอักษรต่างกันในแนวดิ่งเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4.3 ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ดอกไม้ประดิษฐ์ที่มีกลิ่นหอมจากผ้าฝ้ายย้อมสีฝักบัวหลวงแห้ง ในรูปแบบการจัดแบบปักแจกันมากที่สุด โดยมีความพึงพอใจในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.28 รองมาคือการจัดแบบกระเช้า และการจัดแบบช่อ โดยมีความพึงพอใจในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.27 และ 4.10 ซึ่งทั้ง 3 รูปแบบมีค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกัน โดยผู้ตอบแบบสอบถามให้ส่วนใหญ่ให้คะแนนความพึงพอใจต่อความประณีตสวยงาม ความคิดสร้างสรรค์ และความหอมมากที่สุด ในส่วนที่ให้คะแนนความพึงพอใจน้อย คือ ความเหมาะสมของสี แต่ยังอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งโดยรวมจะมีคะแนนความพึงพอใจที่แตกต่างกันที่รูปทรง และองค์ประกอบการจัดที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 3 สรุปค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของสถานประกอบการที่มีต่อผลิตภัณฑ์ดอกไม้ประดิษฐ์

รูปแบบการจัดดอกไม้ประดิษฐ์	$\bar{X}$	S.D	ระดับความพึงพอใจ
การจัดแบบช่อ	4.10	0.83	พึงพอใจมาก
การจัดแบบกระเช้า	4.27	0.71	พึงพอใจมาก
การจัดแบบปักแจกัน	4.28	0.97	พึงพอใจมาก



การจัดแบบช่อดอกไม้



การจัดแบบกระเช้า



การจัดแบบปักแจกัน

ภาพที่ 1 ดอกไม้ประดิษฐ์จากผ้าฝ้ายย้อมสีฝักบัวหลวงแห้ง

5. สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ดอกไม้ประดิษฐ์ให้มีกลิ่นหอมจากผ้าฝ้ายย้อมสีฝักบัวหลวงแห้ง พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุ 21-40 ปี มีการศึกษาดำรงตำแหน่งปริญญาตรี และระดับปริญญาตรี ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพผู้ประกอบการโดยมีตำแหน่งในสถานประกอบการส่วนใหญ่เป็นเจ้าของธุรกิจและมีรายได้อยู่ระหว่าง 25,000 - 45,000 บาทต่อเดือน จากการวิเคราะห์ความพึงพอใจของสถานประกอบการที่มีต่อผลิตภัณฑ์ดอกไม้ประดิษฐ์ที่มี กลิ่นหอมจากผ้าฝ้ายย้อมสีฝักบัวหลวงแห้ง เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมจากทุกข้อคำถามของการประเมิน พบว่า การจัดแบบช่อ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 การจัดแบบกระเช้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 และการจัดแบบปักแจกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.28 ซึ่งทุกรูปแบบได้รับความพึงพอใจในระดับมาก ทั้งนี้ เนื่องมาจากประเด็นข้อคำถามต่างๆดังนี้ ด้านความหอมที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ มีความหอม เมื่อได้กลิ่นแล้วรู้สึกผ่อนคลาย เป็นจุดดึงดูดสร้างความสนใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซึ่งสอดคล้องกับตำราวิชาการสุนทรียภาพ ของกองการแพทย์ทางเลือก (2550) ได้อธิบายว่า กลิ่นของกุหลาบมีลักษณะหอมเย็น มีฤทธิ์ทางชีวภาพต่อระบบประสาท ที่ช่วยลดความเครียด ลดความวิตกกังวล ลดอาการใจสั่น ทำให้นอนหลับง่าย ทำให้รู้สึกสดชื่น และผ่อนคลาย ความเหมาะสมของสี สีดูอ่อน ไม่มีความหลากหลายของสี แต่มีความคลาสสิก ทันสมัย โดยเป็นการสร้างความหลากหลายในผลิตภัณฑ์ผ้าฝ้ายย้อมสีจากธรรมชาติ ด้วยวิธีประดิษฐ์ดอกไม้ และการจัดดอกไม้ในลักษณะต่างๆ ให้มีมิติ เพื่อที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเรียบจากสีฟ้าจนเกินไป และสามารถมองได้หลากหลายมุม ซึ่งสอดคล้องกับหลักการออกแบบสี ทองเจือ เขียวทอง (2548) ได้อธิบายว่าการเลือกใช้สีที่มีสีเดียวกันทั้งหมด หรืออาจจะมีความเข้มอ่อนไม่เท่ากัน เรียกการเลือกใช้สีนี้ว่าโมโนโครม (Monochrome) ซึ่งสีมีอิทธิพลต่ออารมณ์และความรู้สึก เนื่องจากเป็นสีที่มองแล้วเกิดความรู้สึกสงบเยือกเย็น และผ่อนคลาย ด้านความคิดสร้างสรรค์ เป็นผลิตภัณฑ์ดอกไม้ประดิษฐ์ที่มีความแปลกใหม่ โดยมีการใช้สีย้อมผ้าที่ได้จากธรรมชาติ ซึ่งถือเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างคุ้มค่า ที่ประยุกต์ร่วมกับศิลปะประดิษฐ์ของไทย และทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ได้จากผ้าฝ้ายย้อมสีฝักบัวหลวงแห้ง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ดอกไม้ประดิษฐ์จากผ้าขาวม้าเชิงสร้างสรรค์ ปิยะธิดา สีหะวัฒน์กุล และคณะ [9] ได้อธิบายว่าความคิดสร้างสรรค์ เป็นการนำเอาหลักการที่มีอยู่ มาประยุกต์ใช้กับประสบการณ์ เพื่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่แปลกใหม่ เป็นการเพิ่มมูลค่า และประโยชน์การใช้สอยด้านองค์ประกอบของดอกไม้ประดิษฐ์มีส่วนที่เหมาะสมกับภาษาที่ใส่ มีความสมดุลส่วนประกอบต่างๆ มีความคล้ายคลึงใกล้เคียงกับดอกไม้จริงและมีรูปทรงที่ชัดเจน ทำให้การจัดดอกไม้ออกมาดูธรรมชาติ ซึ่งสอดคล้องกับ บุปผา พงษ์พานิช (2550) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดดอกไม้ให้เกิดความสวยงาม จะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบที่นำมาประกอบกันอย่างมีศิลปะ และหลักการ เพื่อให้ในทุกๆ ส่วนสอดคล้องและมีความสัมพันธ์ที่เหมาะสมกัน มีรูปทรงที่มั่นคง เมื่อมองไปแล้วเหมือนมีจุดมุ่งหมายที่ชัดเจนด้านความประณีตสวยงาม มีการเก็บรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน เช่น ลวดลายกลีบ ความพลิ้วไหว กลีบเลี้ยง ลักษณะใบ ซึ่งนอกจากจะทำให้มีความสวยงาม คล้ายจริง ยังทำให้ดอกไม้มีความแข็งแรงทนทานต่อการเก็บรักษา หรือเคลื่อนย้าย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากเศษผ้าทอลายดอกป๊อบ

ของ จิราพัทธ์ แก้วศรีทอง, วิรัชญา อินทะกันท์, วิวัฒน์ ยินดี, อำภากร คงมี (2561) ซึ่งได้อธิบายว่า งานประดิษฐ์ดอกไม้แบบไทย สิ่งสำคัญคือความประณีต ใส่ใจในรายละเอียด เน้นลวดลายบนผ้าที่มีลักษณะคล้ายดอกไม้ของจริง เพื่อให้เกิดความสวยงาม และควรค่าแก่การเก็บรักษา ด้านความเหมาะสมในการนำผ้าฝ้ายย้อมสีฝักบัวหลวงแห้งมาใช้ในการประดิษฐ์ ผ้าที่ใช้เป็นผ้าฝ้ายซึ่งมีลักษณะเส้นใยมีความหนาแน่น แข็งแรง และคงตัวได้ดี เมื่อนำมาตกแต่งสีที่ได้จากธรรมชาติที่ติดทนนาน ซักออกได้ยาก โดยมีสีที่แตกต่างจากสีเคมีทั่วไป เหมาะในการใช้งาน ซึ่งสอดคล้องกับ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ได้อธิบายว่า ผ้าฝ้ายมีเส้นใยที่เหมาะสมในการย้อมสี เนื่องจากมีคุณสมบัติในการดูดซึมน้ำ เมื่อมีสารช่วยย้อมมากระตุ้นปฏิกิริยาในการย้อม ทำให้สีย้อมซึมเข้าไปแทรกตัวอยู่ในเส้นใย และยึดเกาะกับเส้นใยได้ดี

6. ข้อเสนอแนะ

กลี้น้ำมันหอมระเหยไม่มีความคงทนต่อผ้ามากนักเนื่องจากการตกค้างกลี้น้ำมันหอมระเหยสามารถระเหยได้ในอากาศ และมีความไวต่อแสง ดังนั้นการแก้ไขควรใช้เทคโนโลยีมาใช้ในการควบคุมความคงทนของกลี้น้ำมันหอมระเหยให้ดียิ่งขึ้นและควรมีการเปรียบเทียบอัตราส่วนของปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ และไม่ส่งผลกระทบต่อผู้ที่แพ้กลิ่นได้

7. เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). การย้อมสีสิ่งทอด้วยสีธรรมชาติ. สืบค้น 25 พฤษภาคม 2562, จาก <http://siweb1.dss.go.th/repack/fulltext/IR%2041.pdf>.
- กองการแพทย์ทางเลือก กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก กระทรวงสาธารณสุข. (2550). *ตำราวิชาการสมุนไพรบำบัด*. กรุงเทพฯ : องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
- คะนิง จันทรศิริ. (2527). *การประดิษฐ์ดอกไม้*. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- จิราพัทธ์ แก้วศรีทอง, วิรัชญา อินทะกันท์, วิวัฒน์ ยินดี, อำภากร คงมี. (2561). การพัฒนาผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากเศษผ้าทอลายดอกป๊อป. *การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 3*. 30 เมษายน 2561. หน้า 384-391.
- โชติอนันต์ และคณะ. (2552). *คุณสมบัติของผ้าฝ้ายย้อมสีธรรมชาติ*. กรุงเทพฯ : ดวงกลมพับลิชชิง.
- ทองเจือ เขียดทอง. (2548). *การออกแบบสัญลักษณ์*. กรุงเทพฯ : สิปปประชา.
- นุสรุตา เตียงเกตุ. (ม.ป.ป.). *ลายจากแม่แจ่ม*. พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่ : โฮงเฮียนสืบสานภูมิปัญญาล้านนา.
- บุปผา พงษ์พานิช. (2550). *ทักษะขั้นพื้นฐานการจัดดอกไม้*. กรุงเทพฯ : เดอะน็อลลิจเซ็นเตอร์.
- ปิยะธิดา สีหะวัฒนกุล และคณะ. (2559). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์ดอกไม้ประดิษฐ์จากผ้าขาวม้าเชิงสร้างสรรค์*. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์.
- ศักดินันท์ ญัฐพรลาภิสรา, นวรัตน์ มากผึ้ง และสาวิตรี แจ่มดวง. (2561). *การย้อมสีผ้าฝ้ายด้วยสีธรรมชาติจากบัวหลวง* (รายงานผลการวิจัย). สาขาคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.
- โสภภาพรรณ อมตะเดชะ. (2554). *ตำราเครื่องหอมของชาวยุโรปและสปาไทย*. กรุงเทพฯ: ปัญญาชน.

การพัฒนาและหาประสิทธิภาพระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำแบบออนไลน์

สิทธิชัย ขาวนา

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการนำเทคโนโลยีสื่อสารของ Modbus RTU มาใช้เพื่อพัฒนาระบบการตรวจสอบคุณภาพน้ำ โดยการรับส่งข้อมูลด้วยมาตรฐาน RS485 โดยใช้ บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กควบคุมการทำงานของระบบการทำงานของ Modbus RTU สำหรับการตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้ เซ็นเซอร์ ประกอบด้วยเซ็นเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ เซ็นเซอร์วัดค่าอุณหภูมิของน้ำ เซ็นเซอร์วัดค่าความขุ่นของน้ำ เซ็นเซอร์วัดของแข็งและสารละลายของน้ำ โดยจะทำการทดลองตรวจวัดคุณภาพน้ำกับเครื่องมาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษและสิ่งแวดล้อมที่ 5 (นครปฐม) ณ จุด จุดเดียวกัน เพื่อหาประสิทธิภาพของน้ำและสถานี จากนั้นข้อมูลตัวเลขของค่าคุณภาพน้ำที่วัดได้ จะเก็บบันทึกไว้ในเครื่อง (Data Logger) และส่งข้อมูลไปยัง Cloud Server แสดงผลข้อมูลที่ได้แบบ Real Time และสามารถแจ้งเตือนเมื่ออยู่ในสถานะผิดปกติ

คำสำคัญ: สถานีวัดคุณภาพน้ำแบบออนไลน์

1. บทนำ

น้ำ หรือแหล่งน้ำมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตไม่ว่าจะเป็นมนุษย์ สัตว์ หรือพืช ในอดีตนั้นน้ำหรือแหล่งน้ำไม่ว่าจะเป็นน้ำผิวดิน น้ำใต้ดินน้ำชายฝั่ง และน้ำทะเล จะไม่น่าเสียหรือเกิดภาวะมลพิษ เนื่องจากธรรมชาติสามารถปรับสภาพความสมดุลและฟื้นฟูตัวเองได้ระดับหนึ่ง ทำให้เกิดการหมุนเวียนแม้จะมีการปนเปื้อนจากมลพิษต่าง ๆ แต่ก็มีปริมาณน้อย น้ำจึงสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อย่างเหมาะสม เมื่อมีความเจริญเติบโตของสังคมจนเกิดเป็นชุมชนมีการพัฒนาด้านอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และพาณิชยกรรม ทำให้ธรรมชาติไม่สามารถปรับเปลี่ยนหมุนเวียนฟื้นตัวเองได้ทัน ปัญหาน้ำเน่าเสียในแหล่งน้ำจึงเกิดขึ้นและก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศวิทยาของสิ่งมีชีวิตในลุ่มน้ำ รวมทั้งการใช้ประโยชน์ของแหล่งน้ำนั้น ๆ ด้วย

ดังนั้น การตรวจสอบคุณภาพน้ำจึงเป็น กิจกรรมที่สำคัญต่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำเพื่อทราบถึงสถานภาพของแหล่งน้ำในปัจจุบันปัญหาหรือแนวโน้มของปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคตซึ่งเมื่อได้ข้อเท็จจริงแล้วจะนำไปสู่การสร้างแนวทางปฏิบัติในการวางแผนจัดการคุณภาพน้ำ การแก้ไขและป้องกันผลกระทบที่เกิดจากมลพิษในแหล่งน้ำนั้นได้ทันทั่วทั้งที่ก่อนที่น้ำหรือแหล่งน้ำนั้นจะเปลี่ยนแปลงไป หรือก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้ประโยชน์

ทางผู้จัดทำจึงขอเสนอโครงการสถานีวัดคุณภาพน้ำแบบออนไลน์และระบบบันทึกและส่งข้อมูลโดยตั้งค่าให้เก็บตัวอย่างน้ำทุก ๆ 30 นาที ตัวอย่างน้ำจะถูกส่งไปตรวจวัดคุณภาพน้ำในพารามิเตอร์ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH) อุณหภูมิ (Temp) ความขุ่น (Turbidity) และสารละลาย(TDS)โดยข้อมูลตัวเลขของค่าคุณภาพน้ำที่วัดได้ จะเก็บบันทึกไว้ในเครื่อง(Data Logger)และส่งข้อมูลไปยัง Cloud Server แสดงผลข้อมูลที่ได้แบบ Real Time และสามารถแจ้งเตือนเมื่อมีความผิดปกติอัตโนมัติในรูปแบบไฟแจ้งเตือนและระบบส่งข้อความสั้นๆ

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 2.1 เพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำ
- 2.2 เพื่อเก็บข้อมูลที่สถานีและServerแล้วสามารถดูข้อมูลย้อนหลัง
- 2.3 เพื่อแจ้งเตือนคุณภาพน้ำเมื่ออยู่ในวิกฤติ

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 คุณภาพน้ำ

เกษม จันทรแก้ว (2526) กล่าวว่า คุณภาพน้ำ หมายถึง ความเหมาะสมของน้ำเพื่อใช้ใน กิจกรรมของมนุษย์กล่าวอีกนัยหนึ่ง หมายถึงคุณภาพน้ำนั้นจะเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของมนุษย์ ที่ใช้เฉพาะกิจหรือเป็นกรณีไป เช่น คุณภาพน้ำเพื่อใช้ดื่มย่อมต้องมีคุณภาพสูงหรือดีที่สุด ส่วนคุณภาพน้ำเพื่อการเกษตรกรรมย่อมมีคุณภาพต่ำกว่า เป็นต้น ซึ่งคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำ ธรรมชาติ โดยทั่วไปจะเปลี่ยนแปลงไปมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับส่วนประกอบต่าง ๆ ที่เจือปนอยู่ในน้ำ และสภาพแวดล้อมในแต่ละท้องถิ่นที่แตกต่างกัน เช่น สภาพภูมิประเทศ ลักษณะทางธรณีวิทยา การใช้ที่ดินตลอดจนการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่เกี่ยวข้องกับน้ำ สามารถแบ่งคุณภาพน้ำออกเป็นลักษณะใหญ่ ๆ ได้ 3 ลักษณะ คุณภาพน้ำทางกายภาพ , คุณภาพน้ำทางเคมี , คุณภาพน้ำทางชีวภาพ

3.2 การพัฒนาระบบการตรวจสอบคุณภาพน้ำแบบไร้สายโดยใช้ซิกบี

งานวิจัยนี้เป็นการนำเทคโนโลยีสื่อสารแบบไร้สายโดยใช้ซิกบี เพื่อพัฒนาระบบการตรวจสอบคุณภาพน้ำ โดยการรับส่งข้อมูลด้วยคลื่นความถี่วิทยุตามมาตรฐานโปรโตคอล IEEE 802.15.4 ย่านความถี่ 2.4GHz โดยใช้บอร์ดอาดูโนควบคุมการทำงานของระบบและโมดูลรับส่งสัญญาณไร้สายแพร่กระจายสัญญาณจากตัวรับรู้ระดับ อุณหภูมิและค่าความเป็นกรดต่างของน้ำจากแหล่งน้ำหนองหาน อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร

3.3 สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำอัตโนมัติ(คบ.5)

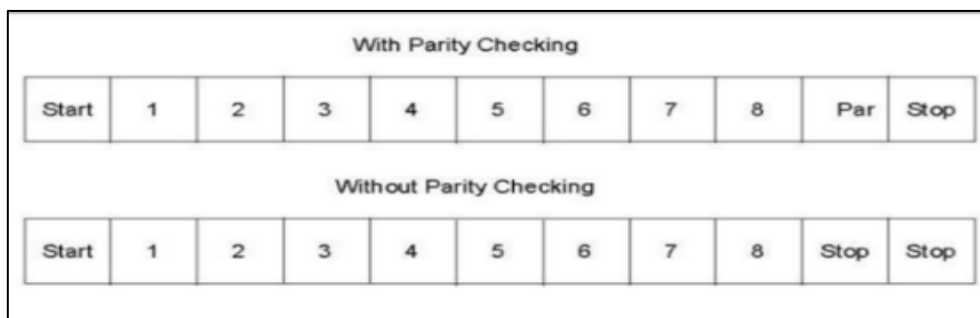
เป็นระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำที่มีลักษณะเป็นสถานีขนาดเล็ก ยกสูงขึ้นจากพื้น โดยภายในจะมีบิ๊มป์ที่สูบน้ำตัวอย่างจากแหล่งน้ำขึ้นมาทุกๆ 30 นาที และจะมีหัววัดคุณภาพน้ำและส่งผลไปยังระบบฐานข้อมูลออนไลน์ ซึ่งคุณภาพน้ำที่ตรวจวัดได้แก่ อุณหภูมิของน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และความขุ่นของน้ำ ซึ่งเราสามารถเข้าไปดูข้อมูลได้ที่ “ระบบฐานข้อมูลคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินทั่วประเทศ” ปัญหาของสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำอัตโนมัติ ข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพน้ำยังไม่ Realtime กราฟและแดชบอร์ดแสดงข้อมูลคุณภาพน้ำยังไม่น่าสนใจ ตัวสถานีมีขนาดใหญ่และใช้พลังงานเยอะ



ภาพที่ 1 สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำอัตโนมัติ

3.4 Modbus

Modbus คือ โพรโทคอลการสื่อสารที่พัฒนาขึ้นโดยบริษัท Modicon systems ด้วยรูปแบบง่าย ๆ เป็นรูปแบบการส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์ที่ต้องการข้อมูลเราเรียกว่า Modbus Master ส่วนอุปกรณ์ที่ให้ข้อมูลที่ต้องการเราเรียกว่า Modbus slave ซึ่ง Modbus RTU ช่วยให้การสื่อสารระหว่างอุปกรณ์จำนวนมากที่เชื่อมต่อกับเครือข่ายเดียวกันตัวอย่างเช่น ระบบที่วัดอุณหภูมิและความชื้น และสื่อสารผลไปยังคอมพิวเตอร์ Modbus มักจะถูกใช้ในการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับตู้ควบคุมกับหน่วยสถานีระยะไกล ในการควบคุมกับตู้ควบคุมและการเก็บข้อมูลระบบ



ภาพที่ 2 ลักษณะข้อมูลแต่ละไบต์ของ Modbus RTU

3.5 RS-485

หลักการทำงานของ RS485 (ย่อมาจาก: Recommended Standard no. 485) คือมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลดิจิทัลแบบอนุกรม (serial communication) มาตรฐาน RS485 ถูกใช้อย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากสามารถส่งสัญญาณได้ไกลและยังสามารถส่งพร้อม ๆ กันได้หลายจุด



ภาพที่ 3 การเชื่อมต่อ RS485 ระหว่างมือวัดกับตัวแปลงสัญญาณ

3.6 เซ็นเซอร์

ก. เซ็นเซอร์วัดค่าความเป็นกรดต่าง (pH Sensor; ชนิด CMOS ISFET) พร้อมกล่องวงจรขยายสัญญาณ สัญญาณเอาต์พุตเป็นแบบ Analog (0-1023) ใช้ไฟเลี้ยง 5 โวลต์ มีความแม่นยำ $\pm 0.1\text{pH}$ (25 °C) ค่าความเป็นกรดต่างของน้ำโดยทั่วไปจะอยู่ช่วง 0-14 เซ็นเซอร์เป็นกรดต่างของน้ำใช้ความต้านทานระหว่างขา source กับขา drain ในการควบคุมความต่างศักย์ เมื่อเซ็นเซอร์สัมผัสน้ำจะเกิดความต่างศักย์ซึ่งมีค่าแปรผันตามชนิดของสารละลาย

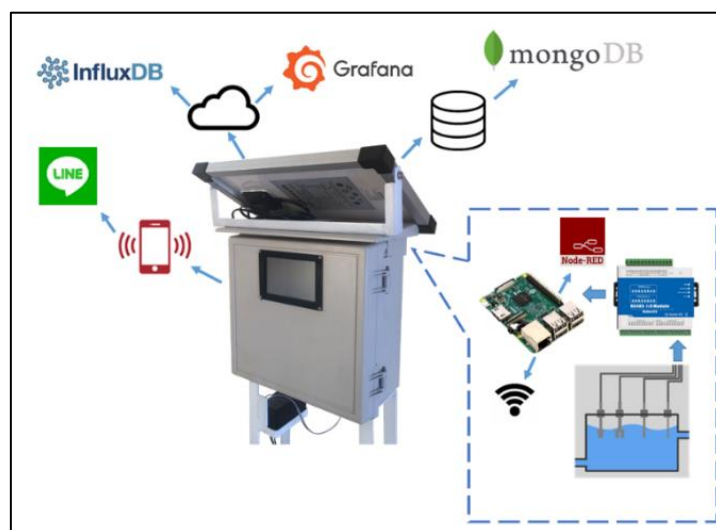
ข. เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิของน้ำ (Temperature) Temperature sensor with steel head เป็นหัว Sensor ที่ใช้วัดอุณหภูมิด้วยหลักการ ค่าความต้านทานแปรผันเชิงเส้น (linear resistor) เป็นหลักการเหมือนกับ Sensor จำพวก PT100 แต่มีช่วงการวัดต่ำกว่า คือ -25 องศาเซลเซียส ถึง 125 องศาเซลเซียส ใช้ไฟเลี้ยงช่วง 3.0 ถึง 5.5 โวลต์

ค. เซ็นเซอร์วัดค่าสารละลายในน้ำ TDS (TDS Total Dissolved Solids) พร้อมกล่องวงจรขยายสัญญาณ สัญญาณเอาต์พุตเป็นแบบ Analog (0-1023) ใช้ไฟเลี้ยง 3.3 - 5 โวลต์ มีความแม่นยำ $\pm 10\%$ FS. (25 ° C) ค่าสารละลายในน้ำโดยทั่วไปอยู่ในจะอยู่ในช่วง 0 - 1000ppm เมื่อเซ็นเซอร์สัมผัสน้ำจะเกิดความต่างศักย์ซึ่งมีค่าแปรผันตามชนิดของสารละลาย

ง. เซ็นเซอร์วัดความขุ่น (Analog Turbidity Sensor Module) พร้อมวงจรขยายสัญญาณ สัญญาณเอาต์พุตเป็นแบบ Analog (0-1023) ใช้ไฟเลี้ยง 5 โวลต์ โมดูลเซนต์เซอร์วัดระดับความขุ่นของน้ำ โดยจะวัดค่าแสงที่หักเหในน้ำ แปลงเป็นค่าความขุ่นให้เอาต์พุตแบบ Analog ค่า 0 - 4.5 โวลต์ ที่ขา A และแบบ digital ที่ขา D ปรับความไวได้ที่ตัวต้านทานปรับค่าได้บนบอร์ดโมดูลใช้ไฟเลี้ยง 5 โวลต์ กระแสสูงสุด 40mA ความไวในการวัด <500 MS

4. วิธีดำเนินการวิจัยและระบบการทำงาน

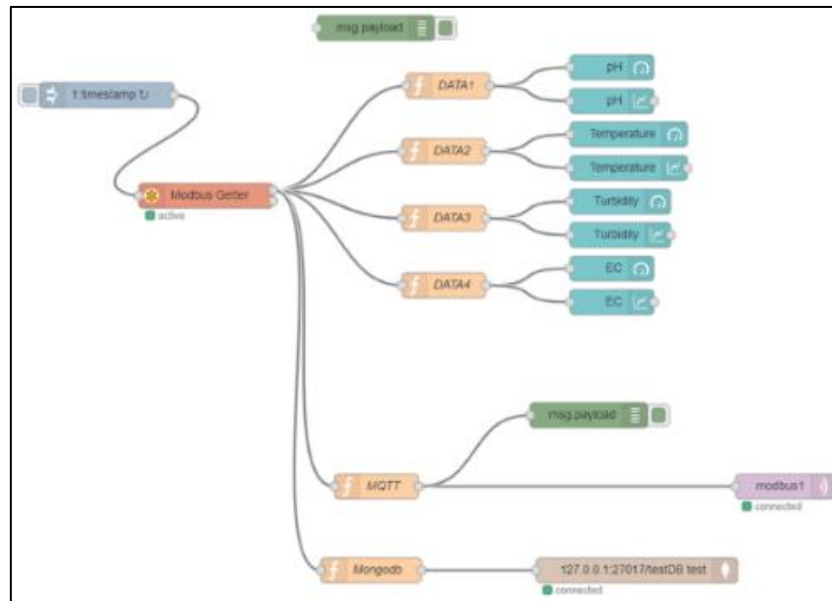
การออกแบบและการทำงานของระบบการตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้ Modbus RTU ดังภาพที่ 4 ประกอบด้วย ประกอบด้วย บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก 1 ตัว โมดูลตัวรับสัญญาณ RS485 1 ตัว Modbus Remote IO Module รุ่น M160 1 ตัว สำหรับการตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้ เซ็นเซอร์ ประกอบด้วย เซ็นเซอร์วัดค่าความเป็นกรดด่างของน้ำ เซ็นเซอร์วัดค่าอุณหภูมิของน้ำ เซ็นเซอร์วัดค่าความขุ่นของน้ำ เซ็นเซอร์วัดค่าสารละลายของน้ำ อย่างละ 1 ตัว ตัวอย่างน้ำจะถูกตรวจวัดด้วยเซ็นเซอร์วัดคุณภาพน้ำที่ติดอยู่กับสถานีเพื่อตรวจวัดคุณภาพน้ำแต่ละพารามิเตอร์ เมื่อตรวจวัดเสร็จผลการตรวจวัดจะปรากฏที่หน้าจอที่สถานีตรวจวัดและจะมีการส่งข้อมูล ออนไลน์ไปยังกลุ่มเป้าหมายต่าง ๆ ที่กำหนด เช่น เข้าสู่ศูนย์กลางข้อมูลที่กรมควบคุมมลพิษ หรือมือถือ ของบุคคลต่าง ๆ ที่รับผิดชอบถ้าข้อมูลแต่ละพารามิเตอร์เกินมาตรฐานกำหนดจะมีการส่งสัญญาณเตือนข้อความเข้ามือถือของบุคคลต่าง ๆ ที่รับผิดชอบ ตามที่เรากำหนด



ภาพที่ 4 ระบบการทำงานของสถานีวัดคุณภาพ

ขั้นตอนในการพัฒนาระบบ

1) ใช้ Node-red อ่านค่า Analog จาก Modbus RTU ผ่าน USB RS485 โดยการทำงานคือ อ่านพารามิเตอร์แต่ละ Address ของอุปกรณ์ และเอามาแสดงที่ Debug Messages โดยจะอ่าน Address ของ Modbus ทั้งหมด 4 register เมื่ออ่านค่าแต่ละตัวมาได้แล้วจะแสดงที่ Dashboard โดยโฟลว์แสดงดังรูปด้านล่าง



ภาพที่ 5 แสดงโฟลว์การทำงานของสถานีวัดคุณภาพน้ำ

2) เลือกที่ Inject ให้ตั้งค่าเป็นทำงานทุก ๆ 5 วินาที Modbus Flux Getter เมื่อรับ Request มาแล้วจะทำการส่ง Request ไปยัง RS485 to USB ส่งไปยัง Modbus RTU ทุกตัวเมื่อได้รับแล้วจะตรวจสอบ Unit id ว่าตรงกับตัวเองไหมถ้าตรงก็จะทำการ Response กลับไปการตั้งค่า Modbus Flux Getter มีดังนี้

ก. ให้ทำการตั้งค่า Server คลิกที่รูปดินสอที่ Server

ข. ให้ทำการตั้งค่าดังรูปด้านล่างโดย Serial port ให้ใช้ /dev/ttyUSB0 และ Baud rate 9600 จากนั้น Unit-Id ให้ใส่เป็น 1 กด Update

ภาพที่ 6 แสดงหน้าต่างตั้งค่า Serial port

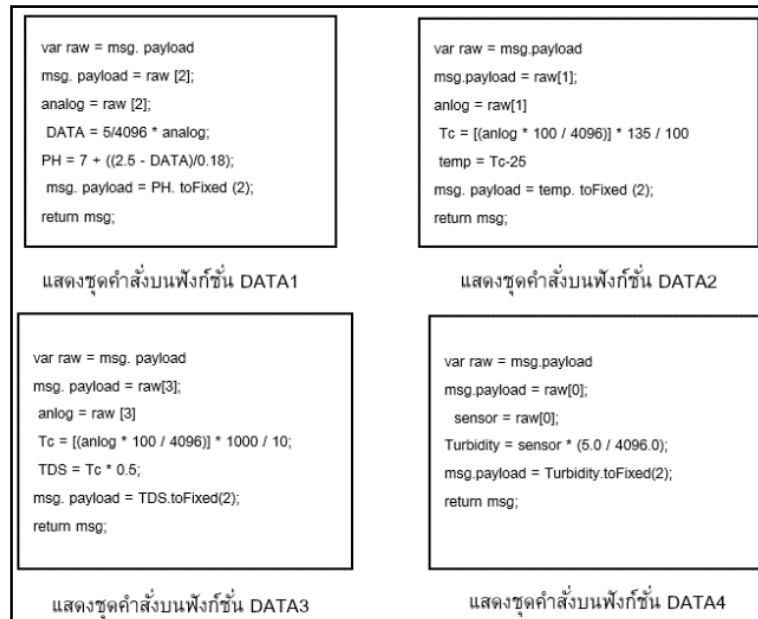
3) Function Node ให้เขียนชุดคำสั่งด้านล่างนี้

ก. ชุดคำสั่งที่ 1 สำหรับโหนดที่ชื่อว่า DATA1 ใช้สร้าง payload ส่งค่าพารามิเตอร์

ข. ชุดคำสั่งที่ 2 สำหรับโหนดที่ชื่อว่า DATA2 ใช้สร้าง payload ส่งค่าพารามิเตอร์

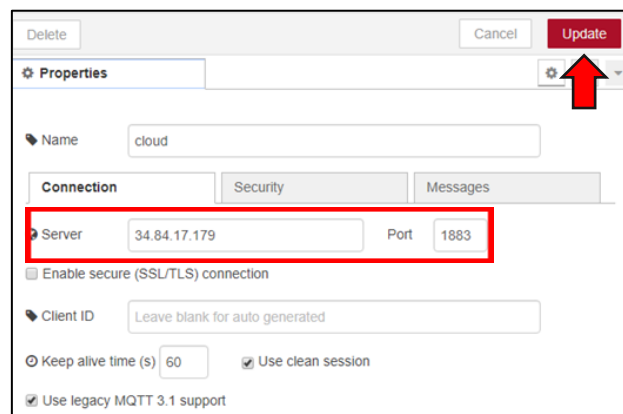
ค. ชุดคำสั่งที่ 3 สำหรับโหนดที่ชื่อว่า DATA3 ใช้สร้าง payload ส่งค่าพารามิเตอร์

ง. ชุดคำสั่งที่ 4 สำหรับโหนดที่ชื่อว่า DATA4 ใช้สร้าง payload ส่งค่าพารามิเตอร์



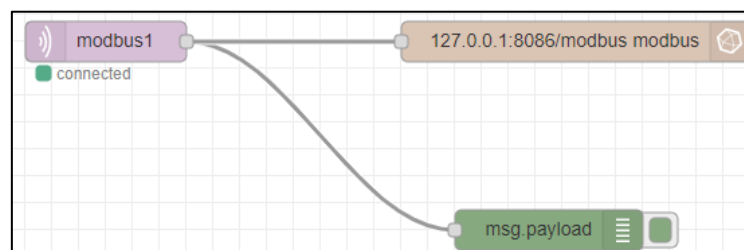
ภาพที่ 7 แสดงชุดคำสั่งสูตรการคาร์ิเบค่าแต่ละregister

4) การส่งข้อมูลจาก raspberry pi ไปยัง Server โดยใช้ Protocol MQTT ให้ใส่ topic เป็น modbus1 จากนั้นให้กำหนด Server เป็น 34.84.17.179 และ port 1883 แล้วให้กด update



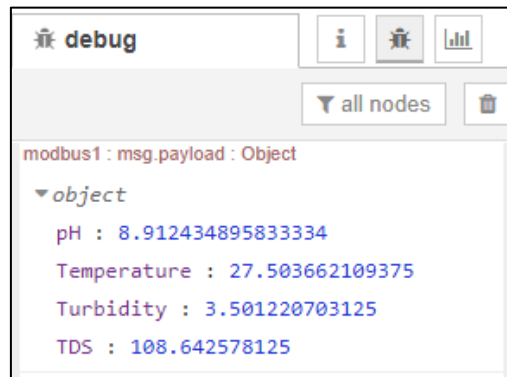
ภาพที่ 8 แสดงหน้าต่างตั้ง port ใน ras pi

5) ให้เปิด Node-red ที่ติดตั้งบน GCP และลากโหนด MQTT IN จากนั้นให้ไปต่อกับ debug ดังรูปด้านล่าง



ภาพที่ 9 แสดงโฟลว์การส่งข้อมูลจาก node-red มายัง GCP

6) ให้ดูที่ Debug บนข้อมูลจะส่งจาก raspberry pi มาที่ Node-red บน google cloud platform



ภาพที่ 10 แสดงข้อมูลที่อยู่ใน debug

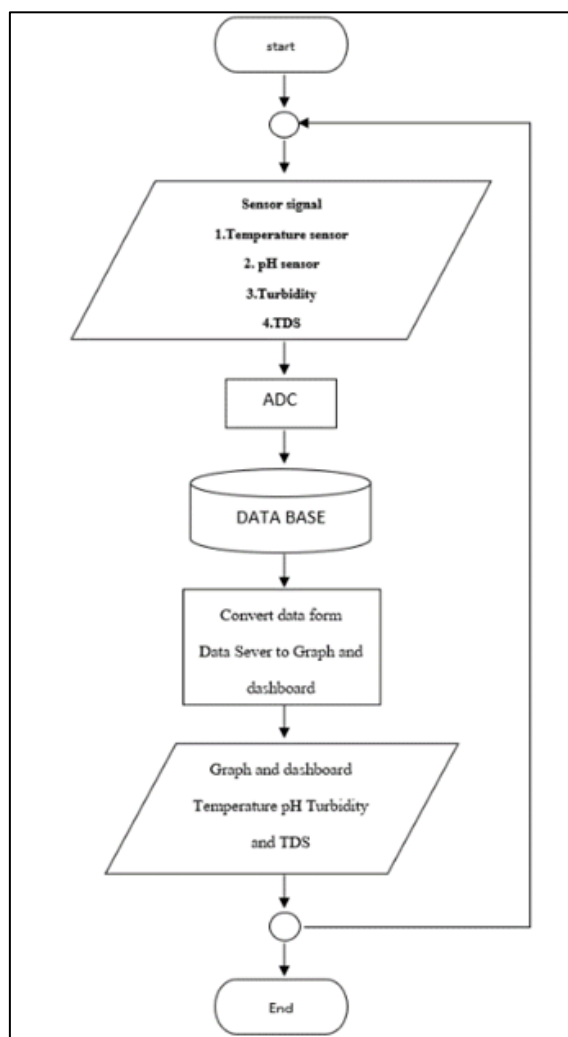
7) ให้ทำการเพิ่มฐานข้อมูล InfluxDB จากนั้นให้ตั้งค่าดังรูปแต่จะเปลี่ยน URL เป็น IP ของ Server ที่ติดตั้ง InfluxDB ตั้งค่าพอร์ต 8086 ให้ตั้งชื่อของ Data Sources และ Database ชื่อว่า modbus เป็นชื่อฐานข้อมูลที่สร้างไว้

8) สร้าง Dashboard บน Grafana ให้คลิกที่ Choose Visualization จากนั้นให้เลือก Graph ให้เลือก Data Sources ชื่อที่เราตั้งไว้จากตัวอย่างให้ชื่อว่า “modbus”



ภาพที่ 11 แสดงกราฟข้อมูลผ่าน Grafana

ผังขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม



ภาพที่ 12 การแปลงค่าและส่งเพื่อเก็บเป็นฐานข้อมูลและแสดงผลเป็นกราฟ

5. ผลการดำเนินงาน

การทดลองตรวจสอบเครื่องวัดคุณภาพน้ำแบบออนไลน์กับเครื่องมาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษและสิ่งแวดล้อมที่ 5 (นครปฐม) ผู้วิจัยได้แสดงการทดลองหาประสิทธิภาพของของสถานีโดยทำการตรวจสอบน้ำใน ณ จุด จุดเดียวกัน มีดังนี้ อุณหภูมิของน้ำ ความเป็นกรดต่าง ค่าของแข็งและสาร ค่าความขุ่น ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลการตรวจสอบของเครื่องตรวจสอบคุณภาพน้ำอัตโนมัติ(คป.5)

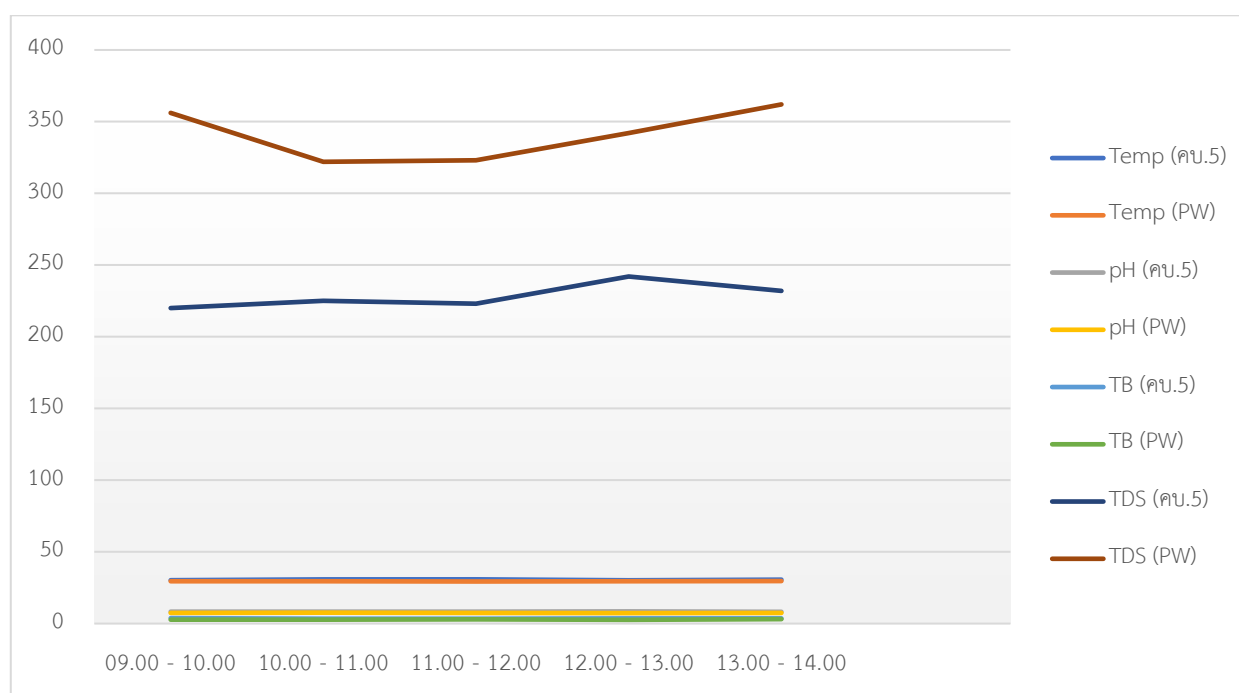
สถานี	วันที่	เวลา	อุณหภูมิ	กรด-ต่าง (pH)	ความขุ่น	สารละลาย
คป.5	22 - 12 - 2019	10:00	30.25	8.4	3.80	220
คป.5	22 - 12 - 2019	11:00	30.82	8.3	3.41	225
คป.5	22 - 12 - 2019	12:00	30.75	8.4	3.50	223
คป.5	22 - 12 - 2019	13:00	30.26	8.5	3.58	242
คป.5	22 - 12 - 2019	14:00	30.56	8.2	3.60	232

จากตารางที่ 1 การตรวจสอบคุณภาพน้ำของเครื่องมาตรฐาน ในช่วงเวลา 10.00 น. ถึง 14.00 มีค่าอุณหภูมิของน้ำเฉลี่ย 30.5 ค่าเบี่ยงเบน 0.266 ค่าความเป็นกรดต่างของน้ำเฉลี่ย 8.36 ค่าเบี่ยงเบน 0.114 ค่าความขุ่นของน้ำเฉลี่ย 3.57 ค่าเบี่ยงเบน 0.144 และค่าของแข็งและสารของน้ำเฉลี่ย 228.4 ค่าเบี่ยงเบน 8.79

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลการตรวจสอบของเครื่องสถานวัดคุณภาพน้ำแบบออนไลน์

สถานี	วันที่	เวลา	อุณหภูมิ	กรด-ต่าง (pH)	ความขุ่น	สารละลาย
PW	22 - 12 - 2019	10:00	29.45	7.4	2.80	356
PW	22 - 12 - 2019	11:00	29.62	7.6	2.70	322
PW	22 - 12 - 2019	12:00	29.35	7.4	2.98	323
PW	22 - 12 - 2019	13:00	29.43	7.3	2.63	342
PW	22 - 12 - 2019	14:00	29.66	7.5	3.10	362

จากตารางที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพน้ำของสถานีวัดคุณภาพน้ำ ในช่วงเวลา 10.00 น. ถึง 14.00 มีค่าอุณหภูมิของน้ำเฉลี่ย 29.5 ค่าเบี่ยงเบน 0.132 ค่าความเป็นกรดต่างของน้ำเฉลี่ย 7.4 ค่าเบี่ยงเบน 0.114 ค่าความขุ่นของน้ำเฉลี่ย 2.84 ค่าเบี่ยงเบน 0.195 และค่าของแข็งและสารของน้ำเฉลี่ย 341 ค่าเบี่ยงเบน 18.38



ภาพที่ 15 กราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

6. สรุปและอภิปราย

งานวิจัยนี้ทำการทดสอบหาประสิทธิภาพของสถานีวัดคุณภาพน้ำแบบออนไลน์กับเครื่องมาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ ทำการตรวจวัด ณ จุด จุดเดียวกัน โดยใช้ Modbus RTU ประกอบด้วยประกอบด้วย บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก 1 ตัว โมดูลตัวรับสัญญาณ RS485 1 ตัว Modbus Remote IO Module รุ่น M160 1 ตัว สำหรับการตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้ เซ็นเซอร์ ประกอบด้วย เซ็นเซอร์วัดค่าความเป็นกรดต่างของน้ำ เซ็นเซอร์วัดค่าอุณหภูมิของน้ำ เซ็นเซอร์วัดค่าความขุ่นของน้ำ เซ็นเซอร์วัดค่า

สารละลายของน้ำ อย่างละ 1 ตัวจากนั้นข้อมูลตัวเลขของค่าคุณภาพน้ำที่วัดได้ จะเก็บบันทึกไว้ในเครื่อง (Data Logger) อีกทั้งยังดูแลรักษาง่ายเนื่องจากอุปกรณ์มีขนาดเล็ก ราคาถูก ผลการทดลองหาความผิดพลาดกับเครื่องมาตรฐาน ดังนี้ ผลการวัดค่าค่าอุณหภูมิ มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.725 ผลการวัดค่าความเป็นกรดด่าง มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.650 ผลการวัดค่าความขุ่น มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.520 ผลการวัดค่าสารละลาย มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 79.62 จากนั้นข้อมูลจะถูกไปยัง Cloud Server แสดงผลข้อมูลที่ได้แบบ Real Time ในรูปแบบภาพ และสามารถแจ้งเตือนเมื่ออยู่ในสถานะผิดปกติ และสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์และใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่าง ๆ ได้

7. ข้อเสนอแนะ

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการปรับพารามิเตอร์ของ Modbus RTU เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลลัพธ์ให้มีความแม่นยำมากขึ้น
2. ในการดำเนินงานวิจัยนี้ได้ใช้เซนเซอร์ที่มีคุณภาพต่ำเนื่องด้วยงบประมาณจำกัด หากต้องการนำอุปกรณ์ไปติดตั้งจริงควรใช้เซนเซอร์ที่มีมาตรฐานอุตสาหกรรมเพื่อความแม่นยำของผลลัพธ์ที่มากขึ้น

8. เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2562). *สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำอัตโนมัติ(คบ.5)*. สืบค้น 25 ธันวาคม 2562, จาก [http://hydrology.go.th/sediment-wq/index.php/th/2017-11-13-04-49-29/pcd rid](http://hydrology.go.th/sediment-wq/index.php/th/2017-11-13-04-49-29/pcd%20rid).
- เกษม จันทรแก้ว. (2526). *คุณภาพน้ำ*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สรวิชัย บุญเกิดรัมย์. (2559). *การพัฒนากระบวนการตรวจสอบคุณภาพน้ำแบบไร้สายโดยใช้ซิกบี*. มหาวิทยาลัยสุโขทัยนคร
- ศิริพล กำแพงทอง. (2557). *การเฝ้าระวังคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา*. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต(การจัดการสิ่งแวดล้อม)
- สายธาร ทองพร้อม. (2553). *การตรวจสอบคุณภาพน้ำคลองบางใหญ่*. มหาวิทยาลัยทักษิณ

การประยุกต์ใช้สีธรรมชาติจากมะขามแดง (*Tamarindus indica* L.)

สำหรับการย้อมสีเนื้อเยื่อพืชและโครโมโซมจากปลายรากหอม

Utilization of natural color from red tamarind (*Tamarindus indica* L.)

for staining plant tissue and staining mitotic chromosomes.

อมรรัตน์ บุญนา¹, จุฑารัตน์ อ่อนน่วม² และ อีรารัตน์ แชมชัยพร^{3*}

Amonrat Bhunna¹, Jutharat Onnuam² and Teerarat Chaemchaiyaporn^{3*}

^{1, 2, 3} สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการสกัดสีธรรมชาติจากมะขามแดง เพื่อนำมาใช้ในการย้อมสีเนื้อเยื่อพืชและโครโมโซมจากปลายรากหอม และทดแทนการใช้สีสังเคราะห์ที่มีราคาแพงและเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม งานวิจัยนี้เพื่อทดสอบหาตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารสีจากฝักมะขามแดงโดยใช้ตัวทำละลาย 5 ชนิด ได้แก่ น้ำกลั่น เอทานอล เมทานอล กรดอะซิติก และกรดไฮโดรคลอริก 0.1 % ในเมทานอล ที่อัตราส่วน 1:3 (กรัม/มิลลิลิตร) จากการทดสอบพบว่า สารสกัดจากมะขามแดงที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริก 0.1 % ในเมทานอล สามารถย้อมติดสีเนื้อเยื่อลำต้นหอมได้อย่างชัดเจน โดยมีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 ส่วนการย้อมสีโครโมโซมจากปลายรากหอม พบว่าสารสกัดสีจากมะขามแดงด้วยเมทานอล สามารถย้อมสีโครโมโซมจากปลายรากหอมได้ชัดเจนที่สุด โดยมีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 และเมื่อนำสารสกัดไปหาวิธีการเก็บรักษาด้วยกระบวนการทำให้แห้งแบบเยือกแข็ง (freeze dryer) พบว่าสีของสารสกัดที่ได้จากตัวทำละลายทั้งสองชนิดมีประสิทธิภาพในการย้อมสีเนื้อเยื่อลำต้นหอมและโครโมโซมจากปลายรากหอมได้ใกล้เคียงกับสีย้อม safranin o และ carbol fuchsin

คำสำคัญ: โครโมโซมพืช เนื้อเยื่อพืช มะขามแดง สีย้อมธรรมชาติ

Abstract

The purpose of these experiments explored the appropriate solvent to extract the red tamarind pods dye with 5 solvent types, distilled water, ethanol, methanol, acetic acid and hydrochloric acid 0.1 % in methanol with the ratio of 1:3 (plant weight (gram):quantity of solvent (milliliter)). The results showed that red tamarind was extracted with hydrochloric acid 0.1% in methanol produced the most effective in plant staining tissue and the average satisfaction was 4.42. While the extract from red tamarind with methanol could stain the chromosome and the average satisfaction was 4.56. The extract was also selected for freeze-drying. The efficiency of dyes in staining plant tissue and chromosome staining of mitotic cell division were compared. The research result showed that the staining dye obtained from red tamarind can stained plant tissue and mitotic cell division. The red tamarind dyeing color extract is similar to safranin o and carbol fuchsin. This dye can be replaced chemical dyes.

Keywords: Plant chromosomes; Plant tissues; Red Tamarind; Natural dyes

* Corresponding author : teerarat_61@hotmail.com

1. บทนำ

การศึกษากายวิภาคของพืชและการศึกษาโครโมโซมในวิชาชีววิทยานั้นจำเป็นต้องใช้สีย้อมเพื่อให้เห็นโครงสร้างภายในเนื้อเยื่อพืชและระยะการแบ่งเซลล์ที่ชัดเจนภายใต้การศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ สีย้อมที่นิยมนำมาใช้ในการศึกษากายวิภาคของพืชในห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา คือ สีซาฟานิน (safranin o) และสีฟาสต์กรีน (fast green) เป็นต้น ส่วนสีที่นิยมใช้ย้อมสีโครโมโซมเพื่อดูระยะการแบ่งเซลล์ คือ สีอะซิโตคาร์มีน (acetocarmine) และสีอะซิโตออร์ซิน (acetoorcein) เป็นต้น สีย้อมดังกล่าวเป็นสีสังเคราะห์ซึ่งมีราคาค่อนข้างสูง และยังต้องสั่งซื้อมาจากต่างประเทศ อีกทั้งยังเป็นสารเคมีที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายของมนุษย์ [4] ในปัจจุบันจึงได้มีการนำสีจากธรรมชาติมาเป็นสีย้อม ตัวอย่างเช่น การสกัดสีย้อมจากแบล็คเบอร์รี่สามารถนำมาใช้ในการย้อมสีโครโมโซมของปลายรากหอมได้ ซึ่งสีย้อมจากแบล็คเบอร์รี่นี้มีคุณภาพใกล้เคียงกับสีสังเคราะห์จากสารเคมี [3] นอกจากนี้ยังมีการนำข้าวเหนียวดำ และผลหม่อน [2] มาใช้ย้อมสีโครโมโซมจากปลายรากหอมได้เช่นกัน

มะขามแดง (*Tamarindus indica* L.) เป็นพืชที่จัดอยู่ในวงศ์ถั่ว (FABACEAE หรือ LEGUMINOSAE) มีลักษณะเด่น คือ จะมีเนื้อของผลในฝักเป็นสีแดงเข้ม และมีรสเปรี้ยว นิยมนำมาแปรรูปเป็นน้ำมะขามเพื่อจำหน่าย ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงสนใจจะสกัดสีจากฝักมะขามแดงเพื่อนำมาพัฒนาเป็นสีย้อมชนิดสีแดง และเพื่อให้เห็นคุณค่าจากการใช้ประโยชน์จากพืชท้องถิ่น อีกทั้งยังเป็นการนำวัสดุจากท้องถิ่นมาเพิ่มมูลค่า ลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อสารเคมี และมีความปลอดภัยสำหรับผู้ที่ใช้สีอีกด้วย

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1. เพื่อคัดเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อมจากฝักมะขามแดง
- 2.2. ทดลองการเก็บรักษาสีย้อมจากฝักมะขามแดง เพื่อสะดวกในการใช้งานและคงสภาพของสีย้อม
- 2.3 เพื่อพัฒนาสีย้อมจากฝักมะขามแดงสำหรับการย้อมสีเนื้อเยื่อพืชและย้อมสีโครโมโซมจากปลายรากหอม

3. ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการสกัดสีย้อมจากมะขามแดง ด้วยตัวทำละลาย 5 ชนิด ได้แก่ น้ำกลั่น กรดอะซิติก กรดไฮโดรคลอริก 0.1 % ในเมทานอล เมทานอล และ เอทานอล โดยนำมาทดสอบการย้อมสีกับเนื้อเยื่อลำต้นหม่อนน้อยและโครโมโซมปลายรากหอมแดง โดยวิธีการดำเนินการวิจัยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง คือ

3.1 การทดลองที่ 1 การคัดเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารสีจากมะขามแดง

- 1) การเตรียมตัวอย่างพืชที่นำมาสกัดสารสี

นำผลมะขามแดงล้างน้ำให้สะอาดแล้วนำไปผึ่งให้แห้ง หลังจากนั้นนำไปปั่นให้ละเอียด และนำไปชั่งน้ำหนัก และบรรจุลงบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร นำตัวทำละลายแต่ละชนิดใส่ลงไปในบีกเกอร์ โดยใช้อัตราส่วน 1:3 [น้ำหนักพืช (กรัม): ตัวทำละลาย (มิลลิลิตร)] เก็บที่อุณหภูมิห้องทิ้งไว้ข้ามคืน หลังจากนั้นนำมากรองด้วยผ้าขาวบางและกระดาษกรอง whatman เบอร์ 93 ก่อนนำไปทดสอบการย้อมเนื้อเยื่อพืชและโครโมโซมจากปลายรากหอม

- 2) การเตรียมสไลด์ของเนื้อเยื่อพืชและโครโมโซม

เตรียมตัวอย่างเนื้อเยื่อพืชใบเลี้ยงคูกุ โดยใช้ลำต้นหม่อนน้อยมาเตรียมทำสไลด์โดยใช้วิธี wet mount

สำหรับการเตรียมตัวอย่างโครโมโซม นำหัวหอมแดงที่เพาะในน้ำกลั่น 3 วันมาตัดปลายรากให้ได้ความยาวประมาณ 2-3 มิลลิเมตร ใช้ปากคีบ คีบปลายรากหอม 1-2 ชิ้น ใส่ลงในหลอด eppendorf ที่บรรจุกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 1 N แล้วแช่หลอด eppendorf ใน water bath ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 นาที หลังจากนั้นล้างปลายรากหอมด้วยน้ำกลั่น

- 3) ขั้นตอนการย้อมสีเนื้อเยื่อพืชและโครโมโซมจากปลายรากหอมด้วยสารสกัด

การย้อมเนื้อเยื่อพืช นำสารสกัดจากผลมะขามแดงที่สกัดด้วยตัวทำละลายแต่ละชนิดมาหยดลงบนเนื้อเยื่อพืชประมาณ 2-3 หยด ทิ้งไว้ 5 นาที หลังจากนั้นปิดด้วยกระจกปิดสไลด์แล้วทำการบันทึกภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ พร้อมถ่ายภาพการย้อมสี

โครโมโซมจากปลายรากหอม นำปลายรากที่เตรียมไว้วางลงบนสไลด์ แล้วนำสารสกัดจากผลมะขามแดงที่สกัดด้วยตัวทำละลายแต่ละชนิดมาหยดลงบนโครโมโซม ประมาณ 2-3 หยด ทิ้งไว้ 1-2 นาที บีบเนื้อเยื่อด้วยเข็มเย็บปลายแบนเพื่อให้เซลล์กระจายออก ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ เคาะกระจกปิดสไลด์เบา ๆ เพื่อให้เซลล์กระจายออกเรียงตัวเป็นชั้นเดียวให้มากที่สุด แล้วทำการบันทึกภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์ พร้อมถ่ายภาพ

3.2 การทดลองที่ 2 หาวิธีการเก็บรักษาสีย้อมจากฝั่มะขามแดงและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสีย้อมกับสารสังเคราะห์

ทำการคัดเลือกตัวทำละลายที่ดีที่สุดสำหรับการย้อมเนื้อเยื่อพืชมา 1 ชนิด โดยคัดเลือกจากแบบประเมินจำนวน 50 ชุด หลังจากนั้นนำสารสกัดที่คัดเลือกมาหาวิธีการเก็บรักษาสภาพสีของสารสกัดโดยใช้กระบวนการทำให้แห้งแบบเยือกแข็ง ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1) นำสารสกัดจากมะขามแดงมากรองด้วยผ้าขาวบาง และนำไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (rotary evaporator) จากนั้นนำสารสกัดไปเก็บที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

2) นำสารสกัดที่ได้ผ่านกระบวนการทำให้แห้งแบบเยือกแข็งเป็นระยะเวลา 3 วัน หลังจากนั้นนำสารสีที่ได้ไปทดสอบการย้อมสีเนื้อเยื่อพืชเปรียบเทียบกับสารย้อมสีด้วยสี safranin o และทดสอบการย้อมสีโครโมโซมจากปลายรากหอมเปรียบเทียบกับสารย้อมสีด้วยสี carbol fuchsin

4. ผลการวิจัย

ผลของการทดสอบหาตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสีจากมะขามแดง

ผลของการสกัดสีจากฝั่มะขามแดงในการย้อมสีเนื้อเยื่อพืช โดยใช้ตัวทำละลาย 5 ชนิด ได้แก่ น้ำกลั่น เอทานอล เมทานอล กรดอะซิติก และกรดไฮโดรคลอริก 0.1% ในเมทานอล พบว่า สารสกัดจากมะขามแดงในไฮโดรคลอริก 0.1% ในเมทานอล มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจรวมของการย้อมสีติดเนื้อเยื่อลำต้นหอมน้อยสูงที่สุด โดยมีระดับความพึงพอใจเท่ากับ 4.42 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ค่าความพึงพอใจของการย้อมสีเนื้อเยื่อลำต้นหอมน้อยด้วยสารสกัดจากมะขามแดงโดยใช้ตัวทำละลายทั้ง 5 ชนิด

ตัวทำละลาย	ระดับความพึงพอใจในการย้อมสี					ค่าเฉลี่ย
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
น้ำกลั่น	22	11	9	8	0	3.94
กรดอะซิติก	13	13	15	9	0	3.6
เมทานอล	2	4	15	22	7	2.44
เอทานอล	1	9	12	14	14	2.38
กรดไฮโดรคลอริก 0.1% ในเมทานอล	33	10	2	5	0	4.42

และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสีจากสารสกัดมะขามแดงโดยใช้ตัวทำละลายทั้ง 5 ชนิดในการย้อมสีโครโมโซมปลายรากหอม พบว่า สีของสารสกัดจากมะขามแดงที่สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอล จะสามารถย้อมติดสีโครโมโซมปลายรากหอมชัดเจน และมีค่าความพึงพอใจสูงกว่าตัวทำละลายชนิดอื่น ๆ โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจ เท่ากับ 4.56 (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ค่าความพึงพอใจของการติดสีของโครโมโซมปลายรากหอมด้วยสารสกัดจากมะขามแดงโดยใช้ตัวทำละลายทั้ง 5 ชนิด

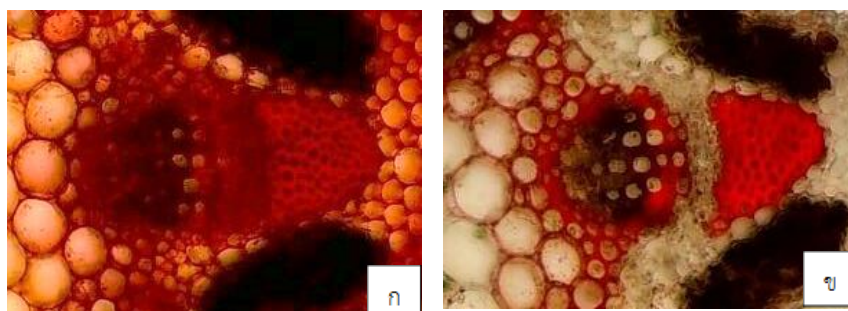
ตัวทำละลาย	ระดับความพึงพอใจในการติดสี					ค่าเฉลี่ย
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
น้ำกลั่น	9	24	12	5	0	3.74
กรดอะซิติก	0	9	6	20	15	2.18
เมทานอล	31	16	3	0	0	4.56
เอทานอล	1	10	25	14	0	2.96
กรดไฮโดรคลอริก 0.1% ในเมทานอล	0	1	7	19	23	1.72

ผลของการเก็บรักษาสี้อมจากฝั่มะขามแดงและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสี้อมกับสารสังเคราะห์

สารสีสกัดจากมะขามแดงที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริก 0.1% ในเมทานอล เมื่อผ่านกระบวนการทำให้แห้งแบบเยือกแข็ง เพื่อการเก็บรักษานั้น พบว่าสารสกัดมีลักษณะเหนียวหนืด สีแดงเข้มและเมื่อนำมาผสมกับน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:1 (กรัม/มิลลิลิตร) พบว่าหลังนำไปย้อมสีเนื้อเยื่อลำต้นหอมอ่อนจะเห็นรายละเอียดของโครงสร้างเนื้อเยื่อลำต้นหอมอ่อนได้ชัดเจนและติดสีใกล้เคียงกับสี้อม safranin o (ภาพที่ 1)

ในส่วนของการย้อมสีโครโมโซมของปลายรากหอมโดยใช้สารสีที่สกัดจากมะขามแดงด้วยตัวทำละลายเมทานอล เมื่อนำสารสกัดไปผ่านกระบวนการทำให้แห้งแบบเยือกแข็งแล้วนำไปย้อมสีโครโมโซมจากปลายรากหอม พบว่าการติดสีของสารสีจากมะขามแดงที่สกัดด้วยเมทานอล สามารถนำมาใช้ในการย้อมสีโครโมโซมของปลายรากหอมได้ดีและทำให้เห็นระยะต่าง ๆ ของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้ชัดเจน และระดับความเข้มของการติดสีของโครโมโซมจะใกล้เคียงกับสี้อมของ carbol fuchsin (ภาพที่ 2)

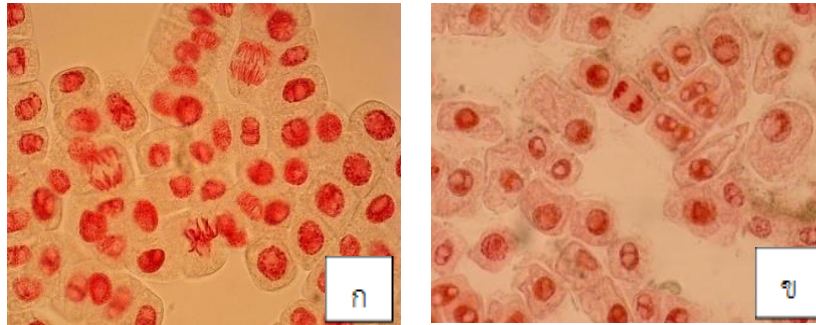
จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการใช้สี้อมจากมะขามแดงสามารถนำมาย้อมสีเนื้อเยื่อพืชและโครโมโซมจากปลายรากหอมได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจิตาภา บุญพันธ์ และคณะ [1] ที่ได้ศึกษาการสกัดสีจากพืชธรรมชาติ 4 ชนิด ได้แก่ เปลือกมังคุด อัญชัน กะหล่ำปลีสีม่วง และมะม่วงหาวมะนาวโห่ พบว่าสารสกัดจากมะม่วงหาวมะนาวโห่ ด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 95% สามารถย้อมติดสีโครโมโซมได้ชัดเจนที่สุดและเมื่อนำไปเก็บรักษาสี้อมด้วยกระบวนการทำให้แห้งแบบเยือกแข็ง (freeze dryer) และกระบวนการทำให้แห้งด้วยเครื่องอบลมร้อน (hot air oven) และนำสารสกัดไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 วัน พบว่าสีของสารสกัดจากมะม่วงหาวมะนาวโห่สามารถเก็บรักษาได้นานและมีประสิทธิภาพในติดย้อมใกล้เคียงกับสีสังเคราะห์ จะเห็นได้ว่า การนำสีของสารสกัดจากพืชธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ในการย้อมสีเนื้อเยื่อพืชและโครโมโซมที่ปลายรากหอม จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการหาสีมาใช้ทดแทนสี้อมสังเคราะห์ เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการเรียนการสอน อีกทั้งยังมีความปลอดภัยไม่เป็นอันตรายแก่ผู้ใช้อีกด้วย



ภาพที่ 1 เปรียบเทียบการย้อมสีเนื้อเยื่อลำต้นหอมอ่อน

ก = เนื้อเยื่อลำต้นหอมอ่อนที่ย้อมด้วยสี safranin o

ข = เนื้อเยื่อลำต้นหอมอ่อนที่ย้อมสีด้วยสารสกัดมะขามแดงด้วยกรดไฮโดรคลอริก 0.1% ในเมทานอล



ภาพที่ 2 เปรียบเทียบการย้อมสีโครโมโซมปลายรากหอม

ก = โครโมโซมปลายรากหอมที่ย้อมด้วยสี carbol fuchsin

ข = โครโมโซมปลายรากหอมที่ย้อมด้วยเมทานอล

5. เอกสารอ้างอิง

- จิตาภา บุญพันธ์ อีสริย์ ปั่นก้อง และ อีรารัตน์ แซ่มชัยพร. (2562). การสกัดสีธรรมชาติจากพืชกลุ่มแอนโทไซยานิน เพื่อใช้ในการย้อมสีโครโมโซมจากปลายรากหอม. *งานประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 11 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม*. 11-12 กรกฎาคม 2562.
- วีรณัฐ วอนแก่นน้อย, พันธิวา แก้วมาตย์, อลงกลด แทนอมทอง และพรณรงค์ สิริปิยะสิงห์. (2557). การคัดเลือกสารสีสกัดจากธรรมชาติในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเพื่อใช้เป็นสีย้อมโครโมโซม. *วารสารวิจัยเพื่อพัฒนาสังคมและชุมชน มหาวิทยาลัยราชภัฏ มหาสารคาม*, 2(1), 42-52.
- หัตยา กาวิวงศ์ และ วิไล ชัยสมภาร. (2546). การเตรียมสีย้อมโครโมโซมสำหรับการเรียนการสอนจากพืชท้องถิ่นไทย. *วารสารวิทยาศาสตร์*, 50(1), 35-39.
- Gray, J. (2004). *The World of Hair Colour*. Cengage Learning. London. 121p.

ผลการจัดกิจกรรมการหยั่งรู้อันตราย (KYT) 4 ขั้นตอน
บริษัทผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่ง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

Event results perceived danger (KYT) 4 steps
An electronic parts manufacturing company in Phra Nakhon Si Ayutthaya

มัลลิตา มณฑปใหญ่^{1*} และ เพ็ญนภา ภูกันงาม²

^{1, 2} คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

บทคัดย่อ

อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์เป็นอุตสาหกรรมประเภทหนึ่งที่มีความเสี่ยงจากการทำงาน เพราะต้องใช้ความแม่นยำในการผลิตค่อนข้างสูง โดยเฉพาะกลุ่มฮาร์ดดิสก์ เนื่องจากพนักงานต้องทำงานร่วมกับเครื่องจักรและเทคโนโลยีที่ทันสมัย ซึ่งอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุในการทำงาน การศึกษาในครั้งนี้จึงเป็นการศึกษา ผลการจัดกิจกรรมการหยั่งรู้อันตราย (KYT) 4 ขั้นตอน ในกระบวนการขึ้นรูปชิ้นงาน (stamping) และกระบวนการล้างและเคลือบชิ้นงานป้องกันสนิม (passivation) กลุ่มตัวอย่างเป็น พนักงานฝ่ายผลิต จำนวน 43 คน ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เนื่องจากเป็นกระบวนการที่มีการเกิดอุบัติเหตุบ่อยที่สุด เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็น แบบฟอร์มการวิเคราะห์งานเพื่อความปลอดภัย และแบบกำหนดมาตรการการทำงานที่ปลอดภัย สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นสถิติเชิงพรรณนา ผลการศึกษา การจัดกิจกรรมการหยั่งรู้อันตราย 4 ขั้นตอน ในกระบวนการขึ้นรูปชิ้นงาน (stamping) และกระบวนการล้างและเคลือบชิ้นงานป้องกันสนิม (passivation) ผลการศึกษา พบว่า ทั้งสองกระบวนการ มากกว่าร้อยละ 80.00 พนักงานให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมการหยั่งรู้อันตรายแบบมือชี้ปากย้ำ พบปัญหาในช่วงแรก คือ หัวหน้างานมีเรื่องที่พูดคุยกับพนักงานหลายเรื่อง และเวลาที่จำกัด จนพนักงานบางส่วน ยังไม่ค่อยเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการหยั่งรู้อันตราย ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัย บริษัทควรเน้นการจัดกิจกรรมการหยั่งรู้อันตรายอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการทำงาน และเป็นการปลูกจิตสำนึกด้านความปลอดภัยให้กับตัวพนักงานเอง

คำสำคัญ: การหยั่งรู้อันตราย, ความปลอดภัย, พนักงานฝ่ายผลิต

Abstract

The electronics industry is a type of industry that is at risk from work. Because it requires relatively high production precision. Especially the hard disk group. Because employees have to work with modern machinery and technology. Which may cause work accidents This study, therefore, is a study Event results perceived danger (KYT) 4 steps an electronic parts manufacturing company in the workpiece forming process (stamping) And the process of washing and coating the workpiece to prevent rust (passivation) The sample group is the supervisor in the workpiece forming process. (stamping) And the process of washing and coating the workpiece to prevent rust (passivation) 18 people were using the sampling method. Since it is the process with the most frequent accidents. The research instruments were job Analysis Form for Safety And form specifying safe working measures Statistics used in data analysis Is a descriptive statistic. Study results Event results in perceived danger 4 steps an electronic parts manufacturing company In the workpiece forming process (stamping) And the process of washing and coating the workpiece to

* Corresponding author : Manlita01@gmail.com

prevent rust (passivation) Study results Found that Both processes More than 80.00 percent of staff participated in hand-to-hand activities to assess danger. The first problem encountered was that the supervisor had many conversations with the employees. And limited time Until some employees Still do not quite understand the dangerous activity activities. Suggestions from the research Companies should focus on organizing hazardous perception activities continuously. To ensure safety at work and is raising awareness about safety for employees.

Key words : Knowing danger, safety, Production staff

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีโรงงานอุตสาหกรรมเพิ่มมากขึ้น ซึ่งในการทำงานจะต้องแข่งขันกับเวลาเพื่อทำงานตามเป้าหมายและจะต้องปรับตัวเข้ากับงานที่มีการใช้เทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้อง จึงอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุกับพนักงานได้ สาเหตุที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุในการทำงาน เช่น วัสดุ หรือสิ่งของตัดหรือบาด ทิ่มแทง เครื่องมือเครื่องจักรต่างๆและการไม่ปฏิบัติตามกฎระเบียบข้อบังคับ เป็นต้น หากพนักงานไม่มีจิตสำนึกและตระหนักถึงความปลอดภัยในการทำงาน อาจส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุได้รับการบาดเจ็บและทรัพย์สินเสียหายได้ (กระทรวงแรงงาน, 2554)

จากสถิติการประสบอันตราย เนื่องจากการทำงาน ปี 2561 พบว่า สถิติการเกิดอุบัติเหตุมีจำนวนทั้งหมด 3 ครั้ง สาเหตุเกิดจากถูกชิ้นงานบาดบริเวณมือ 1 ครั้ง ไม่หยุดงาน สารเคมีกระเด็นเข้าตา 2 ครั้ง หยุดงาน 3 วัน (กองทุนเงินทดแทน, 2561) ซึ่งสาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากการกระทำที่ไม่ปลอดภัย เช่น ไม่สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล การไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนการทำงาน การทำงานไม่ถูกวิธีไม่ถูกขั้นตอน การใช้เครื่องมือไม่เหมาะสมกับงาน และความปลอดภัยยังเกิดจากสภาพการทำงาน เช่น แสงสว่างไม่เพียงพอ การทำงานกับรังสี ห้องทำงานมีเสียงดัง และมีไอระเหยของสารเคมี การทำงานบางอย่างจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น เนื่องมาจากสภาพแวดล้อมการทำงาน และการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลเป็นวิธีหนึ่งในการป้องกันอันตราย โดยทั่วไปจะยึดหลักป้องกันที่สิ่งแวดล้อม แต่ในกรณีที่ไม่สามารถดำเนินการได้จึงนำวิธีการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลมาแทน ดังนั้น จากข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของการลดอุบัติเหตุจากการทำงาน จึงต้องการศึกษากิจกรรมการหยั่งรู้อันตราย 4 ขั้นตอนมาใช้เป็นกิจกรรมการส่งเสริมความปลอดภัยให้กับพนักงาน เพื่อให้พนักงานคาดการณ์อันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น และช่วยกันค้นหาอันตรายที่แอบแฝง พร้อมทั้งมีการกำหนดวิธีการป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดอุบัติเหตุขึ้น โดยในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นในระดับหัวหน้างาน เพราะ กิจกรรมการหยั่งรู้อันตราย 4 ขั้นตอน เป็นกิจกรรมที่ซับซ้อนและเหมาะสมกับงานที่เป็นอันตรายมาก มีแบบฟอร์มในการวิเคราะห์ ซึ่งหัวหน้างานจะมีความรู้ความเข้าใจมากกว่าพนักงานและให้หัวหน้างานนำกิจกรรมการหยั่งรู้อันตราย 4 ขั้นตอนไปทำร่วมกันกับพนักงานเพื่อกระตุ้นเตือนพนักงานให้ทำงานด้วยความระมัดระวังให้ทำงานตามขั้นตอนการปฏิบัติงานเพื่อความปลอดภัยและไม่ให้เกิดอุบัติเหตุจากการทำงาน

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 จัดกิจกรรมการหยั่งรู้อันตราย 4 ขั้นตอนให้กับกระบวนการขึ้นรูปชิ้นงาน(stamping) และกระบวนการล้างและเคลือบชิ้นงานป้องกันสนิม (passivation)

2.2 เพื่อให้หัวหน้างานกระบวนการขึ้นรูปชิ้นงาน (stamping) และกระบวนการล้างและเคลือบชิ้นงานป้องกันสนิม (passivation) มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับกิจกรรมการหยั่งรู้อันตราย 4 ขั้นตอน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ หัวหน้างานบริษัท ผลิตชิ้นส่วนและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่งในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวนทั้งหมด 18 คน ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เนื่องจากทั้งสองแผนก เป็นกระบวนการที่มีการเกิดอุบัติเหตุบ่อยที่สุด

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ประกอบด้วย

- แบบค้นหาอันตรายจากการทำงาน เพื่อนำมาทำกิจกรรมเควายที มือชี้-ปากย้ำ
- แบบทดสอบความรู้และความเข้าใจ แบบตอบถูก และตอบผิด และแบบติดตามผล

ระยะเวลาเก็บรวบรวมข้อมูล

เดือนกรกฎาคม – เดือนตุลาคม 2562 โดยดำเนินการผ่านความเห็นชอบในการวิจัยจากบริษัท

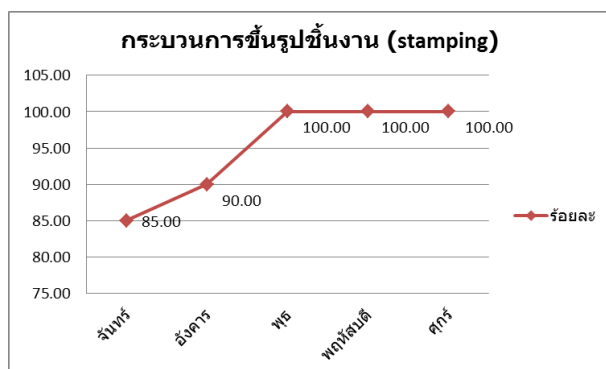
การวิเคราะห์ข้อมูล

โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติในการคำนวณ คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

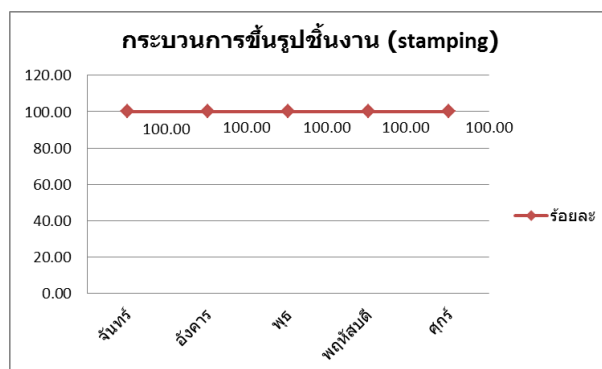
4. ผลการวิจัย

ผลจัดกิจกรรมการหยั่งรู้อันตราย (KYT) 4 ขั้นตอนให้กับกระบวนการขึ้นรูปชิ้นงาน(stamping) และกระบวนการล้างและเคลือบชิ้นงานป้องกันสนิม (passivation) พบว่า หัวหน้างานให้ความร่วมมือในการจัดกิจกรรมเควายที มือชี้-ปากย้ำเป็นอย่างดี มีการค้นหาอันตราย เพื่อหามาตรการในการป้องกันและหาวิธีการปฏิบัติงานที่ปลอดภัย และผลการอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับกิจกรรมการหยั่งรู้อันตรายเควายที 4 ขั้นตอน ส่วนใหญ่หัวหน้างานตอบถูกมากกว่าร้อยละ 75.00 ซึ่งอยู่ในระดับดี

ผลการติดตามการทำกิจกรรมเควายทีมือชี้-ปากย้ำ หลังจากจัดอบรมให้กับหัวหน้างานในกระบวนการขึ้นรูปชิ้นงาน (stamping) ในสัปดาห์ที่ 1 กับสัปดาห์ที่ 2 ดังแสดงภาพที่ 1 และ กระบวนการล้างและเคลือบชิ้นงานป้องกันสนิม (passivation) และในสัปดาห์ที่ 1 กับสัปดาห์ที่ 2 ดังแสดงในภาพที่ 2

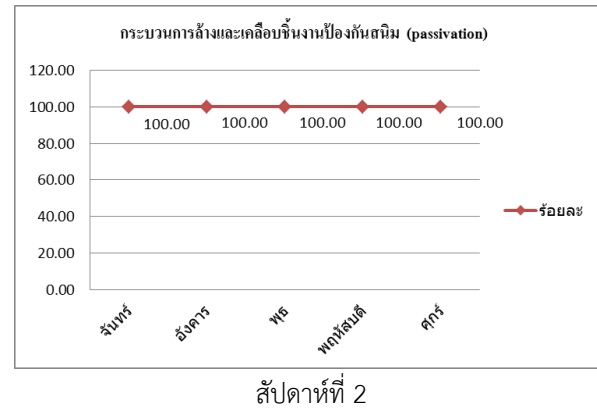
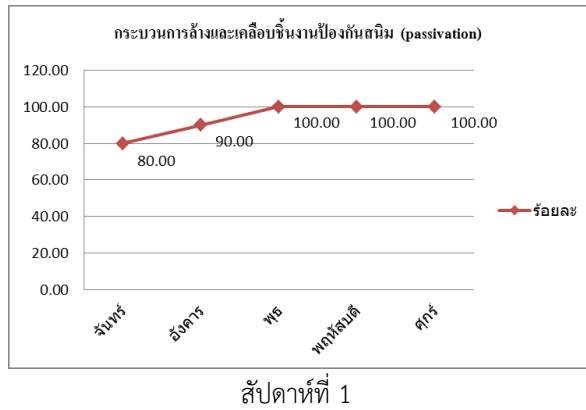


สัปดาห์ที่ 1



สัปดาห์ที่ 2

ภาพที่ 1 ผลการติดตามการทำกิจกรรมเควายทีมือชี้ปากย้ำในกระบวนการขึ้นรูปชิ้นงาน (stamping)



ภาพที่ 2 ผลการติดตามการทำกิจกรรมควายที่มีข้อบกพร่องในกระบวนการล้างและเคลือบชิ้นงานป้องกันสนิม

จากภาพที่ 1 การทำควายที่มีข้อบกพร่อง ปากเบี้ยว ในสัปดาห์ที่ 1 กระบวนการขึ้นรูปชิ้นงาน (stamping) พบว่า วันจันทร์มีการทำกิจกรรมควายที่มีข้อบกพร่อง - ปากเบี้ยว ร้อยละ 85 ต่อมาวันอังคารมีการทำกิจกรรมควายที่มีข้อบกพร่อง - ปากเบี้ยว ร้อยละ 90 วันพุธมีการทำกิจกรรมควายที่มีข้อบกพร่อง - ปากเบี้ยว ร้อยละ 100 วันพฤหัสบดีมีการทำกิจกรรมควายที่มีข้อบกพร่อง - ปากเบี้ยว ร้อยละ 100 และวันศุกร์มีการทำกิจกรรมควายที่มีข้อบกพร่อง - ปากเบี้ยว ร้อยละ 100 ปัญหาที่พบในการไม่ทำกิจกรรมควายที่มีข้อบกพร่อง - ปากเบี้ยว เนื่องจากหัวหน้างานมีเรื่องที่ต้องคุยกับพนักงานหลายเรื่องจนทำให้หมดเวลาและพนักงานบางส่วนยังไม่ค่อยเข้าใจเกี่ยวกับการทำกิจกรรมควายที่มีข้อบกพร่อง - ปากเบี้ยว ต่อมาในสัปดาห์ที่ 2 พบว่าวันจันทร์มีการทำกิจกรรมควายที่มีข้อบกพร่อง - ปากเบี้ยว ร้อยละ 100 วันอังคารมีการทำกิจกรรมควายที่มีข้อบกพร่อง - ปากเบี้ยว ร้อยละ 100 วันพุธมีการทำกิจกรรมควายที่มีข้อบกพร่อง - ปากเบี้ยว ร้อยละ 100 วันพฤหัสบดีมีการทำกิจกรรมควายที่มีข้อบกพร่อง - ปากเบี้ยว ร้อยละ 100 และ วันศุกร์มีการทำกิจกรรมควายที่มีข้อบกพร่อง - ปากเบี้ยว ร้อยละ 100

จากภาพที่ 2 การทำควายที่มีข้อบกพร่อง ปากเบี้ยว ในสัปดาห์ที่ 1 กระบวนการล้างและเคลือบชิ้นงานป้องกันสนิม (passivation) พบว่า วันจันทร์มีการทำกิจกรรมควายที่มีข้อบกพร่อง - ปากเบี้ยว ร้อยละ 80 ต่อมาวันอังคารมีการทำกิจกรรมควายที่มีข้อบกพร่อง - ปากเบี้ยว ร้อยละ 90 วันพุธมีการทำกิจกรรมควายที่มีข้อบกพร่อง - ปากเบี้ยว ร้อยละ 100 วันพฤหัสบดีมีการทำกิจกรรมควายที่มีข้อบกพร่อง - ปากเบี้ยว ร้อยละ 100 และวันศุกร์มีการทำกิจกรรมควายที่มีข้อบกพร่อง - ปากเบี้ยว ร้อยละ 100 ปัญหาที่พบในการไม่ทำกิจกรรมควายที่มีข้อบกพร่อง - ปากเบี้ยว เนื่องจากพนักงานบางส่วนเข้างานสายจึงไม่ได้มีการทำกิจกรรมควายที่มีข้อบกพร่อง - ปากเบี้ยว และพนักงานยังไม่ค่อยเข้าใจเกี่ยวกับการทำกิจกรรมควายที่มีข้อบกพร่อง - ปากเบี้ยว ต่อมาในสัปดาห์ที่ 2 พบว่าวันจันทร์มีการทำกิจกรรมควายที่มีข้อบกพร่อง - ปากเบี้ยว ร้อยละ 100 วันอังคารมีการทำกิจกรรมควายที่มีข้อบกพร่อง - ปากเบี้ยว ร้อยละ 100 วันพุธมีการทำกิจกรรมควายที่มีข้อบกพร่อง - ปากเบี้ยว ร้อยละ 100 วันพฤหัสบดีมีการทำกิจกรรมควายที่มีข้อบกพร่อง - ปากเบี้ยว ร้อยละ 100 และ วันศุกร์มีการทำกิจกรรมควายที่มีข้อบกพร่อง - ปากเบี้ยว ร้อยละ 100

5. สรุปและอภิปรายผล

ผลจัดกิจกรรมการหยั่งรู้อันตราย (KYT) 4 ขั้นตอนให้กับกระบวนการขึ้นรูปชิ้นงาน (stamping) และกระบวนการล้างและเคลือบชิ้นงานป้องกันสนิม (passivation) พบว่า หัวหน้างานให้ความร่วมมือในการจัดกิจกรรมควายที่มีข้อบกพร่อง - ปากเบี้ยวเป็นอย่างดี มีการค้นหาอันตราย เพื่อหามาตรการในการป้องกันและหาวิธีการปฏิบัติงานที่ปลอดภัย และผลการอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับกิจกรรมการหยั่งรู้อันตรายควายที่มี 4 ขั้นตอน ส่วนใหญ่หัวหน้างานตอบถูกมากกว่าร้อยละ 75.00 ซึ่งอยู่ในระดับดี และผลการติดตามการทำกิจกรรมควายที่มีข้อบกพร่อง - ปากเบี้ยว หลังจากจัดอบรมให้กับหัวหน้างานในกระบวนการขึ้นรูปชิ้นงาน (stamping) ในสัปดาห์ที่ 1 กับสัปดาห์ที่ 2 และ กระบวนการล้างและเคลือบชิ้นงานป้องกันสนิม (passivation) และในสัปดาห์ที่ 1 กับสัปดาห์ที่ 2 ซึ่งพบว่า มากกว่าร้อยละ 70.0 หัวหน้างานมีการทำกิจกรรมควายที่มี (KYT) 4 ขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของคุณ สุนันทา ถาวร (2558) ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง ผลของกิจกรรมการฝึกหยั่งรู้อันตรายแบบปากเปล่า (oral KYT) ต่อพฤติกรรมความปลอดภัยในพนักงานฝ่ายผลิตของโรงงานแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี โดยทำการวิจัยแบบกึ่งทดลอง ในกลุ่มตัวอย่าง 40 คน เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ศึกษาพฤติกรรมความปลอดภัย

ก่อน และหลังจากการทำกิจกรรม oral KYT ในสัปดาห์ที่ 4 8 และ 12 ตามลำดับ ผลการวิจัยพบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยของพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงานหลังการทำกิจกรรม oral KYT สูงกว่าก่อนทำกิจกรรม

6. เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงแรงงาน ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน. (2554). *กำหนดมาตรฐานอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล พ.ศ. 2554*. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก <http://www.fio.co.th>.
- กองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม. (2561). *ข้อมูลสถิติกองทุนประกันสังคม*. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก <https://www.sso.go.th>.
- สุนันทา ถาวร. (2558). *ผลของกิจกรรมการฝึกหัดรู้อันตรายแบบปากเปล่า (oral KYT) ต่อพฤติกรรมความปลอดภัยในพนักงานฝ่ายผลิตของโรงงานแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา.

การพัฒนาและหาประสิทธิภาพหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยระบบขับเคลื่อนแบบดิฟเฟอเรนเชียลไคเนมติกส์

วัฒนา กาหวั่ง

สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ศึกษาแนวทางในการสร้างต้นแบบของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ ที่มีการเคลื่อนที่แบบดิฟเฟอเรนเชียลไคเนมติกส์ โดยการใช้ระบบปฏิบัติการ ROS ในการพัฒนา เพื่อให้สามารถทำการสร้างแผนที่และเคลื่อนที่ภายในอาคารเพื่อไปยังจุดปลายทางโดยอัตโนมัติ ด้วยระบบปฏิบัติการ ROS การเคลื่อนที่อัตโนมัติไปยังจุดปลายทางด้วย ROS 2d navigation โดยจากการทดลองสร้างแผนที่ด้วย SAM Gmapping และ ทดลองเคลื่อนที่ไปที่จุดปลายทางในสถานที่ ที่จำลองขึ้นมาที่มีขนาด 2 และ 3 เมตร สามารถทำได้ ซึ่งจากการทดลองตรวจระยะความผิดพลาดของการจอดที่จุดปลายทาง พบว่าการเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายทางมีความผิดพลาดเฉลี่ยอยู่ที่ 30 และ 32 เซนติเมตร ในการทดสอบ 10 รอบ และพบปัญหาดังนี้ในการเคลื่อนที่แบบหมุนบางครั้ง มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการหมุนโดยฉับพลัน และทำให้เกิดการคลาดเคลื่อนของ Odometry ทำให้เกิดการผิดพลาดในระยะการจอดของหุ่นยนต์ และการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์นั้น ในบางครั้ง Local planner นั้นไม่ติดตามเส้นของ Global planner ซึ่งมีข้อเสนอแนะในงานวิจัยนี้ เนื่องด้วยการเคลื่อนที่ที่เกิดความคลาดเคลื่อนจาก Odometry ทำให้ระยะความคลาดเคลื่อนมากขึ้น และควรนำข้อมูลจากส่วนอื่นๆมาใช้ร่วมกับการเคลื่อนที่อัตโนมัติ เช่น ข้อมูลจาก Navset ที่ได้จาก GPS และ Robot pose ekf เป็นการรวมข้อมูลจาก IMU เซนเซอร์ Odometry และ GPS เป็นต้น เพื่อเพิ่มความแม่นยำให้กับเคลื่อนที่อัตโนมัติ

คำสำคัญ: หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ ระบบปฏิบัติการ ROS การเคลื่อนที่แบบดิฟเฟอเรนเชียลไคเนมติกส์

1. บทนำ

ข้อจำกัดของคนในการทำงานเมื่อเปรียบเทียบกับหุ่นยนต์และในปัจจุบันการนำหุ่นยนต์มาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อนำมาใช้ลดแรงงานและเพิ่มความแม่นยำสม่ำเสมอแทนคนเป็นที่นิยมอย่างมากไม่ว่าจะเป็น แขนกลโรงงานหรือหุ่นยนต์ลำเลียงอัตโนมัติ เป็นต้น หุ่นยนต์ลำเลียงอัตโนมัติหรือเรียกอีกอย่างว่า AGV เป็นหุ่นยนต์ที่มีหน้าที่ในการขนส่งโปรดัคส์ไปยังจุดหมายโดยมีการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งการพัฒนาหุ่นยนต์โปรแกรมของหุ่นยนต์ลำเลียงอัตโนมัติก็มีมากมายให้เลือกใช้พัฒนาหุ่นยนต์

ROS ก็เป็นระบบปฏิบัติการประเภทหนึ่งบน ที่เขียนโปรแกรมบน Ubuntu ในการพัฒนาหุ่นยนต์ลำเลียงอัตโนมัติ โดยมีการใช้งานบนระบบปฏิบัติการ Ubuntu ในการประมวลผลและบังคับอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์เช่น RPLIDAR และ Encoder Motor นอกจากนี้ด้วยแพคเกจที่รองรับการทำงานต่างๆไม่ว่าจะเป็นการสร้างแผนที่ การนำทาง การคำนวณเส้นทางการเคลื่อนที่ เพื่อความยืดหยุ่นและอำนวยความสะดวกของการพัฒนาหุ่นยนต์ลำเลียงอัตโนมัติ ในการทำงานของหุ่นยนต์ลำเลียงอัตโนมัติด้วยการ

ทางผู้จัดทำจึงขอเสนอโครงการการพัฒนาหุ่นยนต์ลำเลียงอัตโนมัติโดยใช้ระบบปฏิบัติการ ROS เพื่อศึกษาทั้งการทำงานและศึกษาแพคเกจที่จำเป็นต่อการแสดงแผนที่และนำทางของหุ่นยนต์จากจุดหนึ่งไปยังจุดหมาย เพื่อสร้างหุ่นยนต์ต้นแบบเคลื่อนที่อัตโนมัติที่ขับเคลื่อนแบบดิฟเฟอเรนเชียลไคเนมติกส์ และเพื่อออกแบบเส้นทางการนำทางของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติโดยระบบปฏิบัติการ ROS ที่สามารถทำการแสดงแผนที่บนพื้นที่ที่หุ่นยนต์ลำเลียงอยู่ และยังแสดงภาพแผนที่ ที่แสดงออกมาได้

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อสร้างหุ่นยนต์ต้นแบบเคลื่อนที่อัตโนมัติที่ขับเคลื่อนแบบดิฟเฟอเรนเชียลไคเนมติกส์

2.2 เพื่อออกแบบแผนที่จากสแกน RPLIDAR เพื่อแสดงในโปรแกรม Rviz

2.3 เพื่อออกแบบเส้นทางในการนำทางของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ROS คืออะไร

รวินทร์ ไชยสิทธิพร (2561) ROS (Robot Operating System) เป็นชุดของซอฟต์แวร์ที่เปิดให้ใช้ได้ฟรีและเป็นแบบเปิดเผยแพร่รหัสคำสั่ง (Open Source) ซึ่งทำหน้าที่เป็นกรอบงาน (Framework) สำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ ซึ่งในปัจจุบัน ROS ทำงานระบบปฏิบัติการตระกูลยูนิกซ์ (UNIX-based) ROS มีซอฟต์แวร์เครื่องมือสำหรับการพัฒนาหุ่นยนต์

3.2 สถาปัตยกรรมของ ROS

กลไกการทำงานของ ROS จะมีส่วนของ Master ซึ่งเป็น Node หลักที่ควบคุม Node อื่นๆ ทั้งหมดในระบบ เช่น การลงทะเบียนให้กับ Publisher Node, Subscriber Node ซึ่งแต่ละ Node สามารถส่ง Message ถึงกันได้ ด้วยโปรโตคอล TCP/IP การทำงานของ Master นั้นไม่ได้เกี่ยวข้องในการสื่อสารระหว่าง Node แต่ทำหน้าที่เป็นผู้ประสานงานเท่านั้น คือการจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการติดต่อสื่อสาร

3.3 Odometry

Odometry คือค่าที่บอกว่าการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ที่ตำแหน่งไหนเทียบกับจุดที่เริ่มวางหุ่นยนต์ โดยจะมาจาก wheel encoders, IMU หรือ camera (visual odometry) โดยค่านี้จะจำเป็นต้องมีเพื่อใช้ navigation

3.4 ความหมายและหลักการของ SLAM

SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) เป็นศาสตร์ที่ใหญ่มีขอบเขตเนื้อหากว้างขวางโดยส่วนใหญ่ทำงานบนหลักการของสถิติโดยให้หุ่นยนต์สำรวจไปบริเวณรอบๆ และเก็บข้อมูลของสิ่งกีดขวางโดยรอบเข้ามาด้วยเซ็นเซอร์ที่ละเอียด เช่น Lidar หรือ Kinect เพื่อสร้างเป็นแผนที่ Gmapping ซึ่งเป็นลาบรารีของ ROS

3.5 AMCL

AMCL (Adaptive Monte Carlo Localization) เป็นไลบรารี ที่ทำหน้าที่ใน การหาตำแหน่ง ณ ปัจจุบันของหุ่นยนต์ ข้อดีของ AMCL คือ การแก้ความผิดพลาดที่เกิดจาก Odometry ทำให้ทราบตำแหน่งและ ทิศทางของหุ่นยนต์ในแผนที่ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งจะมีความสำคัญสำหรับเรื่องต่อไป

3.6 ROS Navigation

จุดประสงค์หลักของ ROS navigation 2D ก็คือการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์จากจุดเริ่มต้น ไปยังเป้าหมายที่กำหนด โดยไม่ให้ชนกับอุปสรรค หรือของรอบๆตัวหุ่นยนต์นั่นเอง ซึ่ง ROS navigation มีอัลกอริทึมต่างๆที่จะมาช่วยทำให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ การใช้งานเพียงแค่นำจุดเป้าหมายที่ต้องการให้หุ่นยนต์ไป และมีค่า Odometry ที่มาจากเซ็นเซอร์เช่น Encoder, IMU, GPS

3.7 Move_base

เป็นแพคเกจที่มีการทำงานคือ การสั่งให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่จากจุดที่อยู่ปัจจุบันไปยังจุดเป้าหมาย โดยใช้โหนดอื่นๆเข้ามาช่วยข้างในโหนด move_base ประกอบไปด้วย global-planner และ local-planner สำหรับทำ path planning, rotate-recovery สำหรับสั่งหุ่นยนต์เมื่อหุ่นยนต์ติดและไม่สามารถเดินต่อไปได้, global-costmap และ local-costmap

3.8 พาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยระบบขับเคลื่อนแบบล้อแมคคานิค

สรายุทธ นาขมิ้น และคณะ(2560) พาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติ เป็นประเภทของพาหนะที่สามารถเคลื่อนที่ไปตามเส้นทางที่กำหนดไว้โดยอัตโนมัติเพื่อขนส่งสินค้า ระบบนำทาง ได้แก่ ระบบควบคุมจากผู้ใช้งาน และจาก ค่าพารามิเตอร์ตลอดการเคลื่อนที่ที่บันทึกในหน่วยความจำของพาหนะ การทดสอบการทำงานของพาหนะ ผลการทดสอบพบว่าที่การวิ่งเป็นทางตรงทำให้เกิดค่า

ความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่วิ่งเป็นสี่เหลี่ยมมุมพาหนะเมื่อถึงทางเลี้ยว ทำให้เกิดค่าความ คลาดเคลื่อนมากที่สุด ค่าความ ผิดพลาดเฉลี่ยในการคลาดเคลื่อนเท่ากับ 34.2 เซนติเมตร

3.9 การออกแบบระบบหลบหลีกสิ่งกีดขวางสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่

มนุศักดิ์ จานทองใจ และคณะ (2560) นำเสนอการออกแบบและประยุกต์ใช้ตัวควบคุมพีซีซีลอจิก สำหรับควบคุมการสร้าง เส้นทาง เพื่อให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามเส้นทางที่กำหนดไว้ไปยังตำแหน่งเป้าหมายที่ต้องการ โดยที่สามารถหลบหลีกสิ่งกีด ขวางได้แบบ อัตโนมติ โดยทำการทดสอบจำลองการทำงานของ หุ่นยนต์ด้วยโปรแกรม MATLABSimulink จากผลทดสอบจำลองการเคลื่อนที่ พบว่าตัวควบคุมที่สร้างขึ้นสามารถ สร้างเส้นทางการเคลื่อนที่เพื่อให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่จากตำแหน่งเริ่มต้นไปยังเป้าหมายที่ต้องการได้ และเมื่อมีการ ตรวจพบสิ่งกีดขวางหุ่นยนต์นั้นสามารถหลบหลีกและเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งเป้าหมายที่ต้องการได้เช่นกัน

3.10 การพัฒนาระบบควบคุมอัจฉริยะสำหรับเอจิวี

พงศ์เทพ ดวงมาศ (2550) ศึกษาและพัฒนาโปรแกรมระบบควบคุมอัจฉริยะสำหรับเอจิวีชนิดแบบลากจูงใช้ระบบนำร่อง แบบพิกัดตำแหน่ง X, Y ซึ่งการทดลองของงานวิจัยนี้จะให้เอจิวีเคลื่อนที่ด้วยรูปแบบเส้นทาง เดินแบบเส้นตรง ตัวเอส วงกลม และ สี่เหลี่ยมโดยการเคลื่อนที่แบบเส้นตรงมีความแม่นยำ เฉลี่ย 96.478%, แบบตัวเอสมีความแม่นยำเฉลี่ย 98.5475%, แบบวงกลมมี ความแม่นยำเฉลี่ย 98.7668% โดยมีความสามารถในการชี้ตำแหน่งเดิมเฉลี่ย 97.335%, แบบสี่เหลี่ยมมีความ แม่นยำเฉลี่ย 98.122% แล้วมีความสามารถในการชี้ตำแหน่งเดิมเฉลี่ย 99.964%

3.11 การควบคุมรถ AGV ด้วยกล้องไร้สาย

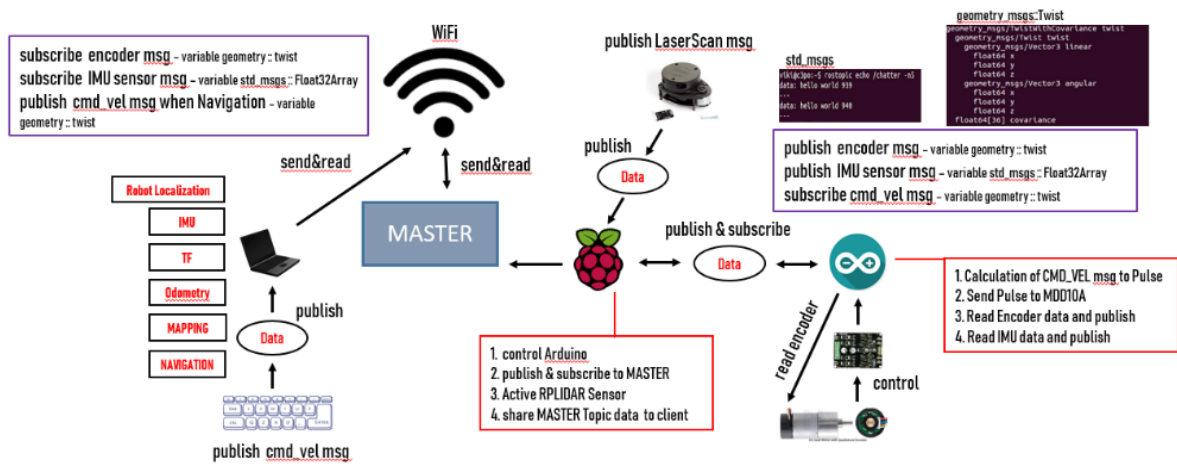
อภิชาติ พันธุ์ชัย และคณะ (2551) การใช้กล้องไร้สาย มาใช้เป็น Sensor ในการตรวจจับ กล้องจะถูกติดตั้งบนตัวรถ AGV เพื่อ ทำการตรวจจับสี โดยใช้เส้นสี เหลืองเพื่อรถ AVG วิ่งตาม ในการหยุดรถ AVG ทั้งระบบ Automatic และ Manual ประมวลผลภาพใน ทำงานเวลาจริงที่ได้รับภาพเข้ามาจากกล้อง วิดีโอที่ติดตั้งไว้ด้านหน้าของรถ จากการทดลอง การเคลื่อนที่แบบ เส้นตรงมีความแม่นยำ เฉลี่ย 96,478 % การเคลื่อนที่แบบวงกลมมี ความแม่นยำเฉลี่ย 98.7668 % ผิดพลาดอาจเกิดความเสียหายขึ้นได้ ซึ่งเป็นข้อจำกัดใน การ ทำงานแบบยืดหยุ่นและเอจิวีก็มีลำดับการทำงานที่แน่นอน การที่จะเปลี่ยนลำดับการทำงานก็ทำได้ยากเนื่องจากต้องทำการ โปรแกรมเข้าไปใหม่และที่สำคัญคือไม่สามารถตรวจสอบและ ติดตามการทำงานของเอจิวีได้ว่าตอนนี้เอจิวีทำงานอยู่ที่สถานงาน ไหน แล้ว

3.12 การควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยล้อผ่านการสื่อสารไร้สาย

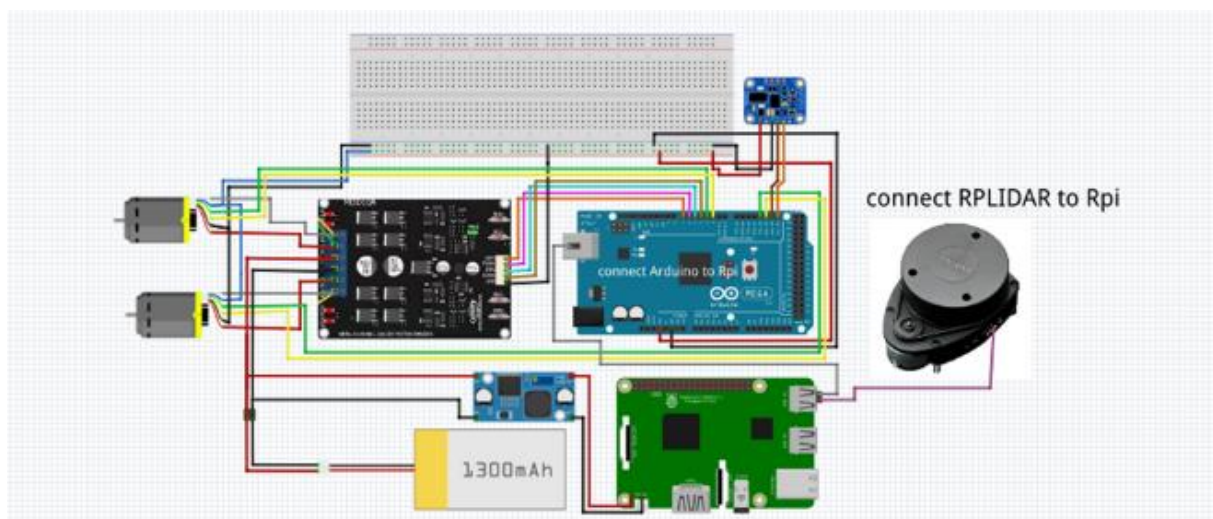
ณัฐชัย กัดโรสง และคณะ (2559) การศึกษาโครงงานครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันการควบคุมหุ่นยนต์ เคลื่อนที่ด้วยล้อผ่านการ สื่อสารไร้สายประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันการควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่ ผลการวิจัยพบว่าการพัฒนา แอปพลิเคชันควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยล้อผ่านการสื่อสารไร้สาย สามารถใช้ใน การควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยล้อได้ ให้เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้ายและเลี้ยวขวา โดยควบคุมผ่านแอปพลิเคชันบน ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยใช้ WIFI เป็นสื่อกลางในการรับส่ง ข้อมูล ผลการประเมินคุณภาพของการพัฒนา แอปพลิเคชันควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยล้อผ่านการสื่อสารไร้สาย

4. วิธีดำเนินการวิจัย

โดยในขั้นตอนการพัฒนา เริ่มต้นจากการพัฒนาและออกแบบโครงสร้างการทำงานด้านวงจรการต่อบอร์ดควบคุม และ อุปกรณ์ต่างๆ เข้าด้วยกัน จากนั้นจึงพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานโดยใช้โปรแกรม Arduino IDE ร่วมกับบอร์ด Arduino MEGA 2560 ในการพัฒนาโปรแกรมการควบคุมและรับส่งค่าข้อมูลไปให้กับ Raspberry Pi และส่งข้อมูลให้กับ Master หลังจากนั้นหาก Laptop ต้องการข้อมูลจาก Master ก็จะเข้าไปเรียกข้อมูลจาก Master ผ่านเครือข่าย WiFi และใช้ข้อมูลนั้นในการ สร้างแผนที่หรือเคลื่อนที่อัตโนมัติ โดยในการทำงานของ ROS มีโครงสร้างการทำงาน ดังภาพที่ 1 และสำหรับการเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้า ของหุ่นยนต์ ดังภาพที่ 2

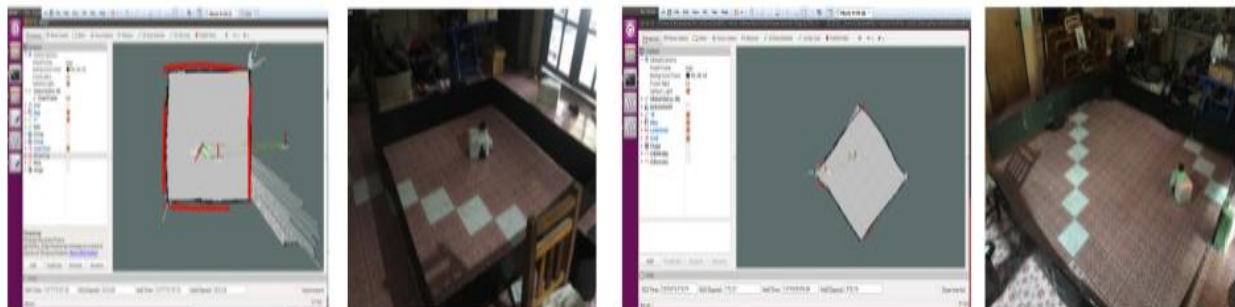


ภาพที่ 1 แสดงโครงสร้างการทำงานของ ROS



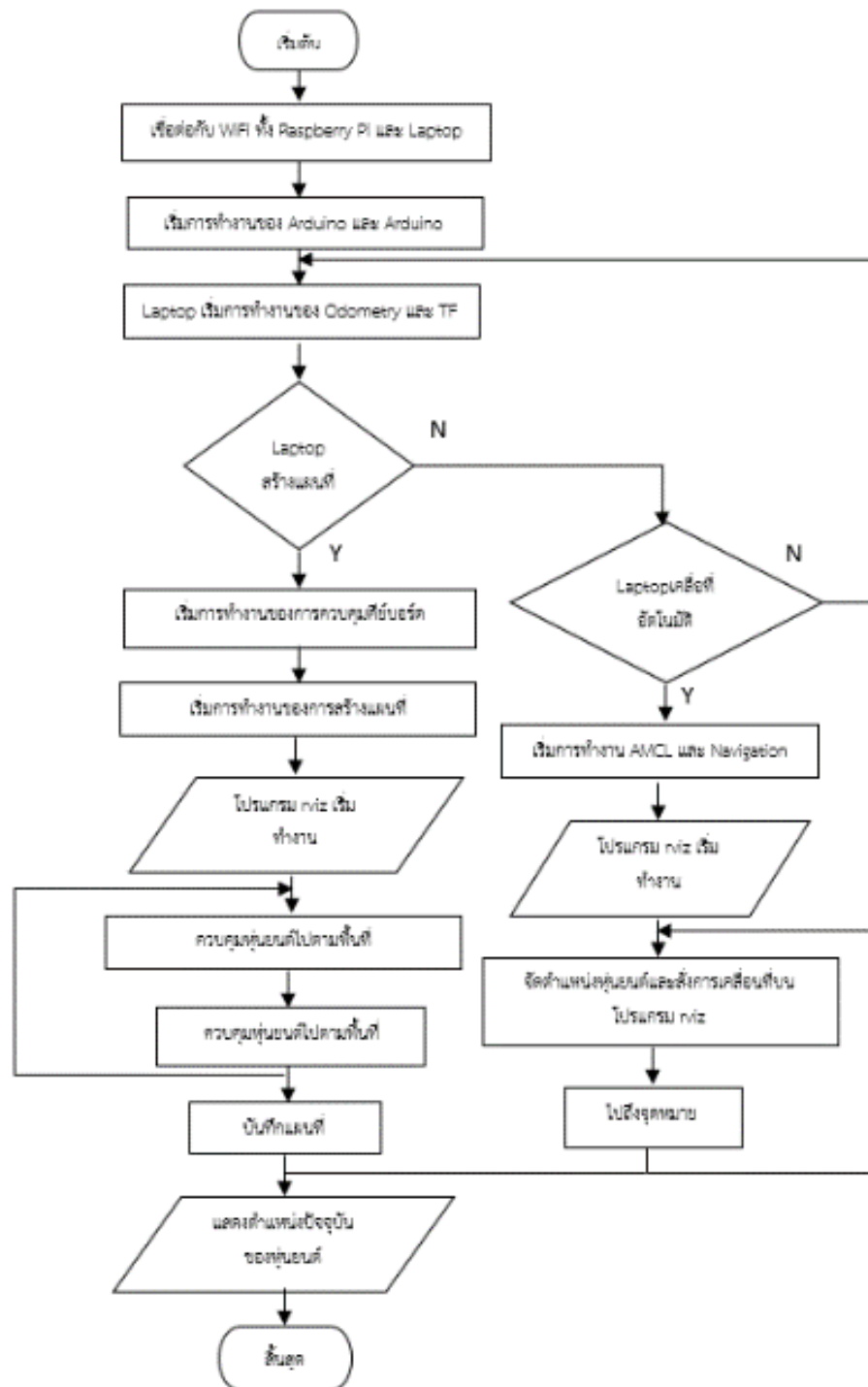
ภาพที่ 2 วงจรในการทำงานของ Arduino และ Raspberry Pi

ขั้นตอนในการดำเนินงานเริ่มต้นจากการเริ่มการทำงานของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ ด้วยการนำหุ่นยนต์ไปวางที่จุดเริ่มต้นจุดใดจุดหนึ่งของสถานที่และสั่งงานเคลื่อนที่ไปยังจุดปลายทาง โดยใช้สถานที่จำลองขนาด 2 เมตร และ 3 เมตร โดยเหตุที่ใช้เพียงพื้นที่ขนาด 2 เมตร และ 3 เมตร เพราะว่าเมื่อมีการเคลื่อนที่ในระยะที่มากเกินไปทำให้หุ่นยนต์เกิดการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเดียวไม่ยอมปรับความเร็วทำให้หุ่นยนต์ ทางผู้จัดทำจึงสร้างสนามทดลองขึ้นเพื่อแก้ปัญหาในที่กล่าวมาข้างต้น ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงสถานที่จำลองขนาด 2 เมตร และ 3 เมตร

ผังขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมของฝั่ง Laptop ในการสร้างแผนที่หรือเคลื่อนที่อัตโนมัติ ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ผังขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

จากภาพที่ 4 เมื่อเริ่มการทำงานของ Raspberry Pi และ Laptop หลังจากการเชื่อมต่อเครือข่าย และเริ่มการทำงานของ Arduino และ Rplidar เรียบร้อยแล้ว และ Laptop เริ่มการแปลงข้อมูลเป็น Odometry และ TF แล้ว เมื่อผู้ใช้งานต้องการที่จะใช้งาน การสร้างแผนที่หากเป็นจริงแล้ว ก็จะต้องเริ่มการทำงานของกระบวนการควบคุมหุ่นยนต์ และเริ่มทำการสร้างแผนที่บนโปรแกรม rviz เมื่อ หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปยังพื้นที่ทั้งหมดแล้วก็ทำการบันทึกแผนที่ และหากทำการเคลื่อนที่อัตโนมัติบนโปรแกรม rviz เป็นจริงจะเริ่มจากการ จัดตำแหน่งของหุ่นยนต์ในโปรแกรม เมื่อไปถึงจุดปลายทางแล้วทำการวัดระยะห่างจากจุดปลายทางที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปถึงที่หมาย เพื่อสรุปผลการดำเนินงานโดยในการวัดผลการวิจัยทำได้โดยสร้างโปรแกรมที่สั่งงานการเคลื่อนที่อัตโนมัติไปยังจุดหมายขึ้น

5. ผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานได้ทำการทดสอบโดยการเคลื่อนที่จากจุดต่างๆของหุ่นยนต์ และเคลื่อนที่ไปที่ปลายทางจุดๆเดียวโดยที่หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ไปยังจุดหมายได้โดยในการทดลองได้ทดลองบนสนามทดลองขนาด 2 เมตร และ 3 เมตร โดยทำการทดลองสนามละ 10 รอบ และทำการบันทึกผลระยะความผิดพลาด ดังตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2 และเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่

ตารางที่ 1 แสดงตารางที่บันทึกระยะความผิดพลาดในการจอดที่จุดปลายทางในสถานที่จำลองขนาด 3 เมตร

ระยะ 3 เมตร (ไม่มีสิ่งกีดขวาง)		ระยะ 3 เมตร (มีสิ่งกีดขวาง)	
Time (second)	Distance (cm)	Time (second)	Distance (cm)
49.25	65	131.35	40
53.01	47	60.52	44
51.09	42	97.83	89
38.45	45	68.43	46
48.74	38	88.55	52
55.31	47	71.45	35
75.81	57	58.72	46
74.25	50	105.98	41
45.37	30	83.45	60
74.56	65	65.69	45

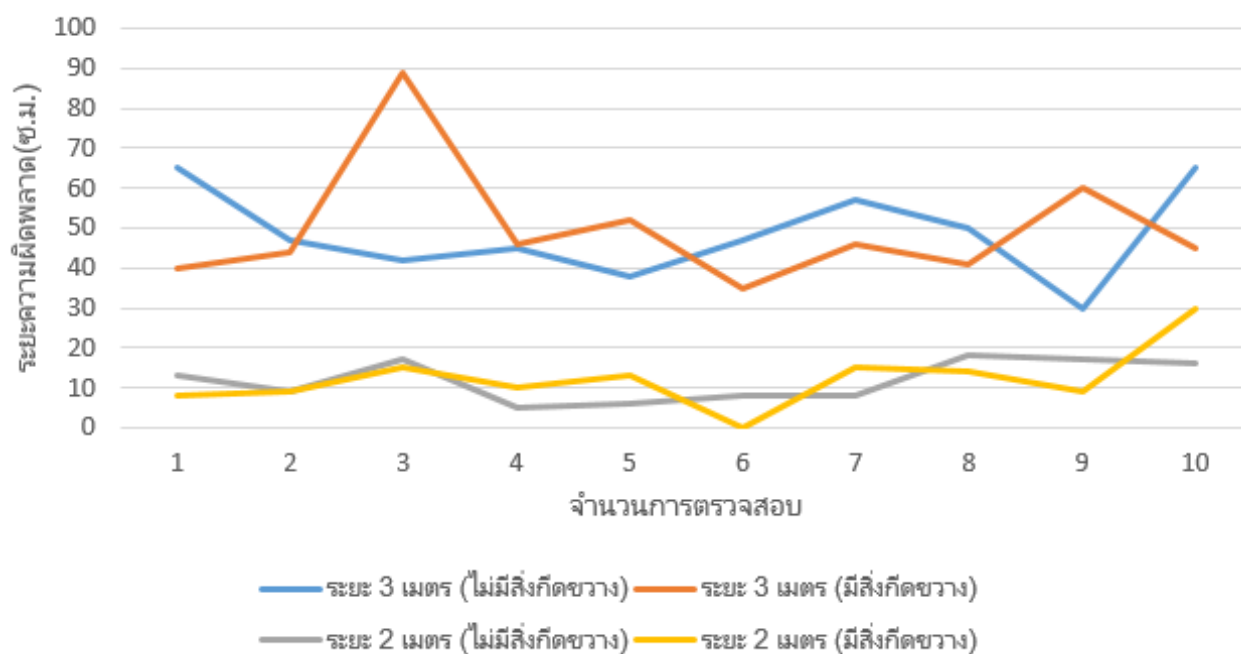
จากตารางที่ 1 จากการเคลื่อนที่ในสถานที่จำลองขนาด 3 เมตรแบบไม่มีสิ่งกีดขวางใช้เวลาจากตำแหน่งเริ่มไปสู่จุดปลายทางไม่เกิน 80 วินาที โดยมีระยะความผิดพลาดที่จุดปลายทางสูงสุดอยู่ที่ 65 เซนติเมตร และการเคลื่อนที่ในสถานที่จำลองขนาด 3 เมตรแบบมีสิ่งกีดขวางใช้เวลาจากตำแหน่งเริ่มไปสู่จุดปลายทางไม่เกิน 135 วินาที โดยมีระยะความผิดพลาดที่จุดปลายทางสูงสุดอยู่ที่ 90 เซนติเมตร จากการทดสอบจำนวน 10 รอบ

ตารางที่ 2 แสดงตารางที่บันทึกระยะความผิดพลาดในการจอดที่จุดปลายทางในสถานที่จำลองขนาด 2 เมตร

ระยะ 2 เมตร (ไม่มีสิ่งกีดขวาง)		ระยะ 2 เมตร (มีสิ่งกีดขวาง)	
Time (second)	Distance (cm)	Time (second)	Distance (cm)
34.77	13	37.34	8
38.59	9	45.65	9
37.21	17	41.37	15
40.99	5	18.86	10
35.36	6	30.55	13
42.53	8	20.87	F
55.65	8	50.30	15
44.05	18	41.77	14
43.54	17	50.61	9

38.94 16 68.82 30

จากตารางที่ 2 จากการเคลื่อนที่ในสถานที่จำลองขนาด 2 เมตรแบบไม่มีสิ่งกีดขวางใช้เวลาจากตำแหน่งเริ่มไปสู่จุดปลายทางไม่เกิน 45 วินาที โดยมีระยะความผิดพลาดที่จุดปลายทางสูงสุดอยู่ที่ 18 เซนติเมตร และการเคลื่อนที่ในสถานที่จำลองขนาด 3 เมตรแบบมีสิ่งกีดขวางใช้เวลาจากตำแหน่งเริ่มไปสู่จุดปลายทางไม่เกิน 70 วินาที โดยมีระยะความผิดพลาดที่จุดปลายทางสูงสุดอยู่ที่ 30 เซนติเมตร และไม่สามารถค้นหาเส้นทางได้จำนวน 1 ครั้ง จากการทดสอบจำนวน 10 รอบ



ภาพที่ 5 กราฟเปรียบเทียบระยะความผิดพลาดในการเคลื่อนที่ในรูปแบบต่างๆ

จากภาพที่ 5 เป็นการนำข้อมูลจากตารางที่ 1 และตารางที่ 2 พล็อตเป็นกราฟเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของความแม่นยำของการจอดที่จุดปลายทางจะพบได้ว่าการเคลื่อนที่ในสถานที่จำลองขนาด 2 เมตร ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนในการจอดที่จุดปลายทางน้อยกว่าการเคลื่อนที่ในขนาดสถานที่จำลองขนาด 3 เมตร ซึ่งเป็นผลมาจาก Odometry ที่คลาดเคลื่อนจากแผนที่ที่สร้างขึ้น

6. สรุปและอภิปราย

งานวิจัยนี้ทำการทดสอบการเคลื่อนที่อัตโนมัติไปยังจุดหมายปลายทางโดยการพัฒนาระบบปฏิบัติการ ROS ที่มีการเคลื่อนที่แบบดิฟเฟอเรนเชียล โดยเคลื่อนที่ในสถานที่จำลองขนาด 2 เมตรแบบไม่มีสิ่งกีดขวางใช้เวลาจากตำแหน่งเริ่มไปสู่จุดปลายทางไม่เกิน 45 วินาที โดยมีระยะความผิดพลาดที่จุดปลายทางสูงสุดอยู่ที่ 18 เซนติเมตร และการเคลื่อนที่ในสถานที่จำลองขนาด 3 เมตรแบบมีสิ่งกีดขวางใช้เวลาจากตำแหน่งเริ่มไปสู่จุดปลายทางไม่เกิน 70 วินาที โดยมีระยะความผิดพลาดที่จุดปลายทางสูงสุดอยู่ที่ 30 เซนติเมตร และไม่สามารถค้นหาเส้นทางได้จำนวน 1 ครั้ง จากการทดสอบจำนวน 10 รอบ โดยการทดสอบบนสนามทดลองขนาด 2 เมตรและ 3 เมตร ทั้งแบบที่มีสิ่งกีดขวางระหว่างการเดินทางและไม่มีสิ่งกีดขวางระหว่างการเดินทาง โดยทำการทดลองพื้นที่ละ 10 รอบ การทำงานและการเคลื่อนที่ของทั้งสองสถานที่ที่สามารถทำการหลบสิ่งกีดขวางได้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ไปยังจุดปลายทางได้จริงโดยมีความผิดพลาดของการเคลื่อนที่แบบไม่มีสิ่งกีดขวาง 2 เมตร และ 3 เมตร เฉลี่ยอยู่ที่ 30 เซนติเมตร และการเคลื่อนที่แบบมีสิ่งกีดขวาง 2 เมตร และ 3 เมตร เฉลี่ยอยู่ที่ 32 เซนติเมตร โดยมีระยะเวลาใช้งานจากแบตเตอรี่เต็มจนหมดเฉลี่ยอยู่ที่ 9 ชั่วโมง ในการเคลื่อนที่แบบหมุนบางครั้ง มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการหมุนโดยฉับพลัน และทำให้เกิดการคลาดเคลื่อนของ Odometry ทำให้เกิดการผิดพลาดในระยะการจอดของหุ่นยนต์ และการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์นั้น ในบางครั้ง Local planner นั้นไม่ติดตามเส้นทางของ

Global planner พบข้อผิดพลาดดังนี้ในการหมุนของหุ่นยนต์ในบางครั้งเกิดการปรับความเร็วโดยฉับพลันทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของ Odometry ของหุ่นยนต์ ในการเคลื่อนที่บนพื้นผิวที่ต่างระดับหรือพื้นผิวที่ขรุขระมากเกินไปทำให้หุ่นยนต์ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ และความแม่นยำของ Odometry ในระหว่างการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงและในการเคลื่อนที่ในเชิงมุม และข้อมูลที่ได้สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ศึกษาการใช้งาน Package เพิ่มเติมที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกับ Odometry อาทิเช่น Robot_pose หรือการนำข้อมูลจาก GPS เป็นต้น มาช่วยในการอ้างอิงการเคลื่อนที่ เนื่องจากปัญหาในการคลาดเคลื่อนของ Odometry เป็นปัญหาใหญ่ของการทำ 2D Navigation

7.2 เพื่อการเคลื่อนที่ได้ดีในสภาพพื้นผิวที่ขรุขระได้ดีขึ้นจึงควรเปลี่ยนล้อขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อการเคลื่อนที่ในพื้นผิวที่ขรุขระได้ดียิ่งขึ้น

7.3 ศึกษา Parameter เกี่ยวข้องเพิ่มเติมเพื่อทำให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ให้ติดตามเส้นทางของ Global planner ได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์นั้น ในบางครั้ง Local planner นั้นไม่ติดตามเส้นทางของ Global planner

8. เอกสารอ้างอิง

- ณัฐชัย กัดไธสง และณัฐพงศ์ พลสมย. (2559). การควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยล้อผ่านการสื่อสารไร้สาย. *วารสารโครงงานวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ*, 2 (1)
- พงศ์เทพ ดวงมาศ. (2550). *การพัฒนากระบวนการควบคุมอัจฉริยะสำหรับเอจวีวี*. สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ อาระบบควบคุมอัจฉริยะสำหรับเอจวีวี
- รวินทร์ ไชยสิทธิ์พร (2561). *ROS ระบบปฏิบัติการสำหรับหุ่นยนต์*. ม.ป.ท.
- สรายุทธ นาขมิ้น และณิชนันท์ ขาวมงคล. (2560). *พาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยระบบขับเคลื่อนแบบล้อแมคคานัม*. สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
- อภิชาติ พันธุ์ชัย สุเทพ บุตรดี และ อนันต์ สืบสำราญ. (2551). การควบคุมรถ AGV ด้วยกล้องไร้สาย. *การประชุมวิชาการเทคโนโลยีและนวัตกรรมสำหรับการพัฒนาอย่างยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*
- มนูศักดิ์ จานทอง และไกรศักดิ์ โพธิ์ทองคำ. (2560). การออกแบบระบบหลบหลีกสิ่งกีดขวางสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบดิฟเฟอเรนเชียลไทร์ฟ. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 12 (1)

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าวสายพันธุ์ กข 41

Green House Gas evaluation of RD41 rice cultivation

สุดาร์ตน์ ทองเลิศ¹, วรณวิสา ปูกระสิงห์², ปัทมา กะยุตา³, ชุตติกาญจน์ พาโคกทอม⁴ และ

ปพิชญา ศรีเทพ^{5*}

Sudarat Thonglert¹, Wanwisa Pookrasing², Pattama Kayuta³, Chutigan Pakokthom⁴ and

Papitchaya Srithep^{5*}

^{1, 2, 3, 4, 5} สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าวสายพันธุ์ กข 41 ในเขตตำบลแพรกศรีราชา และ ตำบลห้วยกรดพัฒนา อำเภอสรรคบุรี จังหวัดชัยนาท ขอบเขตการศึกษาประกอบด้วย 4 กระบวนการได้แก่ การเตรียมพื้นที่ การเพาะปลูก การดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยว โดยมีหน่วยการวิเคราะห์คือ 1 ตันข้าวเปลือกที่แปลงนา ข้อมูลมาจากการสัมภาษณ์ชาวนาในเขตพื้นที่ศึกษา ผลการศึกษาแสดงว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดที่มากที่สุดจากการปลูกข้าวสายพันธุ์ กข 41 มีค่า 497.73 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อข้าวเปลือก 1 ตัน โดยสัดส่วนการปล่อยส่วนใหญ่มาจากกระบวนการดูแลรักษาคิดเป็นร้อยละ 54.21 ของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยมาทั้งหมด ตามมาด้วยกระบวนการเตรียมดิน การเก็บเกี่ยว และการปลูก ตามลำดับ การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าวนี้มาจากการใช้ปุ๋ยเคมี

คำสำคัญ : ข้าวพันธุ์ กข 41 ก๊าซเรือนกระจก ภาวะโลกร้อน

Abstract

The aim of this research is to evaluate the greenhouse gas emission of RD41 rice cultivation in Phraek Sriracha district and Huai Krot Pattana district, Amphoe Sankhaburi, Chainat Province. The system boundaries include 4 stages; land preparation, planting, cultivation and harvesting. The functional unit is defined as 1 tonne paddy rice at farm gate. The data was collected on-site interview with farmers. The result showed that the total maximum GHG emission of RD41 rice cultivation was 497.73 kg CO₂ – eq per as 1 tonne paddy rice. The main contribution was from the cultivation at approximately 54.21% of total GHG emission, followed by land preparation, harvesting and planting, respectively. This study demonstrates that GHG emissions of rice production came from the use of chemical fertilizers.

Keywords: RD41 rice ; Greenhouse gas; Global Warming

* Corresponding author : papitchaya.s@chandra.ac.th

1. บทนำ

ข้าวมีความสำคัญในการส่งออกเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย และเป็นส่วนที่ทำได้ให้กับประเทศ จากข้อมูลการส่งออกข้าวของไทยปี 2560 พบว่าส่งออกข้าวสร้างรายได้ถึง 11.48 ล้านตัน ซึ่งเป็นการส่งออกสูงสุดในประวัติศาสตร์ (กิริติ รัชโน, 2560) จึงส่งผลให้ภาคเกษตรกรรมให้ความสนใจ และส่งเสริมการปลูกข้าวมากยิ่งขึ้น ซึ่งในจังหวัดชัยนาทมีพื้นที่การปลูกข้าว และให้ผลผลิตที่สูง (สำนักงานเกษตรจังหวัดชัยนาท, 2562) เนื่องจากสภาพภูมิประเทศเหมาะสมต่อการปลูกข้าว และภายในจังหวัดมีหน่วยงานวิจัยเพื่อสนับสนุนการเพาะปลูกข้าว อย่างไรก็ตามแล้วการปลูกข้าวในปัจจุบันมีการใช้เครื่องจักรเครื่องยนต์ และมีการใช้สารเคมีทางการเกษตร เพื่อเพิ่มผลผลิตและลดการเสียหายของผลผลิต ถึงแม้ว่าสารเคมีทางการเกษตรจำพวกปุ๋ยบางอย่างเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของผลผลิตหรือช่วยลดโอกาสเสี่ยงในเรื่องของความเสียหายต่อผลผลิต ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรเพิ่มสูงขึ้น สร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรมากขึ้น แต่การใช้สารเคมีที่มากเกินไปจนความจำเป็นก็อาจจะทำให้เกิดผลกระทบด้านต่าง ๆ ได้ และกระบวนการทำนา ถือว่าเป็นกระบวนการหลัก ที่ทำให้เกิดผลกระทบต่าง ๆ เนื่องจากการทำนานั้น มีการใช้น้ำ ใช้ปุ๋ย และ ใช้สารเคมีจำนวนมาก (สาคร ศรีมุข, 2556)

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นจึงนำไปสู่งานวิจัยคือ ศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการปลูกข้าวพันธุ์ กข 41 ในเขตตำบลแพรกศรีราชา และห้วยกรดพัฒนา อำเภอสรรคบุรี จังหวัดชัยนาท โดยมีขอบเขตการศึกษาครอบคลุมขั้นตอนการเตรียมดิน การปลูก การดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยว ซึ่งจะทำให้การเก็บข้อมูลโดยการสอบถามจากเกษตรกรถึงกระบวนการปลูกข้าวโดยเก็บเป็นข้อมูลเชิงปริมาณเพื่อนำมาประเมินค่าว่ากระบวนการใดที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด ผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ทำให้ทราบถึงผลกระทบสิ่งแวดล้อมตลอดกระบวนการปลูกข้าวพันธุ์ กข 41 ตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมดินจนถึงการเก็บเกี่ยว เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงหรือพัฒนากระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดในการปลูกข้าว กข 41

3. ระเบียบวิธีวิจัย

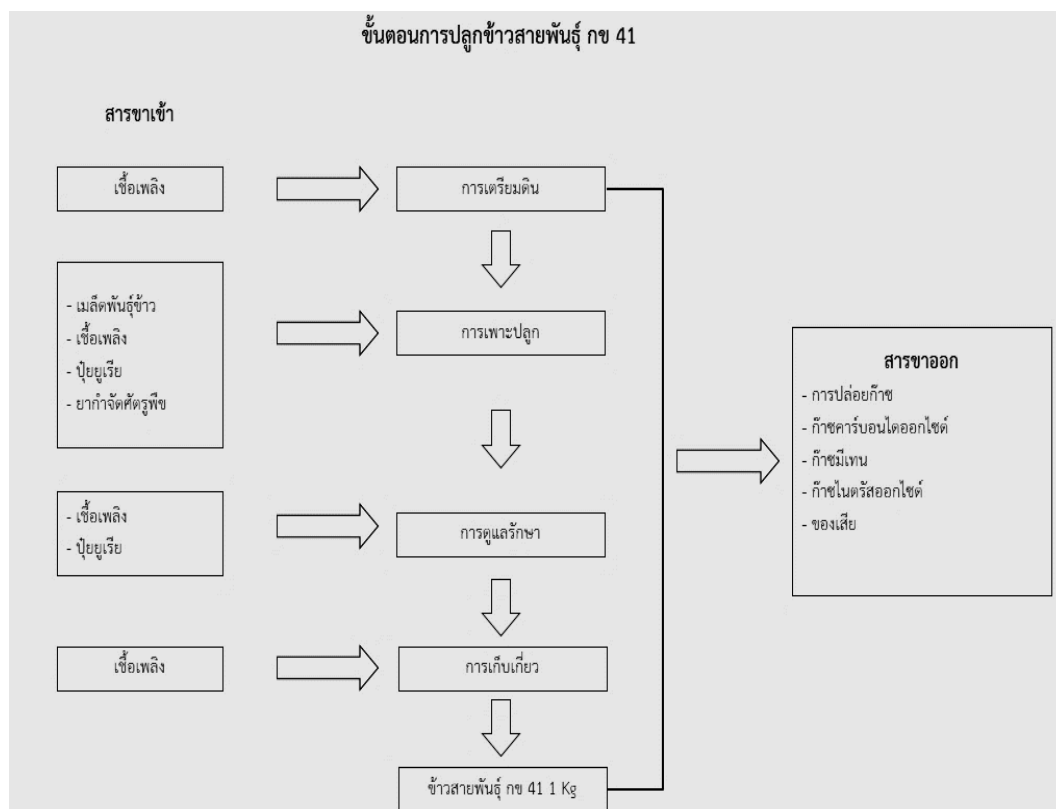
วิธีการดำเนินการวิจัย แบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ

3.1 การรวบรวมข้อมูล การศึกษาเก็บข้อมูลเบื้องต้นของข้อมูลจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงลงพื้นที่เพื่อสำรวจและสอบถามเกษตรกรและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องเบื้องต้นเพื่อสร้างตัวอย่างชุดคำถามในการใช้สัมภาษณ์ เพื่อใช้ในการรวบรวมข้อมูลมาประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อไป โดยการลงพื้นที่เพื่อสัมภาษณ์เกษตรกรในเขตพื้นที่ ตำบลแพรกศรีราชา และห้วยกรดพัฒนา อำเภอสรรคบุรี จังหวัดชัยนาท ในช่วงกรกฎาคม - พฤศจิกายน เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลการปลูกข้าว และการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ เช่น การใช้สารทางชีวภาพเพื่อปราบศัตรูพืช และการใช้เชื้อเพลิงในกระบวนการต่าง ๆ เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาจัดทำบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมและประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อไป

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.2.1 การกำหนดเป้าหมายและขอบเขต (Goal and scope definition)

เป้าหมายของการวิจัยนี้ประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากวงจรชีวิตการปลูกข้าวที่มีต่อสิ่งแวดล้อม ครอบคลุมตั้งแต่การเตรียมดิน การปลูก การดูแล และการเก็บเกี่ยว (ดังแสดงในภาพที่ 1) ซึ่งมีหน่วยในการแสดงผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก คือ กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อพื้นที่ทั้งหมด ($\text{kg CO}_2 - \text{eq} / \text{พื้นที่ทั้งหมด}$) และ กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อข้าวเปลือก 1 ตัน ($\text{kg CO}_2 - \text{eq} / \text{ข้าวเปลือก 1 ตัน}$)



ภาพที่ 1 ขอบเขตการศึกษาการประเมินก๊าซเรือนกระจกจากวงจรชีวิตการปลูกข้าวสายพันธุ์ กข 41

3.2.2 การวิเคราะห์เพื่อทำบัญชีรายการ (Inventory Analysis)

การทำบัญชีรายการเพื่อใช้ในการประเมินผลกระทบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของการปลูกข้าวหอมปทุมด้วยวิธีเกษตรปลอดภัย ทำการศึกษาชนิดและปริมาณวัตถุดิบ เช่นปริมาณปุ๋ย และปริมาณเชื้อเพลิง และปริมาณของเสียที่ออกจากแต่ละขั้นตอนการปลูก เช่นมลพิษทางอากาศ หรือของเสียจากกระบวนการปลูกข้าว [5] ข้อมูลที่ใช้ในการทำการวิเคราะห์เพื่อทำบัญชีรายการนั้นมาจากการลงพื้นที่สัมภาษณ์เกษตรกรที่ปลูกข้าวสายพันธุ์ กข 41 ในเขตพื้นที่ที่ทำการศึกษ จากชุดคำถามที่ได้เตรียมในขั้นตอนที่ 1

3.2.3 การประเมินผลกระทบ (Impact Assessment)

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกการปลูกข้าวสายพันธุ์ กข 41 โดยใช้ข้อมูลที่ได้มาจากการวิเคราะห์เพื่อทำบัญชีรายการ (Inventory Analysis) ซึ่งมีหลักการคำนวณก๊าซเรือนกระจก ดังแสดงในสมการที่ 1 [2]

$$GHG_R = \sum (A_i \times EFi) \quad \text{สมการที่ 1}$$

โดย GHG คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหน่วยเป็นกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (kg CO₂-eq)

A_i คือ ปริมาณของข้อมูลจากกิจกรรมในหน่วยของวัตถุดิบ หรือสารขาเข้าอื่น ๆ เช่น กิโลกรัม ลิตร และกิโลวัตต์ ชั่วโมง

EFi คือ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตวัตถุดิบหรือสารขาเข้าอื่น ๆ มีหน่วยเป็นกิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วยของวัตถุดิบ (kg CO₂-eq/unit of input)

I คือ ชนิดของวัตถุดิบหรือสารขาเข้าอื่น ๆ

3.2.4 การแปลผล (Interpretation)

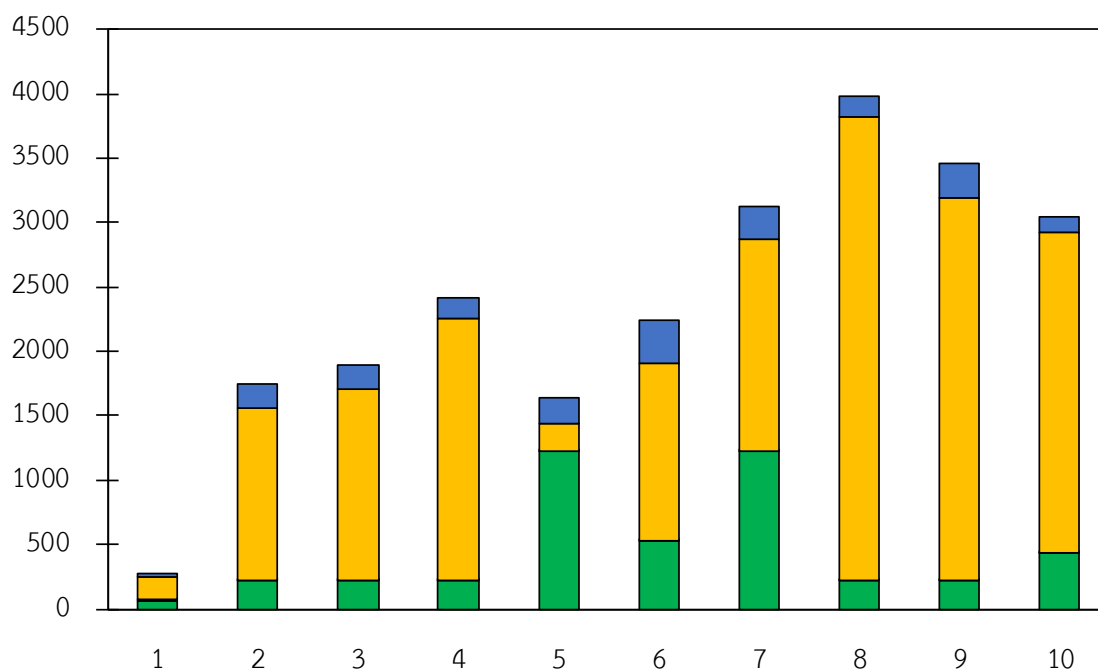
การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น อธิบายข้อจำกัด ข้อเสนอแนะรวมถึงการสรุปผลที่ได้จากการทำการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าวสายพันธุ์ กข 41 ซึ่งในการสรุปผลการศึกษา และจัดทำข้อเสนอแนะนั้นต้องสอดคล้องกับ

วัตถุประสงค์ และเป้าหมายของการศึกษา โดยเนื้อหาผลสรุปครอบคลุมในส่วนของข้อมูลด้านการเตรียมดิน การปลูกข้าว การดูแลข้าว การเก็บเกี่ยว ซึ่งภายหลังจากการวิเคราะห์ จะสามารถให้ข้อเสนอแนะถึงการปรับปรุงกระบวนการปลูกข้าวที่มีประสิทธิภาพ อันจะนำไปสู่การปลูกข้าวที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ลดมลภาวะ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุดต่อไปในอนาคต

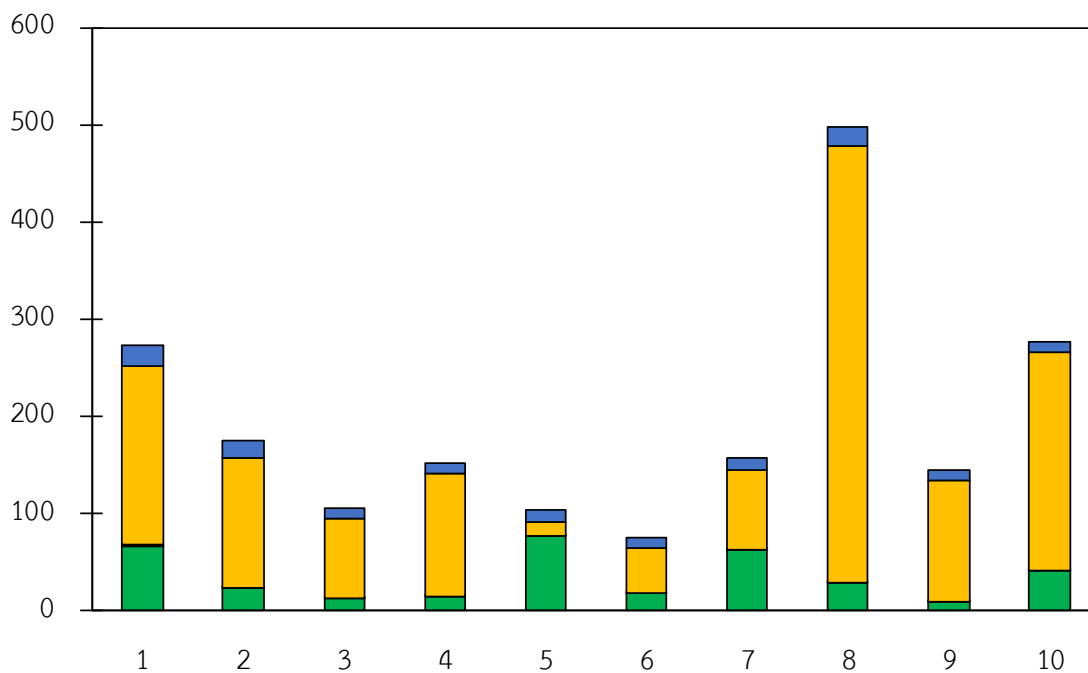
4. ผลการวิจัย

การประเมินก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าว เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ปล่อยออกมาของเกษตรกรทั้ง 10 ราย (ดังแสดงในภาพที่ 2-3) โดยแสดงข้อมูลครอบคลุม 4 กระบวนการ ได้แก่ การเตรียมพื้นที่ การปลูก การดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยว โดยการประเมินก๊าซเรือนกระจกของการปลูกข้าวจะดูตั้งแต่กระบวนการเตรียมพื้นที่ จะหมายรวมถึงการใช้เชื้อเพลิงจากอุปกรณ์เครื่องจักรทางการเกษตร เช่น รถแทรกเตอร์ รถไถนา (เดินตาม) กระบวนการปลูกจะรวมถึงตั้งแต่เชื้อเพลิงจากการใช้อุปกรณ์เครื่องจักรทางการเกษตรในการเพาะปลูก เช่น เครื่องหว่านเมล็ดพันธุ์ข้าว กระบวนการการดูแลรักษา หมายถึงรวมถึงเชื้อเพลิงจากการใช้อุปกรณ์เครื่องจักรทางการเกษตรต่าง ๆ ได้แก่ เครื่องพ่นยา การใช้รถไถเดินตาม (กระบวนการสูบน้ำ) และการใช้ปุ๋ย (ปริมาณการใช้ปุ๋ยและความถี่ของการใส่) และกระบวนการเก็บเกี่ยว คิดในส่วนเชื้อเพลิงจากเครื่องเกี่ยวมัดข้าว

จากภาพที่ 1 กราฟนี้แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ปล่อยออกมาต่อพื้นที่ทั้งหมดของเกษตรกรทั้ง 10 ราย พบว่า เกษตรกรรายที่ 8 มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คือ 3981.80 kg CO₂ – eq /พื้นที่ทั้งหมด โดยก๊าซเรือนกระจกส่วนใหญ่มาจากขั้นตอนการดูแลรักษา คิดเป็นร้อยละ 90.54 ของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาทั้งหมด ในขณะที่เกษตรกรรายที่ 1 ปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุด คือ 272.76 kg CO₂ – eq /พื้นที่ทั้งหมด ซึ่งก๊าซเรือนกระจกส่วนใหญ่มาจากขั้นตอนการดูแลรักษาเช่นเดียวกับเกษตรกรรายที่ 1 คิดเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกร้อยละ 67.78 ของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดการทำนาของเกษตรกรทั้ง 10 ราย สามารถเรียงลำดับการปล่อยจากมากไปน้อย ได้ดังนี้ เกษตรกรรายที่ 8 เกษตรกรรายที่ 9 เกษตรกรรายที่ 7 เกษตรกรรายที่ 10 เกษตรกรรายที่ 4 เกษตรกรรายที่ 6 เกษตรกรรายที่ 3 เกษตรกรรายที่ 2 เกษตรกรรายที่ 5 และ เกษตรกรรายที่ 1 ตามลำดับ



ภาพที่ 2 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าวสายพันธุ์ กข 41 (ต่อหน่วยพื้นที่ทั้งหมด)



ภาพที่ 3 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกข้าวสายพันธุ์ กข 41 (ต่อตันข้าวเปลือก)

เมื่อเปรียบเทียบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเกษตรกรทั้ง 10 ราย ในหน่วยของข้าวเปลือกที่ผลิตได้นั้น (แสดงในภาพที่ 2) พบว่า เกษตรกรรายที่ 8 ยังคงปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมามากที่สุด คือ 497.73 kg CO₂ – eq /ข้าวเปลือก 1 ตัน ซึ่งก๊าซเรือนกระจกส่วนใหญ่ยังคงมาจากขั้นตอนการดูแลรักษา คิดเป็นร้อยละ 54.21 ในขณะที่เกษตรกรคนที่ 6 ปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดกระบวนการทำนายน้อยที่สุด คือ 74.86 kg CO₂ – eq /ข้าวเปลือก 1 ตัน โดยก๊าซเรือนกระจกส่วนใหญ่ยังคงมาจากขั้นตอนการดูแลรักษา รองลงไปคือการเตรียมพื้นที่และการปลูกตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดการทำนาของเกษตรกรทั้ง 10 ราย สามารถเรียงลำดับการปล่อยจากมากไปน้อย ได้ดังนี้ เกษตรกรรายที่ 8 เกษตรกรรายที่ 10 เกษตรกรรายที่ 1 เกษตรกรรายที่ 2 เกษตรกรรายที่ 7 เกษตรกรรายที่ 4 เกษตรกรรายที่ 9 เกษตรกรรายที่ 3 เกษตรกรรายที่ 5 และ เกษตรกรรายที่ 6 ตามลำดับ

ภาพรวมของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากการทำนาของเกษตรกรแต่ละรายมีความคล้ายคลึงกันทั้งจากการคำนวณต่อหน่วยพื้นที่ทั้งหมดและต่อหน่วยข้าวเปลือก 1 ตัน คือ ขั้นตอนการดูแลรักษาเป็นขั้นตอนที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด รองลงไปได้แก่ขั้นตอนการเตรียมพื้นที่ การเก็บเกี่ยว และการปลูก ตามลำดับ ยกเว้นเกษตรกรรายที่ 5 มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขั้นตอนการเตรียมพื้นที่มากกว่าขั้นตอนการเก็บเกี่ยวและขั้นตอนการดูแลรักษา โดยคิดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากขั้นตอนการเตรียมพื้นที่สูงถึงร้อยละ 75 เมื่อเปรียบเทียบกับขั้นตอนการดูแลรักษาและขั้นตอนการเก็บเกี่ยวที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมาเพียงร้อยละ 12.9 และร้อยละ 12.06 ของปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด ตามลำดับ

5. สรุปและอภิปรายผล

การประเมินก๊าซเรือนกระจกในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าของการปลูกข้าวสายพันธุ์ กข 41 ทั้งในหน่วยพื้นที่และข้าวเปลือกที่ผลิตได้ 1 ตัน โดยมีขอบเขตตั้งแต่การเตรียมพื้นที่ การปลูก การดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยว สามารถสรุปได้ว่ากระบวนการการดูแลรักษา เป็นกระบวนการที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด เนื่องจากกระบวนการดังกล่าวนี้หมายรวมถึงขั้นตอนการใส่ปุ๋ย ครอบคลุมถึงปริมาณการใช้ปุ๋ย จำนวนครั้งที่ให้ปุ๋ย และพื้นที่ที่ใช้ในการเพาะปลูก โดยทั่วไปปุ๋ยที่ใช้ได้แก่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 ซึ่งมีองค์ประกอบของธาตุไนโตรเจน มีโอกาสก่อให้เกิดก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N₂O) ก๊าซดังกล่าวนี้มีศักยภาพก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนมากถึง

298 เท่าเมื่อเปรียบเทียบการปล่อยก๊าซคาร์บอนได้ออกไซด์ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2550) ด้วยสาเหตุนี้เองทำให้เกษตรกรรายที่ 8 มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดการทำนามากที่สุด เนื่องจากเกษตรกรดังกล่าวมีพื้นที่ 15 ไร่ มีความถี่ในการใส่ปุ๋ยถึง 8 ครั้ง คิดรวมเป็นปริมาณปุ๋ยถึง 4500 กิโลกรัมต่อพื้นที่ทั้งหมด ตลอดระยะเวลาเก็บเกี่ยว 105 วัน ซึ่งเป็นปริมาณที่มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเกษตรกรทั้ง 10 ราย ในขณะที่เกษตรกรรายที่ 1 ปล่อยปริมาณก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุด เนื่องจากมีพื้นที่เพาะปลูกน้อยที่สุด คือ 2 ไร่ และมีการใส่ปุ๋ยถึง 700 กิโลกรัมอย่างไรก็ตามเกษตรกรรายที่ 5 เป็นเกษตรกรรายที่ใส่ปุ๋ยปริมาณน้อยที่สุด คือ 95 กิโลกรัม ในพื้นที่การเพาะปลูกทั้งหมด 19 ไร่ ส่งผลสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงที่สุดมาจากการขั้นตอนการเตรียมพื้นที่

เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาในหน่วยของปริมาณข้าวเปลือก 1 ตัน พบว่า เกษตรกรรายที่ 8 ยังคงปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด (497.73 kg CO₂ – eq /ข้าวเปลือก 1 ตัน) ในขณะที่เกษตรกรรายที่ 1 นั้น มีการปล่อยเพิ่มขึ้นเนื่องจากเกษตรกรรายที่ 1 มีจำนวนพื้นที่น้อย ทำให้มีปริมาณข้าวเปลือกน้อยตาม ส่งผลให้เมื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในหน่วยของปริมาณข้าวเปลือกนั้น เกษตรกรรายที่ 1 มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงกว่าเกษตรกรรายที่ 6 ซึ่งเป็นเกษตรกรที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุด เนื่องจากเกษตรกรรายที่ 6 มีผลผลิตที่มากกว่านั้นคือ 30 ตันข้าวเปลือกต่อ 1 รอบของการปลูกข้าว

6. ข้อเสนอแนะการวิจัย

6.1 ด้านการลดผลกระทบโลกร้อนจากการปลูกข้าวของเกษตรกร เนื่องจากผลการศึกษาพบว่าในกระบวนการปลูกข้าวนั้นส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อนได้เช่นกัน โดยเฉพาะกระบวนการดูแล ที่มีการใช้ปุ๋ยเป็นจำนวนมากที่บ่อยครั้ง หากมีการลดปริมาณการใช้ที่พอดีและจำนวนที่ลดลง จะทำให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้น้อยลง

6.2 จากงานวิจัยในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ให้แก่เกษตรกรที่ปลูกข้าว ว่าในกระบวนการปลูกข้าวที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเช่นกัน สามารถนำไปปรับปรุง และพัฒนาการปลูกข้าวที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้จริง

6.3 จัดอบรมให้ความรู้ความเข้าใจแก่เกษตรกรชาวนา ของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการปลูกข้าว ว่าแท้จริงแล้วไม่ได้มาจากการใช้สารเคมีอย่างเดียว แต่ในแต่ละกระบวนการของการทำนามันเป็นอีกสาเหตุของการเกิดภาวะโลกร้อน และนำไปพัฒนาเพื่อสิ่งแวดล้อมที่ดีในอนาคต

7. เอกสารอ้างอิง

กิริติ รัชโน. ยอดส่งออกข้าวไทยปี60สูงสุด. สืบค้น 7 กันยายน 2562, จาก <https://www.commercenewsagency.com/news/754>

คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. การคัดเลือกและกำหนดข้อมูลในการก่อผลกระทบสิ่งแวดล้อม.

สืบค้น 15 สิงหาคม 2562, จาก <https://www.ipcc.ch/>

สำนักงานเกษตรจังหวัดชัยนาท. ชัยนาทแหล่งเพาะปลูกข้าวสำคัญ. สืบค้น 1 กันยายน 2562, จาก <http://chainat.nso.go.th>

สาคร ศรีมุข. ผลกระทบจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรของประเทศไทย. สืบค้น 2 กันยายน 2562, จาก http://library.senate.go.th/document/Ext6409/6409657_0002.PDF.

เศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม. แนวทางการประยุกต์ใช้ LCI/LCA ในการจัดทำฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์. สืบค้น 1 ตุลาคม 2562, จาก <https://hugepdf.com> > lci-lca--5b355bb90acfd_pdf

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน. สืบค้น 8 ตุลาคม 2562, จาก <http://www.tgo.or.th/2015/thai/content.php?s1=10&s2=171>.